

SOMMAIRE DU BULLETIN N° 84.

1 ^{re} PARTIE. — TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ :	PAGES
Assemblées générales mensuelles.....	223
2 ^e PARTIE — TRAVAUX DES COMITÉS.	
Comité du Génie civil, des Arts mécaniques et de la Construction..	229
— des Arts chimiques et agronomiques.....	231
— du Commerce, de la Banque et de l'Utilité publique.....	233
3 ^e PARTIE : TRAVAUX ET MÉMOIRES PRÉSENTÉS A LA SOCIÉTÉ :	
A. — Analyses.	
M. A. DUJARDIN. — Les appareils contrôleurs de la Régularité du mouvement des moteurs.....	225
M. MAXIME DESCAMPS. — Discussion de la Loi sur les Sociétés au Comité de commerce.....	226-233
M. L. LETOMBE. — Les voitures automobiles.....	227
MM. A. et P. BUISINE. — L'emploi du sulfate ferrique comme désinfectant.....	231
M. LESCEUR. — Intoxication du Bétail par les Tourteaux de colza contenant du ricin.....	232
La Loi sur les sociétés.....	233-237
B. — In-extenso.	
M. A. LAMBERT. — Étude sur la Transmission de la chaleur.....	241
M. PAUL SÉE. — Perfectionnements dans les appareils de chauffage industriel.....	313
4 ^e PARTIE : TRAVAUX RÉCOMPENSÉS.	
M. V. SAGNIER. — Du Gazogène et de ses applications.....	
5 ^e PARTIE : LISTE DES SOCIÉTAIRES PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE.....	365
6 ^e PARTIE : LISTE DES TRAVAUX DES MEMBRES PUBLIÉS IN-EXTENSO.....	391
7 ^e PARTIE : RENSEIGNEMENTS DIVERS.	
Ouvrages reçus par la bibliothèque.....	411
Bibliographie.....	412

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE

du Nord de la France

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

BULLETIN TRIMESTRIEL

N° 84.

21^e ANNÉE. — Troisième Trimestre 1893.

PREMIÈRE PARTIE

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ.

Assemblée générale mensuelle du 26 Juin 1873,

Présidence de M. Ed. AGACHE, Président.

Correspondance Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté sans observation.

M. Kéromnès, ancien secrétaire-général de la Société, remercie M. le Président d'avoir bien voulu lui adresser le compte-rendu de la séance solennelle de cette année.

La Société Lilloise d'éclairage électrique nous a adressé un contrat d'abonnement pour la fourniture du courant électrique. Le Conseil n'a pas encore pris de décision à ce sujet, mais suivant les conditions qui pourraient nous être faites, il est possible que nous acceptions l'éclairage électrique, qui aurait surtout l'avantage de donner moins de chaleur dans la grande salle. Nous conserverions d'ailleurs le gaz et nous

aurions alors deux prix pour les locations, suivant le mode d'éclairage choisi par les locataires.

Nous avons reçu le programme des concours organisés cette année par l'Union des Arts décoratifs, ainsi que le programme du Congrès des Sociétés savantes.

Nous avons reçu également les documents relatifs à l'Exposition d'Anvers pour 1894.

Ces pièces sont à la disposition des sociétaires que ces questions intéressent.

Excursion.

MM. Goffin et Gaberel, entrepreneurs à Roubaix, nous ont invités à des expériences qui doivent être faites le jeudi 29 courant à Don chez M. Schostmans, sur des planchers en béton et fer du procédé Hennebique.

Les membres qui désirent assister à ces expériences sont priés de se faire inscrire au secrétariat. On prendra le train qui part de Lille à 6 h. 50 du matin.

Prochainement une excursion aura lieu aux aciéries du Nord et de l'Est près de Valenciennes. M. Em. Bigo, vice-président et M. Arquembourg, doivent s'entendre avec le Directeur de cet établissement pour déterminer le jour de l'excursion. Une circulaire sera envoyée en temps utile à tous les membres de la Société.

Conférence.

M. Faucher a bien voulu nous promettre une très intéressante conférence sur l'Hygiène et la valeur de la vie humaine.

Cette séance aura lieu à la rentrée des vacances. — La date exacte en sera fixée ultérieurement.

Bibliothèque.

Plusieurs ouvrages ont été offerts à la Bibliothèque.

M. LE PRÉSIDENT remercie les généreux donateurs et en particulier M. Maxime Descamps, présent à la séance, d'avoir bien voulu offrir à la Société un exemplaire numéroté de son intéressant ouvrage sur l'Espagne.

Emprunt.

Avant de donner la parole aux conférenciers, M. LE PRÉSIDENT

prie M. le Trésorier de vouloir bien procéder au tirage de quatre obligations de l'emprunt contracté par la Société, et appelées au remboursement cette année.

Les obligations sorties sont payables chez MM. Verley, Decroix et C^{ie}, à partir du 1^{er} juillet 1893, date du paiement des coupons échus.

Les N^{os} sortant sont :

44 — 92 — 154 — 149.

M. LE PRÉSIDENT donne ensuite la parole à M. Dujardin.

M. DUJARDIN.
—
Les appareils
contrôleurs de la
régularité du
mouvement des
moteurs.

C'est sur la demande de ses collègues du Comité du génie civil, que M. Dujardin a accepté de nous montrer et de nous décrire le « Moscrop », appareil destiné à contrôler la régularité des machines.

Cet appareil se compose, d'une part, d'un mouvement d'horlogerie destiné à dérouler d'une manière uniforme une bande de papier et d'autre part d'un pendule conique, recevant son mouvement de la machine en observation et dont le manchon agit sur la position d'un crayon qui s'appuie sur la bande de papier dont nous venons de parler.

Si le mouvement de la machine était parfaitement uniforme le crayon tracerait une ligne droite sur le papier. Dans la pratique, quelle que soit la machine, la ligne qu'on obtient est toujours ondulée. Le papier employé porte des divisions dont l'écartement permet de mesurer les variations. Le papier se déroulant trop lentement pour savoir ce qui se passe dans un tour de volant, l'appareil est souvent complété par un « analyseur » dont la particularité est d'avoir une bande de papier qui se déroule beaucoup plus vite.

M. Dujardin montre des tracés qui ont été relevés sur ses machines et qui indiquent que les variations de vitesse sont inférieures à 1 %.

Suivant le fonctionnement et le couplage des machines qui

peuvent actionner un même arbre, on obtient des tracés qui diffèrent entre eux.

Les tracés sont particulièrement réguliers pour les machines compound, même lorsque les écarts entre les travaux du grand et du petit cylindre sont considérables et même lorsqu'on dérègle la distribution, de manière à supprimer l'admission de vapeur d'un côté de cylindre par exemple.

Ceci se comprend quand on considère que dans les machines compound les manivelles sont calées à 90° et que la différence entre la pression initiale et finale pour chaque cylindre, est bien moindre que dans une machine monocylindrique.

M. Dujardin montre encore quelques tracés obtenus par M. Witz sur du papier enduit de noir de fumée qu'il place sur la jante du volant et de laquelle il approche pendant la marche un style relié à l'une des branches d'un diapason en vibration. La pointe trace une sinusoïde qui permet d'analyser de très près le mouvement pendant un tour de volant. — La Revue industrielle a donné il y a quelque temps, une description d'un appareil fondé sur ce principe et dont le diapason actionné mécaniquement se déplace lentement de manière à pouvoir enregistrer un grand nombre de tours.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Dujardin de sa communication qui intéresse tous les industriels et lui demande par qui l'appareil est construit.

M. DUJARDIN répond que le Moscrop est construit par MM. Arundel et C^{ie} de Stockports, mais M. Deswarte fait remarquer que M. Fryer et C^{ie} de Rouen, sont concessionnaires du Moscrop pour la France.

M. Maxime DESCAMPS donne ensuite le résumé des discussions qui ont eu lieu au Comité du commerce à propos de la Loi sur les Sociétés.

La Chambre des Députés a déjà adopté un certain nombre

de modifications à la Loi de 1867 et le Comité du commerce propose d'adresser à la Commission du Sénat chargé de l'examen du projet, un rapport motivé contenant les vœux qu'il a exprimés et parmi lesquels se trouve celui-ci : « Si le taux des actions est abaissé à 25 fr., le versement devra être effectué en une seule fois en souscrivant.

Quoique le Comité ne doive terminer son étude que dans une prochaine séance, M. le Président pense qu'il serait préférable d'envoyer dès maintenant un rapport à la Commission parlementaire qui arriverait avant le vote du Sénat qui ne saurait tarder.

Comme le projet sera renvoyé probablement à la Chambre des Députés, le Comité du commerce aura ensuite le temps de préparer un complément à son premier rapport s'il y a lieu.

L'assemblée ayant adopté à l'unanimité ces décisions, M. LE PRÉSIDENT donne la parole à M. Letombe pour sa communication sur les voitures automobiles.

M. LETOMBE.
—
Les voitures
automobiles.
—

Il y a lieu de diviser les voitures automobiles en deux catégories bien distinctes suivant qu'elles sont destinées à rouler sur une voie ferrée, comme les tramways, ou sur les routes ordinaires.

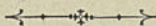
Si on ne tient pas compte du prix de revient, on peut dire que pour la première catégorie, le problème est résolu, et l'emploi de l'électricité appliquée comme force motrice pour la commande des essieux, a fourni, sinon la solution la plus économique, du moins la plus satisfaisante.

En ce qui concerne les voitures de la deuxième catégorie, qui doivent, pour être d'un emploi utile, pouvoir passer sur les routes où circulent les voitures ordinaires, on est moins avancé. On a en effet à compter ici avec les chocs et les vibrations qui résultent des inégalités du terrain et qui sont d'un effet désastreux pour le mécanisme. Le moteur devant pour bien fonctionner rester à une distance invariable de l'essieu

qu'il commande, on sera probablement amené à chercher une suspension qui s'appliquera à la jante même des roues. Si les voitures étaient plus légères on trouverait dans les bandages à air comprimé une excellente solution.

On construit aujourd'hui quelques types de voitures qui peuvent marcher assez longtemps sans trop de réparations. Certains constructeurs emploient la vapeur comme force motrice et dans ce cas aucun générateur ne pourrait être aussi commode que le générateur Serpollet ; d'autres emploient le pétrole, et plutôt la gasoline, ou le gaz comprimé avec des moteurs à explosion. Si ceux-ci étaient moins bruyants, plus maniables, moins encombrants, plus faciles à mettre en route et ne demandaient pas une circulation d'eau aussi active pour le refroidissement, ils seraient appliqués avec avantage à la traction mécanique, non seulement des voitures de route, mais encore des tramways. Pour ces derniers mêmes, en employant le gaz d'éclairage comprimé ou le pétrole, dans les pays où ce combustible est bon marché, le coût de la force motrice deviendrait presque insignifiant. D'un autre côté les frais de premier établissement d'une ligne seraient bien moindres que dans le cas de l'emploi de l'air comprimé, de l'eau surchauffée ou de l'électricité. Les moteurs existants ne sont guère susceptibles d'une telle application, mais on aurait tort d'en conclure, comme on l'a déjà fait, que le moteur à gaz ne peut s'appliquer à la traction mécanique des tramways.

M. LE PRÉSIDENT adresse de vifs remerciements à M. Letombe pour son intéressante communication.



DEUXIÈME PARTIE.

TRAVAUX DES COMITÉS.

Comité du Génie civil.

Séance du 21 Juin, 1893.

Présidence de M. DUBREUIL, Président.

Après l'adoption du procès-verbal de la dernière séance, M. DE SWARTE, revenant sur une observation faite au cours de la dernière séance par M. Dubrule, à propos du chauffage des enveloppes des machines à vapeur, dit qu'il y aurait moyen de laisser la vapeur en circulation dans les enveloppes, tout en évitant les difficultés signalées pour les mises en route.

La discussion sur les contrôleurs de vitesse est close après une dernière observation de M. DE SWARTE.

M. LE PRÉSIDENT donne communication d'une circulaire de MM. Lethullier et Pinel, relative au montage défectueux sur les chaudières de certains niveaux d'eau.

Le Comité s'occupe ensuite de l'étude comparative des transmissions par câbles et par courroies inscrite à l'ordre du jour.

M. DUBREUIL, après avoir donné lecture d'une lettre très

intéressante de la maison Combe et Barbour, ouvre la discussion.

Il la résume ensuite en invitant le Comité à élire une Commission de cinq membres qui serait chargée, au mois d'octobre, de faire des essais comparatifs sur la puissance absorbée par les câbles et par les courroies. — Adopté.

MM. Dujardin et C^{ie}, constructeurs, offrent, pour les essais, de mettre gracieusement pour cette époque à la disposition de la Commission un moteur de 200 chevaux qu'ils sont disposés à faire marcher alternativement avec un volant à câbles et avec un volant à courroie.

Le Comité remercie MM. Dujardin et C^{ie} de leur proposition si libérale et si gracieuse et procède à la nomination de la Commission. Sont élus : MM. DUBREUIL, VIGNERON, WITZ, DUJARDIN et BONET.

Afin d'éviter les critiques, le Comité décide, en outre, que des invitations spéciales pour assister aux essais seront adressées à toutes les Associations ou Sociétés industrielles qui s'intéressent à cette question.

La séance se termine par quelques mots de M. DUBREUIL sur les locations industrielles. Ses nombreux travaux et sa longue expérience l'ont amené à pouvoir établir des coefficients pratiques qui peuvent être employés avec grand profit par les industriels.

M. DUBREUIL, à cause de l'intérêt que présente cette question, se propose d'en faire l'objet d'une communication ultérieure pour laquelle il préparera des tableaux synoptiques et des formules qui seront certainement consultés utilement par les membres de la Société Industrielle.

Comité des Arts chimiques.

Séance du 7 Juillet, 1893.

Présidence de M. LESCEUR, Président.

Après l'adoption du procès-verbal de la dernière séance, M. LE PRÉSIDENT donne la parole à M. BUISINE qui entretient le Comité de l'emploi du sulfate ferrique comme désinfectant.

On sait que la désinfection arrête les maladies contagieuses et jusqu'à ces derniers temps on avait employé à cet égard le chlorure de chaux en solution à 1/10, ce qui donnait d'excellents résultats. Le sulfate ferrique remplace aujourd'hui le chlorure de chaux avec avantage, parce qu'il est plus commode d'emploi et qu'il coûte beaucoup meilleur marché.

L'action de l'acide ferrique sur les matières organiques est connue depuis longtemps et l'une de ses principales propriétés est de rendre imputrescible les détritres de toute nature.

Les emplois de sulfate ferrique sont très nombreux : il peut servir à désinfecter par exemple les fosses d'aisance en employant 2 à 4 kgs par m³, et tous les endroits où se trouvent des matières susceptibles d'entrer en putréfaction.

Le sulfate ferrique est employé en solution, en poudre et en briquettes, suivant les besoins. On peut y incorporer d'autres antiseptiques, comme le phénol. Tous ces produits se fabriquent aujourd'hui couramment.

Sur une observation de ses collègues, M. BUISINE ajoute que le sulfate ferrique détruit les microbes dans la proportion de 60 à 80 %.

M. LESCOEUR remercie M. BUISINE de sa communication et prend lui-même la parole pour exposer des recherches qu'il a faites de concert avec MM. Pollet et Lacombe, sur l'intoxication du bétail par le ricin et la recherche du ricin dans les tourteaux de colza.

Ces recherches ont été faites à propos d'une expertise et deux vaches ont été mises à la disposition de M. Lescœur pour observer sur elles l'effet de la nourriture par des tourteaux contenant du ricin.

Au bout de très peu de temps les effets furent assez nets pour affirmer qu'il y avait intoxication.

Quant à la recherche du ricin dans les tourteaux, des essais nombreux furent faits avant d'arriver à une solution. Le toucher donne une indication quand le tourteau est ramolli dans l'eau ; si on sent des surfaces rugeuses, on peut affirmer qu'il y a du ricin. Au microscope on distingue aussi la pellicule du ricin qui est rouge et tigrée. Pour doser le ricin dans les tourteaux, M. Lacombe chercha à en extraire l'huile de ricin et à examiner le pouvoir rotatoire du liquide obtenu, mais jusqu'ici cette méthode n'a pas encore donné de résultats certains.

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

Séance du 1^{er} Juin, 1893.

Présidence de M. CH. ROGEZ, Président.

M. GUÉRIN s'est excusé de ne pouvoir assister à la séance ; mais lecture sera donnée des observations qu'il a bien voulu envoyer par écrit.

Après l'adoption du procès-verbal de la dernière séance, M. LE PRÉSIDENT rappelle les termes de la circulaire du 10 mai qui a été envoyée par le Comité à tous ses membres pour signaler à leur attention les différentes questions intéressantes soulevées par la nouvelle loi sur les sociétés. Puis il donne lecture d'un historique des projets qui, successivement, ont proposé des modifications à la loi de 1867.

Le mouvement d'opinion en faveur de ces modifications se dessina surtout à la suite du krach de l'Union Générale et des sinistres financiers qui l'accompagnèrent.

En 1884, le Sénat vota un projet de loi qui constituait une refonte générale de la loi de 1867. Mais renvoyé à une Commission de la Chambre des Députés, ce projet n'en est jamais revenu.

En 1890, M. Thellier de Poncheville déposa une proposition tendant à autoriser les sociétés civiles à se constituer sous les formes commerciales de sociétés anonymes ou en commandites, sans perdre leur caractère civil, mais à la condition de se soumettre aux prescriptions de 1867.

En 1891, MM. Graux, Méline et consorts proposèrent de fixer à 50 fr. le taux minimum des actions, et d'autoriser les possesseurs d'un nombre de titres inférieur à celui qu'exigent les statuts pour faire partie de l'Assemblée générale, à se réunir et à se faire représenter par l'un d'eux. M. Thellier de Poncheville reprit les deux propositions, les réunit et les présenta à nouveau. La Commission chargée de les examiner déposa son rapport le 9 avril 1892 et le 16 mars 1893, la Chambre en vota les conclusions qui sont les suivantes :

I. — Abaissement à 25 fr. du taux minimum des actions.

II. — Interdiction de mettre les actions au porteur avant la libération intégrale du titre.

III. — Limitation à 2 ans après la cession d'un titre non libéré, de la responsabilité des souscripteurs primitifs pour les versements non encore appelés.

IV. — Droit de se grouper accordé aux titulaires d'un nombre d'actions inférieur à celui qu'exigent les statuts pour prendre part aux assemblées générales et de s'y faire représenter par l'un d'eux.

V. — Toute société anonyme ou en commandite, constituée dans les formes du code de commerce ou de la présente loi, quel que soit son objet, sera commerciale et soumise aux lois et usages du commerce.

VI. — Limitation des délais pour l'exercice de l'action en nullité, et de l'action en responsabilité qui en résulte.

VII. — Dans les sociétés anonymes, la responsabilité sera, comme dans les sociétés en commandite, limitée au dommage qui résulte de l'annulation de la société.

VIII. — Simplification des formalités requises pour la constitution des hypothèques dans les sociétés commerciales.

IX. — Possibilité pour les sociétés civiles actuellement constituées sous d'autres formes de se transformer dans les conditions de la présente loi.

Le Comité passe en revue ces différentes questions.

Sur la 1^{re}, M. Decroix veut bien donner communication du rapport qu'il a déjà présenté à ses collègues de la Chambre de Commerce. Il y approuve l'intention du législateur de 1893, qui, en abaissant à 25 fr. le taux minimum des actions, a pour but de faciliter à la petite épargne la participation aux bénéfices des grandes sociétés et de populariser celles-ci. Mais en même temps il signale un danger : la loi de 1893 laisse subsister la disposition par laquelle la loi de 1867 n'exige que le versement du 1^{er} quart des actions pour qu'une société soit constituée ; il en résulte que des actions de 25 fr. pourraient n'être libérées que de 6 fr. 25 c. en souscrivant, ce qui est beaucoup trop peu, et met en péril à la fois le souscripteur et les tiers ; le souscripteur parce que, tenté par la facilité du placement, il engagera souvent toute son épargne disponible sans songer aux obligations qu'il contracte en même temps pour l'avenir ; — les tiers, parce que, en cas d'appel des 3/4 restant à verser, ils n'auront devant eux que des petits souscripteurs imprévoyants et incapables de payer.

Le Comité se range unanimement à l'avis de M. Decroix, développé et confirmé par MM. Robin et Guérin. Il approuve la loi nouvelle d'abaisser à 25 fr. le taux minimum des actions. Mais, en même temps, il voudrait que le minimum du versement imposé à l'émission ne pût, en aucun cas, être inférieur à ce même chiffre de 25 fr., tout en représentant au moins le 1/4 du montant total de l'action.

Le Comité examine ensuite simultanément les II^e et III^e points, c'est-à-dire la limitation à 2 ans de la responsabilité du souscripteur primitif, et le maintien du caractère nominatif des titres jusqu'à leur entière libération.

Quelques membres, à la suite de M. Robin, préféreraient, à ces dispositions nouvelles, celles de la loi de 1867, d'après lesquelles les statuts d'une société peuvent autoriser la mise au

porteur des actions libérées de moitié seulement, et qui ne limitent à 2 ans que dans ce cas-là, la responsabilité des souscripteurs.

Mais la majorité du Comité n'a pas suivi M. Robin. Elle est d'avis que l'interdiction de mettre au porteur un titre non libéré est une mesure rationnelle et sage.

De plus, elle pense qu'en présence de cette mesure, il y a moins d'inconvénients à réduire à 2 ans dans tous les cas, la responsabilité des souscripteurs et concessionnaires successifs, puisque désormais tout titre non libéré restera nécessairement nominatif.

Sur le IV^e point, relatif au groupement des petits actionnaires, désireux de réunir ainsi le nombre d'actions nécessaire pour faire partie de l'Assemblée générale, le Comité trouve cette disposition très équitable. Toutefois il lui semble qu'il conviendrait pour éviter les surprises et les manœuvres de la dernière heure, d'exiger le dépôt des titres 15 jours avant l'Assemblée.

La V^e innovation du projet de loi de 1893 porte que toute société constituée dans les formes du code de commerce, sera désormais une société commerciale, quel que soit son objet. Les sociétés se classeront donc désormais d'après la forme de leur constitution, sans tenir compte du caractère de leur objet. C'est un peu faire passer la forme avant le fond. Néanmoins, le Comité l'approuve, en considérant les avantages que présentera l'unité de juridiction pour toutes les sociétés constituées sur le même mode.

Les dispositions de la loi relatives aux délais pour l'exercice de l'action en nullité et en responsabilité, à l'étendue de la responsabilité en cas de nullité, à la constitution des hypothèques au nom des sociétés commerciales, n'ont donné lieu à aucune observation, et semblent parfaitement justifiées.

Il en est de même de la transformation possible des sociétés

civiles en sociétés commerciales ; cette transformation est très désirable, surtout en présence des responsabilités qui incombent aux anciens détenteurs de titres dans les sociétés civiles.

Le Comité examine ensuite, d'une façon générale, les autres questions mentionnées dans la circulaire du 10 mai, mais qui présentent un intérêt moins immédiat puisqu'elles ne sont pas actuellement en discussion devant les Chambres. Toutefois, vu l'importance qu'ont toutes les questions qui se rattachent au régime des sociétés, il décide qu'une étude plus approfondie en sera renvoyée à une séance ultérieure.

Séance du 6 Juillet, 1893.

Présidence de M. Ch. ROGÉZ, Président.

Le procès-verbal de la précédente réunion est adopté sans observation.

M. LE PRÉSIDENT a reçu un mémoire sur un appareil nouveau destiné à la stérilisation des eaux en vase clos.

Le Comité prie M. Letombe d'examiner le mémoire, de demander au besoin à l'inventeur son appareil, de l'expérimenter et d'en faire un rapport.

L'ordre du jour appelle la suite de l'étude de la loi sur les sociétés, et l'examen des quatre dernières questions prévues par la circulaire du 10 mai.

1^{er} POINT. — *Vérification effective des apports.*

La loi actuelle ne donne pas, sous ce rapport, de garanties suffisantes. Ce sont en effet les actionnaires qui, réunis en Assemblée générale, vérifient ou apprécient la valeur des apports. Or, qu'arrive-t-il dans la pratique ? C'est que, de deux choses l'une, les actionnaires sont ou dupes, ou complices. Ils sont complices lorsqu'ils laissent sciemment attribuer aux

apports des fondateurs une valeur exagérée qu'ils croient nécessaire pour grossir aux yeux du public l'importance du capital, et favoriser les débuts financiers de l'entreprise. Le plus souvent, ils sont les dupes des fondateurs, qu'ils écoutent avec un enthousiasme naïf, pleins de foi dans l'avenir, pleins de confiance dans les belles paroles, et prenant pour argent comptant les évaluations parfois tout à fait fantaisistes.

La majoration des apports est souvent considérable. M. Guérin donne une liste de dix sociétés commerciales ou industrielles qui, du seul chef d'une exagération outrée dans l'évaluation du matériel et de la clientèle lors de l'émission, avaient ensemble, en 1891, déjà causé au public une perte de 84.000.000 de francs.

A l'étranger, en Suisse, en Italie, en Angleterre, on a pris des précautions contre ces abus. En Allemagne, un juge du tribunal de commerce préside la première assemblée, et la vérification des apports est confiée à des réviseurs nommés par la Chambre de Commerce.

Le projet du Sénat, dans son article 9, dit que le quart des actions présentes à l'Assemblée pourra faire nommer des experts destinés à vérifier les apports des fondateurs. Ce n'est pas assez. Le Comité est d'avis qu'il faudrait édicter ici une obligation légale et dire : « l'Assemblée devra nommer des experts, qui seront choisis en dehors des actionnaires.

On pourrait, par exemple, créer dans ce but quelque chose comme une corporation d'experts-jurés, analogue à celle qui fonctionne avec succès depuis 20 ans en Angleterre sous le nom de « Chartered accountants of the United Kingdom » et qui a pour mission d'examiner les comptes des sociétés.

II^e POINT. — *Responsabilité des fondateurs réels et des promoteurs de l'entreprise.*

L'article 15 de la loi de 1867 punit les fondateurs qui ont simulé des versements pour en obtenir d'autres, ou qui ont

désigné faussement des personnes comme faisant partie de la société.

Mais ne peut-on pas atteindre les journaux qui ont prôné et recommandé l'entreprise ? Si c'est par de simples annonces, ce n'est pas possible, car les annonces ne sont qu'un article de commerce tarifé, et n'engagent pas la responsabilité du journal. — Il n'en est pas de même des articles de fond, qui constituent souvent de véritables manœuvres dolosives.

En Allemagne, une loi de 1884 (28 juin) a décrété la responsabilité des banques et des journaux qui patronnent la fondation d'une société. La loi oblige les journalistes à apporter dans l'exposition des entreprises qu'ils recommandent « la diligence d'un homme d'affaires soigneux ».

Le Comité est d'avis qu'en France les journalistes qui ont, par des articles de fond dans leurs journaux, engagé le public dans une voie mauvaise, devraient en être responsables. Leur mauvaise foi serait présumée et leur responsabilité augmentée, quand il y aurait disproportion entre le service de publicité rendu et la somme perçue en retour.

III^e POINT. — *Point de départ de la prescription légale des délits commis dans la fondation et l'administration des sociétés.*

La loi actuelle fixe ce point de départ à la perpétration du délit. La prescription est de trois ans.

Or, avec ce système, les fondateurs d'une entreprise, même véreuse, parviennent par toute espèce de moyens à soutenir leur affaire, si mauvaise soit-elle, assez longtemps pour échapper à la loi.

Le Comité pense que le point de départ de la prescription de trois ans ne saurait pas être la perpétration, mais bien la constatation du délit.

IV^e POINT. — *Responsabilité des conseils de surveillance.*

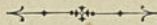
Les fonctions des conseils de surveillance des sociétés en

commandite sont permanentes. Celles des commissaires de surveillance qui en tiennent lieu dans les sociétés anonymes ne le sont pas. Ces commissaires ne peuvent se réunir que pendant les trois mois qui précèdent l'Assemblée générale annuelle. M. Ledieu juge ce temps insuffisant, et voudrait voir les fonctions des commissaires assimilés pour la permanence à celles des conseils de surveillance.

M. Guérin objecte les difficultés pratiques : ou bien les commissaires, par leur ingérence incessante, fatigueront et entraveront les directeurs de l'entreprise, ou bien, pour éviter cet écueil, leur surveillance sera trop espacée, intermittente et de nul effet.

Malgré les difficultés pratiques, la solution qui paraît être la meilleure au Comité, serait de permettre la vérification des opérations de la Société, par les commissaires, à n'importe quelle époque de l'année, sans les renfermer dans les trois mois qui précèdent l'Assemblée générale.

On pourrait encore engager à la fois les commissaires et les conseils de surveillance, ou même aller jusqu'à les obliger également à s'adjoindre, pour l'examen des opérations sociales, un expert comptable du genre de ceux de la corporation anglaise dont il a été parlé plus haut.



TROISIÈME PARTIE

OUVRAGES PRÉSENTÉS

É T U D E

SUR

LA TRANSMISSION DE LA CHALEUR

PAR

A.-A. LAMBERT,

Ingénieur des Établissements Kuhlmann.

CHAPITRE I.

NOTIONS GÉNÉRALES.

§ 1^{er}. — Chaleurs spécifiques.

1. La chaleur spécifique des corps est fonction de la température et croît généralement avec elle.

Cette fonction n'a été étudiée que pour un très petit nombre de corps, mais les études faites seront suffisantes pour les cas de transmission de la chaleur que nous aurons à considérer.

2. D'après les expériences de Régnauld, la chaleur spécifique de l'eau est donnée par la formule empirique

$$(1) \quad C = 1 + 0,00004 T + 0,0000009 T^2$$

où T est la température considérée.

3. Pour porter un kilog. d'eau de 0° à T° , il faut une quantité de chaleur.

$$q = \int_0^T c \, dT$$

En remplaçant c par sa valeur et en intégrant nous aurons :

$$(2) \quad q = T + 0,00002 T^2 + 0,0000003 T^3$$

La quantité q est la *chaleur de fluidité* de l'eau.

4. Depuis Régnault jusqu'à il y a une dizaine d'années, on avait admis que la chaleur spécifique des gaz, dits permanents, était indépendante de la température ; il en était de même de la vapeur d'eau. Par contre on savait que l'acide carbonique avait une chaleur spécifique variable entre 0° et 200° , mais on supposait que la rapidité de cette augmentation allait en diminuant à mesure que la température s'élevait.

MM. Mallard et Le Châtelier (1) ont cherché à établir des formules sérieuses à la place de cette série de suppositions ; nous allons examiner successivement les résultats qu'ils ont obtenus pour les gaz parfaits, l'acide carbonique et la vapeur d'eau.

5. *Gaz parfaits*. On appelle *chaleur spécifique* moléculaire le produit de la chaleur spécifique rapportée à l'unité du poids par le poids moléculaire du corps considéré. Ainsi nous aurions pour l'eau :

$$C' = 18 + 0,00072 T + 0,0000162 T^2$$

6. MM. Mallard et Le Châtelier ont représenté la valeur de la chaleur spécifique moléculaire à volume constant pour tous les gaz parfaits par

$$(3) \quad C_v = 4,8 + 0,0006 T$$

(1) « Recherches expérimentales et théoriques sur la combustion des mélanges gazeux explosifs. » *Annales des Mines*, livraisons de septembre, octobre, novembre et décembre 1883.

La chaleur spécifique moléculaire à pression constante ne différant que de la quantité constante 1,964, nous avons :

$$(4) \quad C_p = 6,764 + 0,0006 T$$

Pour avoir les chaleurs spécifiques rapportées à l'unité de poids nous n'aurons qu'à diviser les valeurs obtenues par

- 2 pour l'hydrogène,
- 32 pour l'oxygène,
- 28,08 pour l'azote,
- 28 pour l'oxyde de carbone, etc., etc.

7. Toutefois nous relevons dans l'ouvrage précité la restriction suivante : « les résultats des expériences ne sont pas assez concordants pour qu'on puisse en tirer la loi qui régit l'accroissement de la chaleur spécifique des gaz parfaits. » Malgré cette restriction, MM. Mallard et Le Châtelier ont établi la formule ci-dessus, — à tort, me semble-t-il, car bien des personnes pourraient en faire usage et s'exposer ainsi à des erreurs très graves.

8. Les résultats des expériences ne sont en effet pas bien concordants ; en voici quelques exemples pour les gaz parfaits :

Températures.				|	Chaleurs spécifiques moléculaires
					à volume constant.
1300°	1540°	1950°	1970°	|	5,7 à 5,8
1280°	1580°	1930°		|	5,5
1720°	1770°	2460°		|	6,0

Mieux encore que ces exemples, la planche I dressée d'après les résultats de MM. Mallard et Le Châtelier, indique les différences entre les valeurs obtenues par expérience et celles calculées par les formules (3) et (4).

9. Il me semble donc bien hardi d'établir une équation reliant tous ces résultats si peu concordants ; il n'est pas douteux que la chaleur spécifique des gaz parfaits éprouve un accroissement avec

la température, mais est-il aussi élevé que l'équation l'indique? C'est d'autant moins probable que les résultats contradictoires des expériences laissent à supposer que les méthodes employées ne sont pas exemptes d'erreurs assez importantes.

10. Comparons les résultats des expériences de Régnault avec la formule établie par MM. Mallard et Le Châtelier.

Voici les valeurs trouvées par Régnault pour la chaleur spécifique moyenne à pression constante

entre — 30° et + 10°	0,23771
0° + 100°	0,23741
0° + 200°	0,23731

Dans les mêmes conditions la formule (4) donne

entre — 30° et + 10°	6,758
0° + 100°	6,794
0° + 200°	6,824

En admettant que la chaleur spécifique entre 0° et 200° soit 0,23731 comme l'a trouvé Régnault nous devrions trouver

$$\begin{aligned} \text{entre — 30° et + 10°} & \frac{6,758}{6,824} \cdot 0,23731 = 0,23501 \\ \text{entre — 0° et + 100°} & \frac{6,794}{6,824} \cdot 0,23731 = 0,23627. \end{aligned}$$

Régnault aurait dû donc faire une erreur de 1,1 % dans le premier cas, et de 0,5 % dans le second cas : des erreurs semblables me semblent peu compatibles avec l'extrême exactitude de l'habile expérimentateur.

11. Du reste, peu importe pour l'étude que nous allons faire que la variation des chaleurs spécifiques soit aussi importante que l'indiquent MM. Mallard et Le Châtelier : nous allons prouver que cette variation n'est pas très grande dans les limites des températures que nous aurons à considérer.

12. Le cas le plus défavorable qui doit se présenter dans la suite est celui du générateur : la température maximum du foyer ne dépasse guère 1500°, de même que les gaz ne quittent pas le générateur à une température inférieure à 200°. Dans ces limites la variation de la chaleur spécifique des gaz parfaits est :

$$\begin{array}{rcl}
 \text{à } 200^{\circ} & C_p = 6,884 & \text{ou bien par } k^{\circ} \quad C_p' = 0,23849 \\
 \text{à } 1500^{\circ} & C_p = 7,664 & C_p' = 0,26552 \\
 \text{moyenne.} & \underline{7,274} & \underline{0,252}
 \end{array}$$

La différence est donc minime.

13. *Acide carbonique.* — Le cas de l'acide carbonique est plus délicat : Régnault avait déjà constaté une assez forte variation de la chaleur spécifique de ce gaz en opérant entre 0° et 200°. MM. Mallard et Le Châtelier, l'ont déterminée pour des températures bien supérieures ; leurs conclusions sont résumées par les formules

$$\begin{array}{l}
 (1)^a \quad C_p = 4,33 (0,01 \tau)^{0,367} \\
 (2)^a \quad C_p = 1,964 + 4,33 (0,01 \tau)^{0,367}
 \end{array}$$

où τ représente la température absolue.

On trouve alors pour les températures extrêmes de 200° et 1.500°

$$\begin{array}{rcl}
 \text{à } 200^{\circ} & C_p = 9,6228 \\
 \text{à } 1500^{\circ} & C_p = 14,4020
 \end{array}$$

et en rapportant ces résultats aux poids de 1 k° de Co² :

$$\begin{array}{rcl}
 \text{à } 200^{\circ} & C_p' = 0,2187 \\
 \text{à } 1500^{\circ} & C_p' = 0,3274
 \end{array}$$

14. Si donc les produits de la combustion étaient exclusivement formés d'acide carbonique on s'exposerait à de graves erreurs, en ne tenant pas compte de la variabilité de la chaleur spécifique de ce gaz. Mais, il n'en est point ainsi dans le cas d'un générateur : le mélange gazeux obtenu par la combustion de la houille ne contient

que relativement peu d'acide carbonique et une proportion très élevée d'oxygène et d'azote : il en résulte que la variation de la chaleur spécifique des gaz parfaits est beaucoup moins élevée que celle de l'acide carbonique.

15. Les limites extrêmes de la composition des gaz de la combustion sont :

$\text{CO}^2 = 21 \%$ volumes	$\text{CO}^2 = 0$
$\text{O} = 0$	$\text{O} = 21$
$\text{Az} = 79$	$\text{Az} = 79$

et la composition ordinaire est :

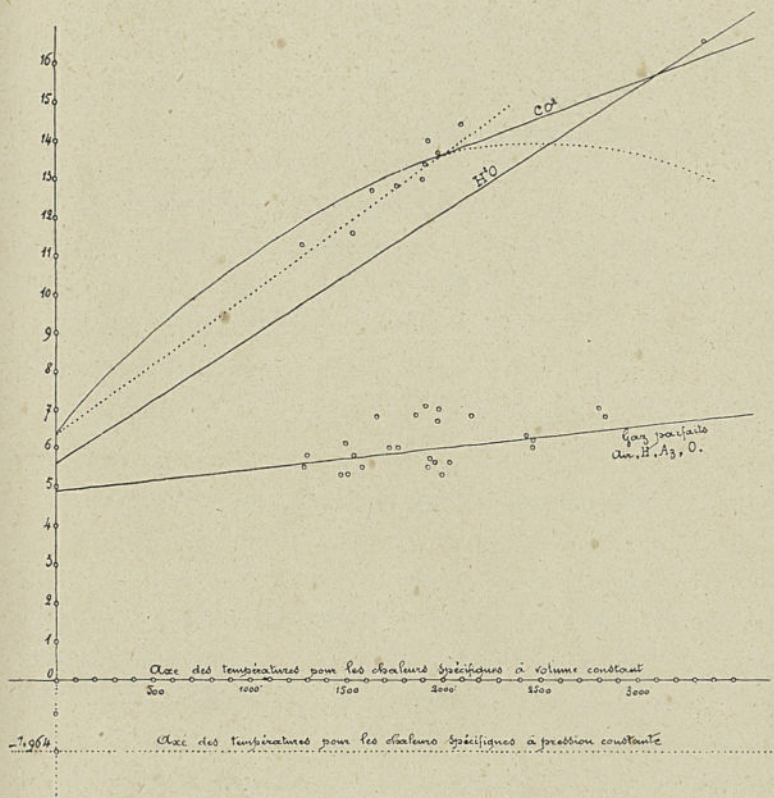
$\text{CO}^2 = 12 \%$
$\text{O} = 9$
$\text{Az} = 79$

En calculant la variation de la chaleur spécifique entre 200° et 1.500° pour ces trois cas nous trouvons :

	1 ^{er} CAS. $\text{CO}^2 = 21 \%$	2 ^e CAS. $\text{CO}^2 = 0 \%$	3 ^e CAS. $\text{CO}^2 = 12 \%$
C_p à 200°C	0,2395	0,2387	0,2392
C_p à 1500°	0,2841	0,2672	0,2769
C_p moyenne....	0,2628	0,3530	0,25805

En considérant ces résultats, nous voyons que malgré le grand écart des températures, la chaleur spécifique ne varie pas dans des proportions énormes, bien que nous ayons admis comme exacts les chiffres probablement trop élevés de MM. Mallard et Le Châtelier. Nous verrons du reste plus tard, qu'en se basant sur une moyenne de 0,258 pour la chaleur spécifique des gaz de la combustion on ne peut pas s'écarter de plus de 2 % dans le calcul des températures du foyer.

Planche I.



16. *Vapeur d'eau.* — Pour l'étude des appareils qui utilisent la vapeur d'eau, il est nécessaire de connaître la chaleur spécifique de cette vapeur. Régnault la considérait comme constante et lui attribuait la valeur

$$C_p = 8,5968$$

M. Winckelmann prouva qu'elle était variable (1); MM. Mallard et Le Châtelier exprimèrent cette variation par l'équation.

$$(5) \quad C_p = 7,574 + 0,00328 t$$

17. En pratique on n'a jamais à considérer des températures supérieures à 200° et dans le cas extrême, (condenseur à surface, évaporation dans le vide), on ne descend pas au-dessous de 30°; dans ces limites, la variation de la chaleur spécifique est assez faible — 4 % environ, — on peut donc faire usage d'une moyenne convenablement choisie pour chaque cas particulier.

§ 2. Puissance calorifique des combustibles.

18. La puissance calorifique des combustibles joue un rôle des plus importants dans les questions que nous aurons à traiter ultérieurement; il est donc indispensable d'avoir un procédé rapide et exact pour la détermination du nombre de calories dégagées par la combustion complète de l'unité de poids du combustible employé. Parmi les nombreuses méthodes dont nous pouvons disposer les unes sont trop compliquées pour être avantageusement utilisées dans la pratique, les autres sont trop inexactes: quelques-unes seulement sont à portée des industriels.

19. Le *procédé calorimétrique* est le seul qui soit exact au point de vue scientifique: les chiffres obtenus au moyen de la bombe calo-

(1) *Annales de Poggendorf* (1876), page 177.

rimétrique de M. Berthelot ou de celle de M. Malher ne sont guère discutés que par des personnes qui font intervenir dans les discussions scientifiques des questions purement personnelles. Je renvoie aux mémoires originaux pour ce qui concerne l'étude de ces questions (1).

20. Malheureusement les chiffres obtenus au calorimètre ne sont pas utilisables dans la pratique ; en effet, la houille placée dans ce calorimètre est brûlée complètement, — il ne reste qu'un résidu de matières minérales ; toute autre est la combustion dans un foyer de générateur : les cendres sont mêlées à une quantité notable de carbone non brûlé dont il faut tenir compte, ce qui n'est possible que par un nouvel essai calorimétrique — le procédé devient donc encore plus compliqué dans la pratique industrielle qu'il ne l'est dans l'étude scientifique. Le prix élevé des appareils est du reste un obstacle à la vulgarisation de cette méthode.

21. Malgré son inexactitude, la *loi de Dulong* est encore suffisante ; elle est toutefois encore bien compliquée : on admet dans cette méthode que la puissance calorifique d'un combustible est la somme des quantités de chaleur que l'on pourrait obtenir en brûlant séparément l'hydrogène, le carbone, le soufre, etc., contenus dans l'unité de poids ; il faut évidemment tenir compte, dans la pratique, de la perte de carbone par les cendres du foyer. Ce procédé demande l'intervention d'un chimiste expert pour les analyses élémentaires ; elle n'est donc pas à la portée de la grande majorité des industriels qui ne possèdent pas de laboratoire.

(1) SCHEURER-KESTNER. — Recherches sur la combustion de la houille, *Revue Scientifique*, 18 février 1888.

Même auteur : Le pouvoir calorifique de la houille, etc. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 30 mai 1892.

BERTHELOT. — *Annales de chimie et de physique*, p. 160, T. XXIII.

P. MAHLER. — Pouvoir calorifique des combustibles, communication à la société d'encouragement du 27 novembre 1891.

22. Le désir d'avoir une méthode simple ne doit pas cependant nous réduire à l'emploi du *procédé Berthier*, dont il ne faut plus parler qu'au point de vue historique. Je renonce même à le décrire.

23. Le seul procédé, réellement pratique et très suffisamment exact, est celui de M. Cornut, le regretté directeur de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur du Nord.

Cette méthode n'est malheureusement applicable qu'aux combustibles solides. Elle consiste à déterminer la teneur en matières volatiles et en carbone fixe de la houille ; à multiplier par 11.214 et par 8.080 (1) les teneurs respectives et à faire la somme de ces produits : le résultat représente le pouvoir calorifique

$$(6) \quad H = 11214 v + 8080 c$$

H, pouvoir calorifique.

v, poids de matières volatiles sur 1 gr.

c, poids de carbone fixe sur 1 gr.

Une série d'essais exécutés par M. Cornut a prouvé que cette méthode donne des résultats très satisfaisants : — en général l'erreur ne dépasse pas 3 %, elle a atteint, mais très rarement 7 à 8 %.

Il est évident que l'on devra tenir compte dans la pratique du carbone non brûlé qui a traversé la grille.

24. Dans les calculs de générateurs ou plus généralement des appareils de chauffage consommant la houille, il est plus commode de rapporter tous les résultats à la houille pure ; nous considérons comme houille pure la somme des matières volatiles et du carbone fixe contenues dans le charbon réellement brûlé.

25. Pendant un essai on brûle K' k^{os} de charbon et on obtient

(1) 11214 et 8080 représentent les pouvoirs calorifiques du carbone gazeux et du carbone solide.

comme résidu M k⁰⁸ de mâchefer et N k⁰⁸ de cendres fines. L'analyse du charbon donne la teneur en :

Humidité	=	a	}	sur 1 k ⁰
Matières volatiles	=	b		
Carbone fixe	=	c		
Cendres.....	=	d		

Celle du mâchefer et des cendres fines n'est faite qu'au point de vue de l'humidité :

humidité du mâchefer	m	sur 1 k ⁰
» des cendres fines	n	» »

Le poids de houille pure réellement brûlée sera donc :

$$K = K' (1 - a) - M (1 - m) - N (1 - n)$$

Ces K k⁰⁸ contiendront évidemment BK' k⁰⁸ de matières volatiles et $(c + d) K' - (1 - m) M - (1 - n) N$ k⁰⁸ de carbone fixe

L'analyse de la houille pure, réellement brûlée se déduira donc de

$$(7) \left\{ \begin{array}{l} \text{Matières volatiles : } \frac{b K'}{K' (1 - a) - M (1 - m) - N (1 - n)} = v \\ \text{Carbone fixe : } \frac{(c + d) K' - M (1 - m) - N (1 - n)}{K' (1 - a) - M (1 - m) - N (1 - n)} = c \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{sur} \\ 1 \text{ k}^0 \end{array}$$

Le pouvoir calorifique de cette houille pure peut, dès lors, être déduit de la formule de M. Cornut (23).

§ 3. — Composition des gaz de la combustion.

26. Pour connaître avec exactitude la composition moyenne des gaz de la combustion, il faudrait les capter en totalité dans un grand gazomètre. Malheureusement cette méthode est impraticable; en

effet, supposons un générateur ayant 3 m². de surface de grille, brûlant 50 kil. de houille pure par m².; chaque kilogramme de houille pure correspond pratiquement à 18 m³. de gaz de la combustion environ (à 0° et 760 m/m de Hg); pendant un essai de 8 heures de durée on produirait

$$3 \times 50 \times 8 \times 18 = 21600 \text{ m}^3 \text{ de gaz}$$

de la combustion ! Cet essai nécessiterait donc un énorme gazomètre de 45 m. de diamètre et 15 m. de hauteur. S'il n'y avait pas d'autre moyen de se rendre compte de la composition moyenne des gaz de la combustion, on serait donc obligé d'abandonner toute étude. Dans la pratique on peut arriver toutefois à trouver cette composition avec une approximation très suffisante et nous nous proposons d'exposer en détail ce procédé.

27. M. Scheurer-Kestner trouve cette moyenne en aspirant d'une façon régulière pendant toute la durée de l'expérience une partie plus ou moins grande des gaz de la combustion; l'analyse du mélange obtenu lui donne la composition cherchée. Cette méthode est évidemment défectueuse, car elle suppose que la vitesse des gaz dans les carneaux est constante, c'est-à-dire que le volume de gaz produit dans l'unité de temps est une quantité constante: il est facile de prouver au moyen de l'anémomètre que la vitesse des gaz dans les carneaux est d'autant plus grande que la proportion (1) de Co² est plus faible; il en résulte que la moyenne réelle est inférieure à celle que l'on obtient par le calcul de M. Scheurer-Kestner.

28. La vitesse du courant gazeux étant variable et d'autant plus grande que la proportion de CO² dans les gaz est plus faible, il en

(1) Ce que nous disons du CO² s'applique tout aussi bien au CO, O, Az, et autres gaz.

résulte immédiatement que la *quantité* d'acide carbonique produite dans l'unité de temps est sensiblement constante (1), c'est-à-dire que la quantité de houille brûlée dans l'unité de temps est aussi constante. Nous pourrions donc déterminer la composition moyenne des gaz de la combustion en nous basant sur cette propriété ; en réalité la combustion n'est pas constante : on brûle d'autant plus de houille que le % de CO² est plus faible, c'est un fait expérimental très facile à vérifier : il résulte de là que la moyenne calculée sera en général un peu trop forte, mais comme elle est toujours inférieure à celle que l'on obtient par l'autre procédé, il s'en suit qu'elle est plus exacte.

29. Ceci posé, divisons la durée totale de l'essai en un grand nombre n de périodes égales, faisons pour chacune un dosage de CO² dans les gaz. Si k est la quantité de houille pure brûlée pendant chacune de ces périodes, le volume de CO² pur traversant les carreaux sera par chaque période $\frac{11 k}{3 \gamma}$ à 0° et 760 m/m de Hg, ou $\frac{11 k n}{3 \gamma}$ pour les n périodes, γ étant le poids de 1 m.³ de CO² à 0° et 760 m/m et $\frac{11}{3}$ étant le rapport en poids d'une molécule de CO² à une molécule d'oxygène (O²).

30. Le dosage de l'acide carbonique donne pour chaque période le résultat

$$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \dots, \alpha_i, \dots, \alpha_n$$

Lorsque le % de CO² est α_i , l'air employé pour la combustion de 1 kil. de houille pure sera $\alpha_i k^{0.8}$, c'est-à-dire $\frac{\alpha_i k}{\gamma}$ m³ d'air ramené

(1) Ceci s'applique évidemment à un essai particulier : les variations peuvent être très grandes d'un générateur à un autre et pour deux essais d'un même générateur.

à 0° et 760 $\frac{\text{m}}{\text{m}}$ Hg pour k k^{os} de houille pure, γ' étant le poids de 1 m³ d'air.

31. Mais lorsque l'oxygène se transforme en CO², le volume ne change pas, donc $\frac{a_i k}{\gamma'}$ représente aussi le volume des gaz de la combustion pendant la période considérée, et $\frac{k a_i \alpha_i}{\gamma'}$ représentera le volume de CO² correspondant. Or, nous avons vu que pendant une période on produisait $\frac{11 k}{3 \gamma}$ m³ de CO², donc.

$$\frac{K a_i \alpha_i}{\gamma'} = \frac{11 K}{3 \gamma}$$

32. Le volume total des gaz de la combustion pendant toute la durée de l'essai sera donc :

$$\frac{K a_1}{\gamma'} + \frac{K a_2}{\gamma'} + \frac{K a_3}{\gamma'} + \dots + \frac{K a_u}{\gamma'}$$

ou bien, en remplaçant $\frac{k a_i}{\gamma'}$ par sa valeur.

$$\frac{11 k}{3 \gamma} \left\{ \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{1}{\alpha_3} + \dots + \frac{1}{\alpha_u} \right\} = \frac{11 K}{3 \gamma} \Sigma \left(\frac{1}{\alpha} \right)$$

En divisant le volume total (ramené à 0°) de CO² par le volume total des gaz de la combustion (ramené aussi à 0°), nous aurons le % moyen cherché :

$$\alpha_m'' = \frac{\frac{11 k n}{3 \gamma}}{\frac{11 k}{3 \gamma} \Sigma \left(\frac{1}{\alpha} \right)}$$

$$(8) \quad \alpha_m'' = \frac{n}{\Sigma \left(\frac{1}{\alpha} \right)}$$

33. Nous voyons donc que nous arrivons à un résultat indépendant de k et des α qu'il est difficile de calculer exactement. Nous pourrions appliquer le même procédé au calcul des moyennes de l'oxyde de carbone, de l'oxygène et des gaz combustibles ; en général, la teneur en CO^2 suffit, car il n'y a guère de CO et de gaz combustibles si le $\%$ de CO^2 ne dépasse pas 14 $\%$.

34. Nous nous sommes assuré de la durée d'une des n périodes pour voir si elles ne devaient pas être trop rapprochées ; pour cela nous avons comparé le résultat obtenu en aspirant les gaz d'une façon constante avec le résultat que l'on obtient en faisant un certain nombre de dosage par l'appareil Orsat pendant le même laps de temps et prenant la moyenne des $\%$ obtenus. Il est évident que la durée maxima d'une période sera déterminée dès qu'on aura le même résultat moyen pour les deux genres d'essais. Nous avons pu voir par de nombreux essais que :

1) Quand la période est de 5 minutes, les résultats diffèrent de près de 1 $\%$.

2) Quand la période est de 3 minutes, la différence n'est plus que de 0,5 à 0,6 $\%$.

3) Quand la période est de 1 minute, la différence est minime : elle n'a jamais dépassé 0,1 $\%$ sur des gaz de 6 à 14 $\%$ de CO^2 .

35. Nous concluons de là que la méthode que nous avons décrite, est applicable dès que l'on fait des dosages de CO^2 de minute en minute, ce qui est très facile.

§ 4. — Air employé pour la combustion.

36. La détermination du poids de l'air qui sert à la combustion ne présente aucune difficulté lorsqu'on connaît la composition chimique de la houille *réellement* brûlée et celle des gaz de la combustion.

Supposons que l'analyse de la houille (1) donne par kil.

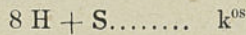
C^{kil.} de carbone.
O « d'oxygène.
H « d'hydrogène.
S « de soufre.

L'analyse volumétrique centésimale des gaz sera en moyenne :

CO² — V'
CO — V''
O — V'''

37. L'acide sulfureux et l'eau provenant du soufre et de l'hydrogène, sont condensés avant le dosage.

Le poids d'oxygène nécessaire à la combustion du S et de H est évidemment



comme le combustible en contient O kil., il n'en faudra que (8 H + S—O) kil. pris à l'air.

38. Il résulte de l'analyse de gaz que 1 m³ de gaz de la combustion contient :

1,976 V' k^{os} de CO²
1,254 V'' k^{os} de CO

provenant de :

$$\left(\frac{3}{11} 1,976 V' + \frac{3}{7} 1,254 V'' \right) \text{k}^{\text{os}}$$

de carbone ; il résulte de là que 1 kil. de houille pure produit :

$$\frac{\text{C}}{\frac{11}{3} \cdot 1,976 V' + \frac{3}{7} 1,254 V''} \text{ m}^3 \text{ de gaz de la combustion.}$$

(1) Après déduction des cendres, de l'humidité et du carbone qui a traversé la grille.

Or V' m³ de CO² proviennent de V' m³ d'oxygène

$$V'' \gg \text{CO} \gg \frac{1}{2} V'' \gg \gg$$

Par conséquent la combustion du carbone aura exigé par kil.

$$\frac{C}{\frac{3}{11} \cdot 1,976 V' + \frac{3}{7} \cdot 1,254 V''} \left(V' + \frac{1}{2} V'' + V''' \right) \times 1,437 \text{ k}^{\text{os}}$$

d'oxygène. En simplifiant nous trouvons :

$$\frac{2,667 C}{V' + V''} \left(V' + \frac{1}{2} V'' + V''' \right) \text{ k}^{\text{os}} \text{ d'oxygène}$$

qui, ajoutés aux (8 H + S—O) kil. nécessaires pour le soufre et l'hydrogène, donnent un total :

$$\frac{2,667 C}{V' + V''} \left(V' + \frac{1}{2} V'' + V''' \right) + (8 H + S - O) \text{ k}^{\text{os}}.$$

Mais 400 k^{os} d'air contiennent 23,1 kil. d'oxygène, donc pour 1 kil. de houille pure, il faut :

$$(9) A = 11,57 \frac{C}{V' + V''} \left(V' + \frac{1}{2} V'' + V''' \right) + 4,329 (8 H + S - O)$$

kilogrammes d'air.

39. Quand les gaz de la combustion ne contiennent pas plus de 10 à 12 % d'acide carbonique, on ne trouve que des traces d'oxyde de carbone, de sorte que l'on peut en général admettre $V'' = 0$.

La teneur des houilles en soufre est aussi très minime, nous pouvons poser aussi $S = 0$. Nous avons alors :

$$(10) A = 11,57 C \frac{V' + V'''}{V'} + 4,329 (8 H - O)$$

Cette formule est très approchée.

40. En général, on n'a pas même besoin d'une exactitude aussi grande; on néglige alors la seconde partie du deuxième nombre et on pose $V' + V''' = 0,208$, car la somme du volume de CO^2 et de O dans les gaz de la combustion est sensiblement égale au volume d'oxygène dans l'air; dès lors on a :

$$(11) A = \frac{2,406}{V'} \cdot C$$

où V' n'est autre chose que α_m que nous avons déterminé plus haut.

41. Je crois utile de donner un exemple permettant de comparer les diverses méthodes de détermination de A .

Analyse de la houille brute.

C =.....	0,865
O =.....	0,040
H =.....	0,020
S =.....	0,005
Cendres =..	0,070
	<hr/>
	1,000
	<hr/>

Les cendres en passant à travers la grille ont emporté un peu de carbone fixe, de sorte que de 1 kil. de houille brute on a utilisé seulement :

C.....	= 0,845
O.....	= 0,040
H.....	= 0,020
S.....	= 0,005
	<hr/>
Total..	0,910
	<hr/>

Ces 0,91 k^{os} forment la *houille pure* de 1 k^o de houille brute;

nous avons donc finalement pour l'analyse centésimale de la houille pure :

C.....	= 0,9290
O.....	= 0,0440
H.....	= 0,0220
S	= 0,0051
Total.....	<u>1,000</u>

L'analyse moyenne des gaz pendant la durée de l'essai a été :

CO ²	= 0,125
CO	= 0,003
O	= 0,072
Az	= 0,800
Total.....	<u>1,000</u>

Dès lors nous trouvons :

Par la 1 ^{re} méthode.....	A = 17,3 k ^{os}
Par la 2 ^e méthode.....	A = 17,55 »
Par la 3 ^e méthode.....	A = 17,9 »

La première méthode est exacte ; la seconde accuse une erreur de 1,5 % et la troisième de 3,5 %.

En général, les gaz de la combustion contiennent encore moins de CO : dans ce cas les erreurs sont plus faibles. Pour les houilles employées dans le Nord, la proportion de carbone dans la houille pure réellement brûlée est environ de 93 %. Ce chiffre se calcule facilement lorsqu'on connaît d'une part l'analyse élémentaire de la houille brute et d'autre part le poids des cendres obtenues et leur teneur en eau.

§ 5. — Température du foyer

42. Faut-il ou ne faut-il pas tenir compte du rayonnement du combustible qui brûle sur la grille d'un foyer? Naturellement il

faudrait séparer l'action de la chaleur rayonnante de l'action de la chaleur transmise à la paroi chauffée par les gaz à haute température : malheureusement on n'a aucune donnée permettant de séparer ces deux actions ; il faut donc recourir à une hypothèse ; la pratique nous dira si elle est ou non justifiée.

43. *Hypothèse* : « Toute la chaleur qui peut être développée par le combustible (puissance calorifique) sert à élever la température des gaz de la combustion ».

Cette hypothèse n'est pas nouvelle : elle a été admise par Macquorn Rankine pour l'étude des générateurs. Le professeur Codazza, en Italie, l'a encore reprise, et le professeur Ferrini, de Turin, l'accepte aussi dans son ouvrage « technologie de la chaleur. » Mais une hypothèse doit pouvoir être vérifiée ; dans ce but, j'ai entrepris une série d'essais sur un générateur de 80 m² appartenant aux Établissements Kuhlmann à l'usine de la Madeleine-lez-Lille.

1^{er} Cas. — Grille ordinaire de 2,66 m² à 45 % de vides.

2^e Cas. — Grille ordinaire de 1,80 m² à 45 % de vides.

3^e Cas. — Grille spéciale de 2,66 m² à 55 % de vides.

4^e Cas. — Grille spéciale de 2 m² à 55 % de vides.

Malgré la grande variation des surfaces de grille, le coefficient de transmission de la chaleur, (dont il sera parlé plus loin), n'a varié que d'une façon absolument insignifiante : ceci prouve que l'hypothèse que nous avons faite est légitime, du moins pour le cas du générateur et les cas analogues.

44. Dès lors le calcul de la température du foyer est très simple, soient :

H, la puissance calorifique de la houille pure.

A, la quantité d'air nécessaire pour brûler 1 kilogr. de houille pure.

c, la chaleur spécifique des gaz de la combustion.

T¹, la température des gaz au foyer.

t, la température de l'air affluant sous la grillé.

Nous aurons évidemment :

$$c (A + 1) (T_1 - t) = H$$

d'où :

$$(12) \quad T_1 = \frac{H}{c (A + 1)} + t$$

Insistons encore une fois sur ce point que la chaleur spécifique des gaz de la combustion est une quantité sensiblement constante, égale à 0,258 dans les limites ordinaires du générateur. On pourrait cependant tenir compte de sa variation en admettant les formules de MM. Mallard et Le Châtelier.

§ 6. — Température des gaz au registre.

45. La température des gaz de la combustion qui quittent un générateur est variable pendant toute la durée d'un essai : elle diminue à mesure que la température du foyer augmente, pourvu toutefois que cette dernière soit supérieure à 650° ; dans le cas contraire elle diminue avec la température du foyer. Ceci n'est pas évident *à priori* : la pratique me l'avait démontré avant la théorie ; depuis j'ai dressé une courbe d'après les chiffres fournis par le calcul, — il en sera question au chapitre des générateurs.

46. Pour obtenir pratiquement la température moyenne des gaz de la combustion au moment où ils quittent le générateur, on peut se servir avec avantage d'un thermomètre à mercure : il est nécessaire de le placer dans le carneau de telle façon que le réservoir de mercure se trouve bien au centre de la veine gazeuse. La précaution de plonger le thermomètre dans un réservoir de paraffine introduit dans le carneau est très recommandable ; les variations accusées par l'instrument sont moins élevées, mais, la moyenne indiquée est toujours exacte.

47. Les thermomètres enregistreurs sont naturellement les meil-

leurs instruments que l'on puisse employer pour ces études ; malheureusement leur prix très élevé, ne permet guère leur vulgarisation.

48. Il est évident que le thermomètre à mercure ne peut pas être employé lorsque la température des gaz de la combustion dépasse 350° : bien que ce cas se présente assez rarement, il faut toujours s'assurer par un essai préalable au moyen du calorimètre que la température est réellement inférieure à 350° .

49. Dans le cas où, par exception, cette limite serait dépassée, il faudrait avoir recours aux pyromètres de divers systèmes, aux calorimètres, ou aux thermomètres enregistreurs.

CHAPITRE II.

HYPOTHÈSE DE PÉCLET.

50. Considérons deux fluides en mouvement séparés par une paroi solide quelconque : la température du fluide chauffant s'abaisse dans le sens du mouvement, l'inverse a lieu pour le fluide chauffé.

La quantité de chaleur qui traverse dans l'unité de temps un élément infiniment petit dS de la surface de chauffe est en raison directe de la différence des températures en ce point et d'un coefficient d' nommé *coefficient de transmission* de la chaleur, donc :

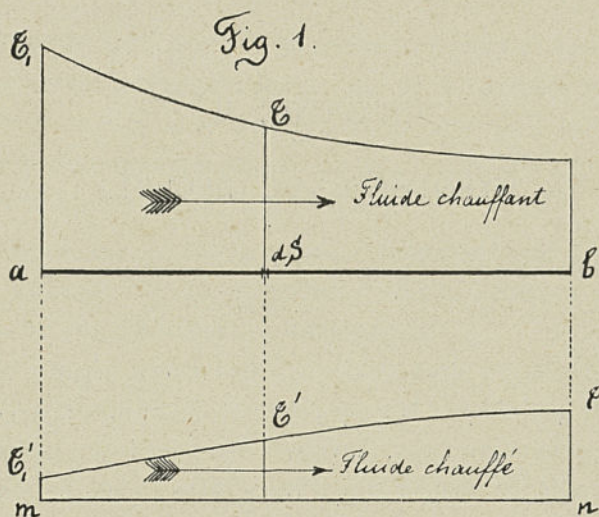
$$(13) \quad dQ = \alpha' (T - T') dS$$

51. Contrairement aux résultats de ses expériences, Péclet a admis que α' était une constante ; nous allons examiner à quels résultats on arrive en appliquant cette hypothèse aux appareils à courants concordants et à courants contraires.

52. Soient ab une surface de chauffe S séparant deux fluides, [fig. 1 pour l'appareil à courants concordants et fig. 2 pour l'appareil à courants contraires], animés d'une certaine vitesse dans le sens des flèches.

Nous portons à partir de ab des ordonnées représentant les températures du fluide chauffant aux divers points de la surface de chauffe ; de même, à partir de mn , nous portons les températures correspondantes du fluide chauffé.

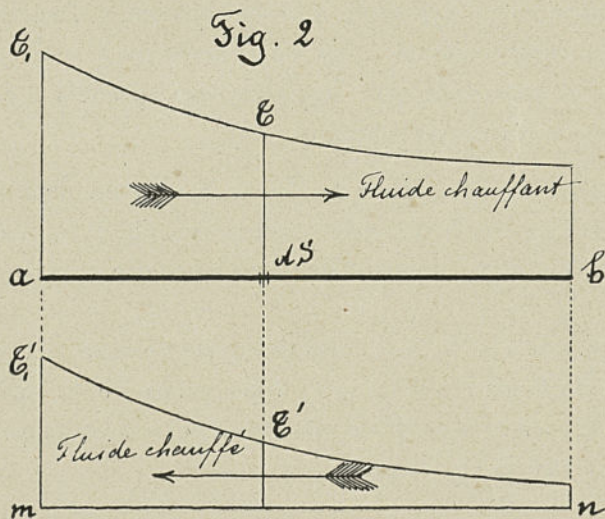
Nous admettons donc que l'état d'équilibre est établi, c'est-à-dire que la température n'est plus fonction du temps, mais du lieu.



Soient enfin :

P le poids de fluide chauffant qui circule par heure et c sa chaleur spécifique.

P' le poids du fluide chauffé par heure et c' sa chaleur spécifique.



A partir du point initial où le fluide chauffant est à T_1^0 cent., jusqu'au point où sa température n'est plus que de T^0 , il cédera au fluide froid, Q calories et, l'utilisation étant supposée parfaite, on aura :

$$(14) \quad Q = cP (T_1 - T)$$

pendant la période correspondante, le fluide chauffé recevra :

$$(15) \quad Q = c' P' (T' - T_1')$$

à courants concordants

et

$$(15^{bis}) \quad Q = c' P' (T_1' - T')$$

à courants contraires.

T' est la température du fluide chauffé correspondante à la température T du fluide chauffant.

T_1' est la température de ce fluide correspondante à la température T_1 du fluide chauffant, c'est-à-dire que T_1' est la température *initiale* pour le cas de l'appareil à courants concordants et la température *finale* pour le cas de l'appareil à courants contraires.

53. Dans les deux équations (14) et (15), nous avons trois inconnues, Q , T' et T . Pour que le problème soit déterminé, il nous faut une troisième équation. D'après l'hypothèse de Péclet, nous avons en chaque point de la surface de chauffe :

$$(16) \quad dQ = \alpha' (T - T') dS$$

De (14) et (15) ou (15^{bis}) nous tirons :

$$T = T_1 = \frac{Q}{cP}$$

$$T' = \begin{cases} T_1' + \frac{Q}{c'P'} & \text{courants concordants} \\ T_1' - \frac{Q}{c'P'} & \text{courants contraires.} \end{cases}$$

Donc :

$$T - T' = T_1 - T_1' - Q \left(\frac{1}{cP} + \frac{1}{c'P'} \right) \text{ courants concordants}$$

$$T - T' = T_1 - T_1' - Q \left(\frac{1}{cP} - \frac{1}{c'P'} \right) \text{ courants contraires.}$$

Posons
$$\frac{1}{cP} \pm \frac{1}{c'P'} = n.$$

Nous aurons, en remplaçant T et T', par leur valeur dans (16) :

$$dQ = \alpha' (T_1 - T_1' - nQ) dS.$$

Transformant cette équation pour l'intégration on a :

$$\begin{aligned} \frac{dQ}{T_1 - T_1' - nQ} &= \alpha' dS. \\ - \frac{T_1 - T_1' - nQ}{d(T_1 - T_1' - nQ)} &= \alpha' n dS \\ (17) \quad - \log. \text{ hyp. } (T_1 - T_1' - nQ) &= \alpha' nS + \text{Const.} \end{aligned}$$

Or, pour $S = 0$, $Q = 0$, donc :

$$\text{Const.} = - \log \text{ hyp. } (T_1 - T_1')$$

Et, en remplaçant dans (17), nous aurons :

$$\begin{aligned} \log. \text{ hyp. } \frac{T_1 - T_1'}{T_1 - T_1' - nQ} &= \alpha' nS \\ \frac{T_1 - T_1'}{T_1 - T_1' - nQ} &= e^{\alpha' nS} \end{aligned}$$

D'où l'on tire Q :

$$(18) \quad Q = \frac{T_1 - T_1'}{n} \left\{ 1 - \frac{1}{e^{\alpha' nS}} \right\}$$

54. J'ai fait le calcul en détail pour ce cas particulier ; il sera inutile de le faire maintenant pour les autres modes de chauffage,

condenseur, générateur, etc., où l'un des fluides change d'état. En effet, la formule (18) ne peut servir que dans le cas où les deux fluides conservent leur état pendant toute la durée du chauffage, or nous aurons à nous occuper de conditions absolument différentes qui nécessitent une transformation des formules.

55. Une étude particulièrement intéressante est celle des *condenseurs à surface* ; on sait que dans ces appareils la vapeur d'eau vient se condenser contre des parois refroidies par un courant d'eau froide : la pression de la vapeur y est très faible ; j'insiste sur ce point, car il semble que la pression de la vapeur ait une certaine influence sur le coefficient de transmission α' . En général, les condenseurs sont méthodiques, c'est-à-dire que la vapeur arrivant dans l'appareil rencontre la paroi la plus chaude et l'eau condensée se trouve au contact de la paroi la plus froide. C'est en somme un appareil à courants contraires dans lequel un des fluides change d'état.

56. Abordons maintenant le calcul en conservant la même représentation graphique que pour les appareils étudiés plus haut.

La quantité de chaleur cédée par le fluide chauffant, la vapeur d'eau qui se condense et dont la température est constante — est :

$$(19) \quad Q = (\lambda - T) P'$$

ou λ est chaleur totale de vaporisation à la pression p du condenseur.

T la température de l'eau condensée.

P' , le poids de vapeur condensée par heure.

La déperdition de chaleur par rayonnement est négligeable, nous la supposons nulle. Dès lors la chaleur reçue par l'eau de réfrigération sera aussi Q .

$$(20) \quad Q = (T' - T_1') P''$$

T' température de l'eau à la sortie du condenseur.

T_1' » » à l'entrée »

P'' poids d'eau par heure.

De (19) et (20) nous tirons les valeurs de T et T' et les introduisons dans l'équation (13) de Péclet :

$$dQ = \alpha' (\lambda - T_1' - nQ) dS$$

ou

$$n = \frac{1}{P'} + \frac{1}{P''}$$

En intégrant, nous aurons :

$$\alpha' n S = \text{lg. hyp.} \frac{\lambda - T_1'}{\lambda - T_1' - nQ}$$

D'où en posant $\frac{P''}{P'} = P$ et $\frac{S}{P'} = s$, nous aurons :

$$(21) \quad \alpha' = \frac{P}{(1 + P) s} \text{lg. hyp.} \frac{\lambda - T_1'}{\lambda - T_1' - \frac{P + 1}{P} (\lambda - T)}$$

après avoir remplacé Q par sa valeur tirée de (19).

57. Avec un condenseur donné, on peut étudier la formule (21) que nous venons d'obtenir ; il suffit pour cela de déterminer :

- 1) La pression au condenseur et par suite de calculer λ .
- 2) Les températures T de la vapeur condensée et T_1' de l'eau de réfrigération à l'entrée.
- 3) P le poids d'eau de réfrigération par kilog. de vapeur.
- 4) s la surface de réfrigération par kilog. de vapeur.

Des essais très complets (1) ont été faits par M. Audenet, ingénieur de la marine, sur le condenseur à surface du bâtiment « DIVES », petit transport.

Ce condenseur avait une surface de réfrigération de 117 m².

(1) Dictionnaire de Lamy. article *Condenseur*.

Il est regrettable que le compte-rendu de ces essais ne donne aucun détail sur la construction de l'appareil, ni, ce qui est plus grave, aucune indication sur le vide obtenu pendant les divers essais ; heureusement la pression du condenseur est peu variable, elle oscille dans les environs de 70 à l'indicateur de vide (le vide absolu étant marqué 76) ; de plus, λ ne varie pas beaucoup entre les limites de la pression au condenseur ; en effet :

pour le vide de 65..... $\lambda = 623,0$
 pour le vide de 74..... $\lambda = 613,5$

et ce sont les limites extrêmes !

58. Nous supposerons donc, dans nos calculs que la pression a été constante pendant la durée de tous les essais et égale à 0,080 atmosphères, ce qui correspond à un vide de 70. La température de la vapeur à cette pression est de 42° cent., par conséquent :

$$\lambda = 619,3 \text{ calories.}$$

Ceci posé, toutes les autres quantités sont portées sur le tableau ci-dessous, résumant les essais de M. Audenet.

	NOMBRE de tours du moteur par minute.	Puissance indiquée.	POIDS de vapeur condensée par heure.	SURFACE de réfrig. par k° de vapeur et par heure s en m².	POIDS d'eau de réfrig. par k° de vapeur P	TEMPÉRA- TURE de l'eau condensée T	TEMPÉRA- TURE de l'eau de réfrig. à l'entrée T ₁ '
1 ^{er} essai.....	49	120	1827	0,06437	101	22	10
2 ^e essai.....	62	205	2392	0,04916	97	23	10
3 ^e essai.....	69	256	2863	0,04107	88	23	10
4 ^e essai.....	74	315	3382	0,03477	83	24	10
5 ^e essai.....	75	343	3637	0,03233	78	24	10
6 ^e essai.....	76	357	3739	0,03145	76	24	10
7 ^e essai.....	81	450	4617	0,02547	66	28	10
8 ^e essai.....	86	541	5336	0,02203	60	30	10
9 ^e essai.....	91	617	6068	0,01938	57	35	10

Nous avons ainsi toutes les quantités nécessaires pour calculer le coefficient de transmission dans les neuf cas étudiés ; en remplaçant les lettres par leurs valeurs dans l'équation (21), nous trouvons :

α_1'	=	.....	72,28
α_2'	=	.....	92,23
α_3'	=	.....	112,90
α_4'	=	.....	130,70
α_5'	=	.....	142,90
α_6'	=	.....	148,00
α_7'	=	.....	167,80
α_8'	=	.....	188,80
α_9'	=	.....	195,40

l'indice se rapporte au numéro d'ordre de l'essai.

59. Malgré les écarts énormes qui existent entre les valeurs de α' déterminées par les diverses expériences, il ne faut pas se presser de conclure que l'hypothèse de Pécelet est à rejeter ; les variations peuvent tenir, en effet, à plusieurs causes : des erreurs d'observations peuvent avoir été commises et la formule (21) être très sensible à des variations, même faibles, des quantités mal déterminées ; il se pourrait aussi que cette même formule donnât des chiffres très différents pour α' dès que la pression du condenseur varie tant soit peu. Cependant l'augmentation continue de α' depuis le 1^{er} jusqu'au 9^e essai tendrait à faire supposer, *a priori*, que les variations ne sont point accidentelles, mais qu'elles proviennent bien de l'insuffisance de l'hypothèse. Il est très facile de résoudre cette incertitude : de l'équation (21) tirons la valeur de T :

$$(22) \quad \lambda - T = \frac{P}{P+1} (\lambda - T_1') \left\{ 1 - \frac{1}{e^{\alpha' \frac{1}{1+P_s}}} \right\}$$

En admettant pour α' la moyenne des valeurs obtenues par les essais, soit $L' = 139$, et remplaçant les lettres par leurs valeurs,

nous trouvons quelle aurait dû être la température de sortie de l'eau condensée si l'hypothèse de Péclet était exacte :

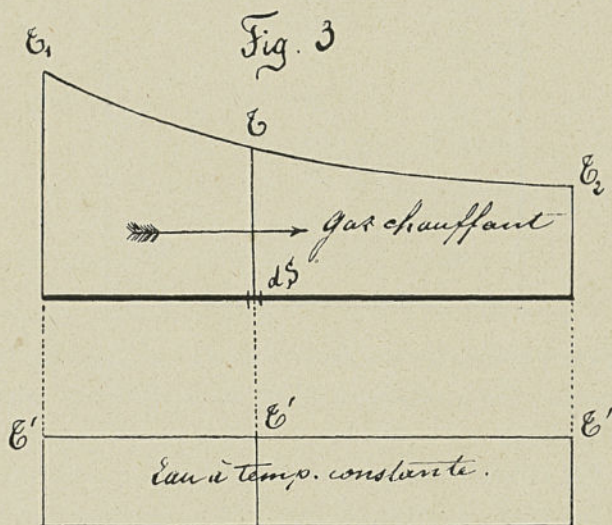
T calculée.	T trouvée.	Différence.
16	22	+ 6
17	23	+ 6
19	23	+ 4
22,3	24	+ 1,7
24,4	24	— 0,4
24,6	24	— 0,6
36,7	28	— 8,7
46,7	30	— 16,7
61,3	35	— 26,3

60. Il est inadmissible que des erreurs aussi prodigieuses aient pu être faites par l'expérimentateur : ce n'est donc pas à cette cause qu'il faut attribuer les variations du coefficient de transmission de la chaleur. Les variations de pression au condenseur ne les expliquent pas plus : en effet, en admettant pour λ les valeurs extrêmes 613, 5 et 623, 0 (page 31), nous obtenons des valeurs de T qui ne diffèrent pas de 1° de celles calculées plus haut. Tout ce que nous venons de dire s'applique aux cas où l'on prendrait pour α' une quelconque des neuf valeurs déterminées par les essais de M. Audenet : si l'on prend pour α' des valeurs inférieures à 139, la température T calculée augmentera de valeur, elle diminuera par contre si α' est supérieur à 139.

61. Est-il nécessaire de discuter les résultats obtenus? — Les chiffres me semblent assez éloquents : l'hypothèse de Péclet appliquée au cas du condenseur à surface nous a conduits à des résultats erronés : nous devons donc la rejeter dans tous les cas où il s'agira d'échange de chaleur entre un liquide et de la vapeur d'eau : condenseur, chauffage d'un liquide, concentration d'une solution, etc.

62. Passons à l'étude d'un autre cas non moins intéressant — celui du *chauffage ou de la vaporisation d'un liquide par un gaz* ; c'est, par exemple, le cas du générateur.

63. Soit *ab* la surface de chauffe *S* séparant le liquide et le gaz (fig. 3) : le liquide a une vitesse égale à 0, sa température est de plus constante = T' .



Quant au gaz, sa température initiale est T_1 .

Par un raisonnement en tous points semblable à celui que nous avons fait plus haut, nous arrivons à la formule donnant la valeur du coefficient de transmission de la chaleur en fonction des températures, de la surface de chauffe et de la quantité des fluides employés. Nous donnons ci-dessous le calcul sans explications, sauf pour *B* :

$$Q = \beta c P (T_1 - T)$$

Toute la quantité de charbon cédée par le combustible n'est pas transmise à l'eau chauffée : on en perd une partie par rayonnement, une autre par les cendres chaudes, etc., etc. ; nous désignons par *B* la partie réellement utilisée ; il est facile de la calculer dans la prati-

que : en effet, nous avons pour la quantité de chaleur absorbée par l'eau :

$$Q = V (\lambda - q_0)$$

V, poids d'eau vaporisée par heure.

λ, chaleur totale de vaporisation.

q₀, chaleur de fluidité de l'eau d'alimentation ;

il en résulte :

$$\beta c P (T_1 - T) = V (\lambda - q_0)$$

d'où l'on tire la valeur de B, les autres quantités pouvant être observées ou calculées comme nous l'avons indiqué plus haut.

D'après l'hypothèse de Pécelet :

$$dQ = \alpha_1 (T - T') dS.$$

$$T = T_1 - \frac{1}{\beta c P} Q$$

$$\frac{1}{\beta c P} = n.$$

$$n Q = T_1 - T$$

$$\alpha_1 dS = - \frac{d(T_1 - T' - n Q)}{T_1 - T' - n Q}$$

$$\alpha_1 n S + \text{constante} = - \text{lg. hyp. } T_1 - (T' - n Q)$$

Pour..... S = 0 Q = 0

donc

$$\text{Constante} = - \text{lg. hyp. } (T_1 - T')$$

par suite :

$$\alpha_1 n S = \text{lg. hyp. } \frac{T_1 - T'}{T_1 - T' - n Q}$$

Mais, Q = V (λ - q₀) pour tout le générateur ; si les gaz quittent le générateur à T₂^o, ils cèdent en tout c P (T₁ - T₂) calories ; la partie utilisée est :

$$Q = \beta c P (T_1 - T_2)$$

mais

$$\beta c P = \frac{1}{n}$$

Donc :

$$nQ = (T_1 - T_2)$$

En remplaçant, nous aurons :

$$(23) \quad \alpha_1 = \frac{V}{S} \cdot \frac{\lambda - q_0}{T_1 - T_2} \lg. \text{ hyp. } \frac{T_1 - T}{T_2 - T}$$

Mais

$$\lg. \text{ hyp. } = 2,302585 \lg. \text{ vulg.}$$

donc :

$$(24) \quad \alpha_1 = 2,302585 \frac{V}{S} \frac{\lambda - q_0}{T_1 - T_2} \lg. \frac{T_1 - T}{T_2 - T}$$

64. C'est cette formule qu'il s'agit de soumettre à l'expérience.

Etant donné un générateur, il est facile d'observer sa vaporisation par mètre carré $\frac{V}{S}$, la température de la vapeur T^o , la température de l'eau d'alimentation t_0^o et la température des gaz quittant le générateur t_2 . Connaissant t_0 on calcule q_0 , de même la connaissance de T' permet de calculer λ , par la formule de Régnauld.

Nous avons vu plus haut comment on peut calculer la température du foyer. En mai et juin 1891, j'ai fait une série d'expériences pour contrôler la formule (24); sur huit expériences, sept seulement peuvent être considérées comme exactes, la dernière a dû être rejetée par suite d'un accident survenu à l'appareil servant à déterminer la proportion de CO^2 dans les gaz de la combustion.

Le tableau 2 ci-contre, résume les observations et les calculs qui ont été faits :

En remplaçant $\frac{V}{S}$, λ , q_0 , T_1 , T_2 et T' par leurs valeurs dans l'équation (24), nous trouvons pour α_1

1 ^{er} Essai.....	— $\alpha_1 = 21,176$	}	Générateur N ^o 10.
2 ^e Essai.....	.....	— $\alpha_1 = 20,770$	
3 ^e Essai.....	.....	— $\alpha_1 = 16,520$	
4 ^e Essai.....	.....	— $\alpha_1 = 12,510$	
5 ^e Essai.....	.....	— $\alpha_1 = 16,566$	
6 ^e Essai.....	— $\alpha_1 = 15,470$	}	Générateur N ^o 11.
7 ^e Essai.....	.....	— $\alpha_1 = 16,360$	

TABLEAU N^o 2.

ESSAIS DE GÉNÉRATEURS.

ESSAIS DE GÉNÉRATEURS

NUMÉRO D'ORDRE DE L'ESSAI	1		2		3		4		5		6		7	
	13-5-91	14-5-91	14-5-91	22-5-91	1-6-91	2-6-91	9-6-91	10-6-91						
Date de l'essai.....	10	10	10	10	10	10	11	11						
Lieu de l'essai.....	Usine de La Madeleine lez-Lille, aux Manufactures de Produits Chimiques du Nord.													
Numéro du générateur.....	Générateur à bouilleurs.													
Système de générateur.....	Générateur à bouilleurs.													
Constantes du générateur :														
Diamètre du corps cylindrique.....	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40						
Longueur —	9,70	9,70	9,70	9,70	9,70	9,70	9,70	9,70						
Diamètre des 2 bouilleurs	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85						
Longueur —	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70						
Surface de chauffe utile	80 m ²	80 m ²	80 m ²	80 m ²	80 m ²	80 m ²	80 m ²	80 m ²						
Surface de grille.....	2,66	2,66	2,00	2,00	2,00	2,00	2,66	2,66						
Durée de l'essai.....	7 ^h 5'	8 ^h 15'	7 ^h 30'	7 ^h 30'	8 ^h 35'	7 ^h 18'	6 ^h 20'	8 ^h 10'						
Pression :														
En K ^{es}	5,5	4,875	5,32	5,32	4,9	5,08	3,84	4,55						
En atmosphères.....	6,3	5,71	6,42	6,42	5,71	5,90	4,742	5,38						
Température correspondante T'.....	161,4	157,35	160	160	157,35	158,6	150	155						
Chaleur totale de vaporisation λ.....	655,6	654,5	655,3	655,3	654,5	654,9	652,25	653,775						
Eau d'alimentation :														
Température t ₀	19°	19,5	85°	85°	70°	65°	100°	100°						
Chaleur de fluidité t ₀ (environ).....	19	14,5	85	85	70	65	100	100						
Poids total.....	7961,4	8412,6	5858,2	5858,2	5869,4	6145	5487	8086,4						
Poids par heure V.....	1123,92	1097,2	781,1	781,1	684,08	837,6	866,39	990,17						
Charbon et cendres :														
Poids total de charbon brut.....	1330	1400	980	980	688	800	800	1150						
Poids par heure K'.....	187,8	169,7	130,67	130,67	80,15	109,59	126,3	140,81						

Analyse	1		2		3		4		5		6		7	
	1,051	16,828	16,828	70,332	14,189	100k	98k	3,58	23,34	1136,50	160,40	19,693	80,307	8736
H ₂ O %.....	4,50	4,50	2,48	4,50	2,48	1,90	1,90	5,224	7,785					
Matières volatiles %.....	16,828	16,828	16,45	16,828	16,45	17,07	17,07	45,114	16,096					
Carbone fixe %.....	70,332	70,332	70,69	70,332	70,69	71,70	71,70	69,895	63,366					
Cendres %.....	14,189	14,189	10,35	14,189	10,35	9,33	9,33	9,770	12,753					
Poids des mâcheferes.....	100k	100k	80k,6	100k	80k,6	33k,8	33k,8	65k	79k					
Poids des cendres fines.....	98k	102k	49k	98k	49k	90k	90k	62k	93k,6					
% d'eau dans les mâcheferes.....	3,58	0,055	0,059	3,58	0,055	0,32	0,32	0,515	1,32					
% d'eau dans les cendres fines.....	23,34	20,95	16,23	23,34	20,95	22,43	22,43	20,910	21,36					
Poids de houille pure réellement brûlée.....	1136,50	1196,310	814,3	1136,50	814,3	681,30	681,30	644,540	908,920					
Poids — — par heure K.....	160,40	145	108,57	160,40	145	93,33	93,33	101,77	111,3					
Analyse de la houille pure brûlée. { Matières volatiles	19,693	19,693	18,690	19,693	18,690	19,717	19,717	20,044	20,366					
{ Carbone fixe.....	80,307	80,307	81,310	80,307	81,310	80,283	80,283	81,24	79,934					
Chaleur de combustion de la houille pure (Méthode Cornut).....	8736	8736	8703	8736	8703	8747	8747	8705	8783					
Gaz de la combustion :														
% de CO ² dans les gaz α _m (Moyenne α _m = $\frac{\sum \alpha}{\alpha}$).....	6,4	6,3	5,0	6,4	5,0	6,2	6,2	5,6	7,0					
Air employé par K de houille pure A.....	36,68	35,52	44,75	36,68	44,75	36,05	36,05	40,00	32,00					
Température devant le générateur t.....	24°	21°	20°	24°	20°	18°	18°	18°	12°					
Température des gaz quittant le générateur T ₂	365°	345°	335°	365°	335°	300°	300°	310°	316°					
Température du foyer (calculée) T ₁	920°	948°	737°	920°	737°	935°	935°	856°	1020°					
Calculs divers :														
Vaporisation par m ² $\frac{V}{S}$	14,05	13,715	9,764	14,05	9,764	10,471	10,471	10,3	12,375					
Vaporisation par K° de houille brute $\frac{V}{K}$	5,98	6,650	6,00	5,98	6,00	7,644	7,644	6,86	7,04					
Vaporisation — — pure $\frac{V}{K}$	7,01	7,56	7,18	7,01	7,18	8,964	8,964	8,49	9,00					
Houille brute par m ² de générateur $\frac{K'}{S}$	2,348	2,12	1,63	2,348	1,63	1,370	1,370	1,58	1,76					
— pure — — $\frac{K}{S}$	2,004	1,812	1,36	2,004	1,36	1,168	1,168	1,28	1,39					
— brute par m ² de grille $\frac{K'}{S}$	70,8	63,80	65,25	70,8	65,25	54,80	54,80	47,50	52,80					
— pure — — $\frac{K}{S}$	60,4	54,50	54,25	60,4	54,25	46,72	46,72	38,50	41,80					
Utilisation β.....	82,71%	84,49%	86,30%	82,71%	86,30%	87,11%	87,11%	81,18%	83,15%					

Nous avons donné les résultats des essais du générateur N° 44 bien qu'en toute rigueur, nous ne soyons pas en droit de les comparer avec ceux du générateur N° 10 ; nous baserons notre critique sur les cinq essais de ce dernier.

65. Les différences entre les résultats obtenus pour le coefficient de transmission de la chaleur sont très grandes, moins importantes pourtant que pour le cas du condenseur ; l'écart maximum est de $24,476 - 12,51 = 8,666$, ce qui représente 70% de la valeur du quatrième essai ; c'est encore énorme et il serait impossible de se servir de ces chiffres pour une étude de générateur.

En prenant la moyenne des cinq essais, nous trouvons 17,508 : cette valeur s'écarte de :

12,1	%	de celle du 1 ^{er} essai, en moins.
11,3	%	» 2 ^e » , en moins.
5,7	%	» 3 ^e » , en plus.
28,6	%	» 4 ^e » , en plus.
5,4	%	» 5 ^e » , en plus.

Comme les valeurs de la vaporisation par m² sont directement proportionnelles aux valeurs de α_1 , il faudrait que nous eussions fait des erreurs colossales d'observation pour expliquer les écarts obtenus.

Si l'on était tenté d'attribuer l'erreur à ce que nous avons écarté la question du rayonnement, on ne parviendrait pas à expliquer la différence sensible qui existe entre le troisième et le quatrième essai et entre celui-ci et le cinquième, puisque, dans ces trois cas, la surface de grille était la même.

66. En thèse générale, nous pouvons donc dire que l'hypothèse de Péclet n'est pas applicable, même approximativement, dans les cas de la transmission de la chaleur de la vapeur au liquide et d'un gaz à un liquide, c'est-à-dire pour le condenseur à surface,

le chauffage par la vapeur,
la concentration des solutions,
le générateur.

En 1886 j'ai fait aussi, aux Salins de Giraud (Bouches-du-Rhône), des essais sur le chauffage d'un courant de gaz acide carbonique par des gaz de la combustion; ces essais, bien qu'incomplets, m'ont prouvé que l'hypothèse de Pécelet était aussi insuffisante dans ce cas. Nous allons passer maintenant à l'examen d'une autre hypothèse qui donne dans les cas étudiés des résultats très satisfaisants.



CHAPITRE III.

HYPOTHÈSE DE RANKINE.

67. Nous avons vu (54) que dans la formule de la transmission de la chaleur

$$dQ = \alpha' (T - T') dS$$

Péclet admettait l'invariabilité du coefficient α' avec les différences $(T - T')$ des températures. L'expérience est en contradiction avec cette hypothèse et tend à prouver que α' augmente avec cette différence.

Macquorn-Rankine supposa qu'elle lui était directement proportionnelle et posa :

$$(25) \quad \alpha' = \alpha (T - T')$$

où α est un coefficient constant de la transmission de la chaleur. Notre formule devient alors :

$$(26) \quad dQ = \alpha (T - T')_2 dS$$

68. Nous allons examiner, ce que deviennent dans ce cas, les formules de transmission de la chaleur dans le cas de l'appareil à courants concordants et dans celui de l'appareil à courants contraires. Reportons-nous pour cela aux fig. 1 et 2 (page 26) et conservons la même notation.

De T_1^0 à T^0 , le fluide chauffant cède par heure :

$$(14) \quad Q = c P (T_1 - T) \text{ calories}$$

et le fluide chauffé absorbe :

$$(15) \quad Q = c' P' (T' - T_1') \text{ appareil à courants concordants}$$

$$(15^{\text{bis}}) \quad Q = c' P' (T_1' - T') \quad \text{—} \quad \text{contraires}$$

De (14) et (15) ou (15 bis), nous tirons :

$$T = T_1 - \frac{Q}{c P}$$

$$T' = \begin{cases} T_1' - \frac{Q}{c' P'} & \text{courants concordants} \\ T_1' + \frac{Q}{c' P'} & \text{courants contraires} \end{cases}$$

Donc :

$$(T - T') = T_1 - T_1' - Q \left(\frac{1}{c P} \pm \frac{1}{c' P'} \right)$$

le signe + se rapportant à l'appareil à courants concordants et — à l'appareil à courants contraires.

Posons :

$$n = \frac{1}{c P} \pm \frac{1}{c' P'}$$

$$T - T' = T_1 - T_1' - n Q$$

et en remplaçant $(T - T')$ par sa valeur dans l'équation (26), nous aurons :

$$dQ = \alpha (T_1 - T_1' - n Q)^2 dS.$$

L'intégration de cette formule ne présente aucune difficulté, en transformant, nous avons successivement :

$$\frac{dQ}{(T_1 - T_1' - n Q)^2} = \alpha dS$$

$$- \frac{d(T_1 - T_1' - n Q)}{(T_1 - T_1' - n Q)^2} = \alpha n dS$$

et, en intégrant :

$$\frac{1}{T_1 - T_1' - n Q} = \alpha n S + \text{Const.}$$

pour $S = 0$ $Q = 0$, donc const. $= \frac{1}{T_1 - T_1'}$, en remplaçant et résolvant par rapport à Q , nous aurons :

$$(27) \quad Q = \frac{\alpha (T_1 - T_1')^2 S}{1 + \alpha n S (T_1 - T_1')}$$

En admettant que l'on ait deux appareils de surface de chauffe S dont l'un serait à courants concordants et l'autre à courants contraires, toutes choses égales d'ailleurs, c'est ce dernier qui donnerait le meilleur résultat : en effet, α , T_1 et S , par construction et réglage de la combustion, sont égaux dans les deux cas : on peut aussi introduire l'eau à chauffer à des températures telles que T_1' ait la même valeur pour les deux appareils, c , c' , P et P' étant les mêmes. Il est alors évident que n sera plus petit dans le cas de l'appareil à courants contraires et que partant Q sera plus grand et le rendement sera meilleur que pour l'appareil à courants concordants.

Il n'était pas facile de voir cette propriété, en considérant la formule (18) déduite de l'hypothèse de Pécelet.

69. Après cette application théorique de l'hypothèse de Rankine, nous allons étudier le cas du condenseur à surface en conservant la même notation que pages 30 et 35 ; nous aurons donc successivement :

$$\begin{aligned} Q &= (\lambda - T) P \\ Q &= (T' - T_1') P'' \end{aligned}$$

D'où nous tirons :

$$(T - T') = (\lambda - T_1' - n Q)$$

en posant :

$$n = \frac{1}{P'} + \frac{1}{P''}$$

L'hypothèse de Rankine nous donne :

$$\begin{aligned} Q &= \alpha (T - T')^2 dS \\ Q &= \alpha (\lambda - T_1' - n Q)^2 dS \end{aligned}$$

Et, en intégrant, nous retrouvons la formule (27)

$$Q = \frac{\alpha (\lambda - T_1')^2 S}{1 + \alpha n S (\lambda - T_1')} = (\lambda - T) P$$

d'où, en posant :

$$\frac{P''}{P'} = P \frac{S}{P'} = s$$

$$(28) \quad \lambda - T = \frac{\alpha (\lambda - T_1')^2 s}{1 + \alpha s (\lambda - T_1') \frac{1 + P}{P}}$$

et

$$(29) \quad \alpha = \frac{(\lambda - T) P}{(\lambda - T_1') s \left\{ (\lambda - T_1') - (\lambda - T) \frac{1 + P}{P} \right\}}$$

70. En remplaçant les lettres par les chiffres obtenus par M. Audenet, nous trouvons les valeurs suivantes de α pour les 9 essais :

$\alpha_1 =$	.....	2,502
$\alpha_2 =$	.....	2,905
$\alpha_3 =$	.....	3,828
$\alpha_4 =$	.....	4,116
$\alpha_5 =$	.....	4,745
$\alpha_6 =$	.....	5,037
$\alpha_7 =$	.....	4,214
$\alpha_8 =$	.....	4,313
$\alpha_9 =$	.....	3,355

Les écarts d'un essai à l'autre sont encore assez forts : on constate une variation du simple au double entre le premier essai et le sixième ; toutefois, nous pouvons remarquer, qu'ici, les valeurs de α ne vont pas toujours en augmentant : elles oscillent autour de la moyenne 3,89. Examinons tout d'abord si des erreurs d'observation peuvent expliquer les différences que nous venons de constater ;

admettons la moyenne $\alpha = 3,89$ et calculons la température de sortie de l'eau condensée au moyen de la formule (28).

Température T calculée.	Température T trouvée.	Différence.
20	22	+ 2,0
21,5	23	+ 1,5
23	23	0,0
24,5	24	- 0,5
25,5	24	- 1,5
26	24	- 2,0
28,5	28	- 0,5
31	30	- 1,0
34	35	+ 1,0

74. Les différences sont assez faibles et s'expliquent aisément : il est évident que certaines erreurs d'observation ont été faites, car on ne peut admettre que la température n'ait pas varié dans les trois essais, 4, 5 et 6 et se soit maintenue à 24° d'une façon constante ; cette température T a dû être observée à $1/2$ degré près.

Il est aussi peu probable que l'eau de réfrigération ait eu invariablement la température de 10° pendant toute la durée des essais.

Enfin la pression au condenseur a dû subir aussi des variations d'un essai à l'autre : si nous attribuons toute la faute à cette dernière cause, une variation de 67 à 74 du vide du condenseur suffirait pour expliquer toutes les différences entre le calcul et l'observation. Une dernière cause d'erreur peut provenir de ce que nous avons négligé la perte de chaleur par rayonnement et convection.

En considérant les résultats obtenus par l'application de l'hypothèse de Rankine au cas du condenseur à surface, je crois pouvoir

conclure que son application est légitime dans tous les cas où on utilise de la vapeur à basse pression pour le chauffage des liquides.

72. Faut-il conclure de là que le coefficient α est constant pour la vapeur d'eau à toutes pressions? Évidemment non.

Le coefficient de transmission de la chaleur dépend essentiellement de la nature des deux fluides, chauffant et chauffé, il faut donc s'attendre à le voir varier dès que l'on change ceux-ci. En général, le chauffage à la vapeur n'est utilisé que pour le chauffage de l'eau (condenseur) ou la concentration des solutions.

Le fluide chauffé étant de l'eau ou une dissolution de sels, α ne varie guère si la pression est la même pour toutes les expériences; mais il varie avec la pression d'une façon très sensible. Les expériences que j'ai faites ne sont pas assez complètes pour que je puisse indiquer la loi de cette variation — ce sera l'objet d'une étude ultérieure. Je ne donnerai ici qu'un seul exemple qui prouve que cette variation existe. Au chapitre relatif à l'évaporation de la vapeur, Pécelet relate les expériences de MM. Thomas et Laurens.

1^{er} *essai*. — Serpentin de 4,48 m² de surface de chauffe; en 4 minutes 400 k^{os} d'eau furent portés de 8° à 100°, la vapeur de chauffage ayant une pression de 3 atmosphères correspondant à 134°.

A partir de ce moment et en 11 minutes, 250 k^{os} ont été évaporés.

2^e *essai*. — Serpentins de 3,67 m² de surface de chauffe; en 5 minutes 60 k^{os} d'eau ont été évaporés par de la vapeur à 2 atmosphères correspondant à 121°.

En appliquant à la 1^{re} partie du 1^{er} *essai* les formules relatives aux appareils à courants concordants (modifiées pour le cas de condensation de la vapeur), et à la 2^e partie du 1^{er} *essai* ainsi qu'au 2^e *essai* des formules que nous développerons plus loin, on trouve pour α des valeurs assez concordantes dont la moyenne est :

$$\alpha = 7,72$$

Cette valeur est à peu près le double de celle trouvée pour le condenseur, tandis que la densité de la vapeur employée est 20 fois

supérieure. Il y a donc certainement une augmentation de α avec la pression de la vapeur, mais nous ne pouvons affirmer que sa valeur soit bien celle indiquée ci-dessus : les expériences sont incomplètes, puisqu'on ne peut déterminer la perte de chaleur par rayonnement, et, de plus les chiffres donnés indiquent clairement que les fractions ont dû être négligées.

73. Puisque le coefficient de transmission de la chaleur varie par simple changement de la pression de la vapeur, il doit nécessairement varier si l'on change le fluide chauffé. Des essais, dans ce sens, ont été faits par M. E. Leriche, sous-directeur aux usines Kuhlmann, à La Madeleine-lez-Lille ; l'appareil servant aux essais était un tuyau en fonte de $80^m/m$ de diamètre intérieur, $90^m/m$ de diamètre extérieur et de 4^m de longueur ; la surface de chauffe était donc :

$$S = 1^m2,130$$

Le tuyau était traversé par de la vapeur à diverses pressions, la paroi extérieure était exposée à l'air libre. Pour chaque essai on observait :

- p — la pression de la vapeur.
- T' — la température de l'air.
- P — le poids d'eau condensée par heure.

M. Leriche a fait ainsi 55 essais avec des pressions variant de $2,75 \text{ k}^{08}$ à $5,5 \text{ k}^{08}$; la température de l'air était très variable d'un essai à l'autre : de 7^0 minimum à 26^0 maximum.

74. Le cas considéré est celui d'un appareil à simple courant où le fluide chauffé est maintenu à une température constante. Désignons par T la température correspondant à la pression p de la vapeur, λ la chaleur de vaporisation correspondante, nous aurons, chaleur cédée :

$$Q = (\lambda - T) P$$

En intégrant la formule de Rankine :

$$dQ = \alpha (T - T')^2 dS$$

nous trouvons :

$$(30) \quad \alpha = \frac{(\lambda - T) P}{S (T - T') (\lambda - T')}$$

C'est cette formule qui sert aussi pour le chauffage par la vapeur lorsque, le liquide chauffé est maintenu à une température constante (ébullition) : dans ce cas, au lieu de $(\lambda-T) P$ on peut poser $(\lambda'-T')$ P' quantités qui se rapportent au liquide chauffé.

Chacun des 55 essais nous donne une valeur de α ; sur ce nombre, deux sont à rejeter comme provenant d'expériences peu sûres ; les 53 autres concordent d'une façon remarquable : les valeurs extrêmes sont :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,0259 && \text{à la pression de } 2,75 \text{ k}^{\text{os}}. \\ \text{et } \alpha &= 0,0305 && \text{» } 4,375 \text{ k}^{\text{os}}. \end{aligned}$$

On ne constate pas une grande variation de d avec la température. La moyenne des 53 essais, est de :

$$\alpha = 0,0281.$$

Voici du reste les résultats de tous ces essais.

Pression en k ^{os} <i>p</i>	Tempé- rature de l'air <i>T'</i>	Vapeur condensée en k ^{os} <i>P</i>	α	Pression en k ^{os} <i>p</i>	Tempé- rature de l'air <i>T'</i>	Vapeur condensée en k ^{os} <i>P</i>	α
2,75	7°	4,96	0,0259	4,25	23°	5,41	0,0292
3,50	18°	4,91	0,0267	4,25	16°	6,02	0,0305
3,75	22°	5,48	0,0303	4,25	21°	5,46	0,0289
3,75	21°	5,02	0,0275	4,375	19°	5,92	0,0305
3,75	21°	5,13	0,0281	4,375	18°	5,47	0,0280
3,875	20°	5,06	0,0273	4,50	15°	5,67	0,0280
3,875	21°	5,32	0,0289	4,50	24°	5,46	0,0299
3,875	19°	5,04	0,0269	4,50	21°	5,60	0,0291
4,00	10°	5,52	0,0270	4,50	18°	5,83	0,0295
4,00	12°	5,40	0,0269	4,50	20°	5,40	0,0279
4,00	10°	6,02	0,0295	4,50	18°	5,77	0,0292
4,00	13°	5,11	0,0257	4,50	18°	5,78	0,0293
4,00	20°	5,46	0,0292	4,625	19°	5,25	0,0266
4,00	18°	5,25	0,0276	4,625	19°	5,63	0,0285
4,25	13°	5,86	0,0296	4,625	22°	5,62	0,0292
4,25	10°	5,91	0,0284	4,750	12°	5,68	0,0268
4,25	11°	5,93	0,0288	4,75	12°	5,88	0,0278
4,25	9°	5,60	0,0267	4,75	10°	5,85	0,0272

Pression en k ^{os} <i>p</i>	Température de l'air <i>T'</i>	Vapeur condensée en k ^{os} <i>P</i>	α	Pression en k ^{os} <i>p</i>	Température de l'air <i>T'</i>	Vapeur condensée en k ^{os} <i>P</i>	α
4,75	13°	5,79	0,0276	4,875	13°	5,97	0,0283
4,75	18°	5,41	0,0269	4,875	15°	5,77	0,0278
4,75	16°	5,58	0,0273	4,875	22°	5,43	0,0279
4,75	24°	5,37	0,0282	4,875	13°	5,74	0,0272
4,75	26°	5,45	0,0291	4,875	17°	5,78	0,0284
4,75	26°	5,31	0,0284	4,875	17°	6,08	0,0298
4,75	22°	5,53	0,0285	5,00	19°	5,59	0,0278
4,75	22°	5,39	0,0278	5,125	23°	5,10	0,0260
				5,25	21°	5,76	0,0286

Ces essais ont une portée pratique assez grande, car ils permettent de calculer les pertes occasionnées par la condensation dans les tuyaux ou appareils exposés à l'air libre ; on pourra se servir avantageusement des formules et du coefficient α pour l'étude du chauffage des lieux habités.

75. Un autre cas très intéressant est celui du chauffage des gaz par des gaz de la combustion : les réchauffeurs d'air en sont un exemple. J'ai eu l'occasion d'étudier un appareil de ce genre, au Salin de Giraud (Bouches-du-Rhône). L'appareil consistait en un faisceau tubulaire en fonte traversé par un courant d'acide carbonique pur ; des gaz produits par la combustion de la houille, léchaient les parois extérieures du faisceau : ce système réalisait parfaitement l'appareil à courants contraires, on pouvait donc lui appliquer la formule (27) légèrement modifiée pour tenir compte de la chaleur perdue par rayonnement. La chaleur reçue par l'acide carbonique est :

$$Q = c' P' (T_1' - T')$$

La chaleur cédée par les gaz chauds n'est pas complètement absorbée par le gaz froid, une partie est perdue par rayonnement ; soit β la partie utilisée, dès lors :

$$Q = \beta c P (T_1 - T)$$

La valeur de n sera donc :

$$n = \frac{1}{\beta c P} - \frac{1}{c' P'}$$

L'intégration se fait comme plus haut et on a :

$$(31) \quad Q \frac{\alpha (T_1 - T_1')^2 S}{1 + \alpha n S (T_1 - T_1')} = c' P' (T_1' - T')$$

T_1' étant la température finale de l'acide carbonique et T' sa température initiale.

Nous verrons en parlant des générateurs, comment on détermine le poids P des gaz de la combustion. En appliquant la formule (31) à l'appareil sommairement décrit ci-dessus, j'ai trouvé :

$$\alpha = 0,0197$$

76. Examinons maintenant comment on pourra appliquer dans la pratique les résultats obtenus jusqu'ici. Il faut distinguer deux cas :

1^o Étude d'un appareil existant.

2^o Calcul d'un nouvel appareil pour produire un travail déterminé.

A. CONDENSEUR A SURFACE.

1) Étude d'un appareil existant.

Cette étude peut porter sur deux points différents : on peut examiner si l'appareil n'a pas un défaut grave, (rentrée d'air, perte d'eau froide, etc.), ou bien déterminer quelle est sa puissance à diverses allures. Dans un cas comme dans l'autre, on se sert de la formule :

$$(32) \quad Q = \frac{\alpha (\lambda - T_1')^2 S}{1 + \alpha n S (\lambda - T_1')}$$

ou $n = \frac{1}{P'} + \frac{1}{P''}$; dans le cas où le rayonnement ne serait pas

négligeable, il faudrait multiplier P' par un facteur $\beta < 1$: pour les cas ordinaires on peut admettre $\beta = 1$.

Soit qu'on parte de la vapeur condensée ou de l'eau réchauffée on a :

$$Q = (\lambda - T) P'$$
$$\text{ou } Q = (T' - T_1') P''$$

de ces deux égalités, on tire :

$$n Q = \lambda - T + T' - T_1'$$

Cette égalité, jointe à l'équation (32), nous donne :

$$(33) \quad \alpha = \frac{Q}{S (\lambda - T_1') (T - T_1')}$$

Dans cette égalité, on a :

S , surface de chauffe en m^2 .

λ , chaleur totale de vaporisation à la pression p du condenseur.

T , température de sortie de l'eau condensée.

T_1' , température initiale de l'eau de réfrigération.

T' , » finale » » »

p' , poids de vapeur condensée par heure.

P'' , poids d'eau de réfrigération par heure.

Toutes ces quantités peuvent être observées et, par conséquent, on peut calculer α : il est du reste évident que dans le cas de perte d'eau de réfrigération, T' serait trop grand et par suite α plus petit que le nombre calculé plus haut ($\alpha = 3,89$) ; si au contraire, il y avait perte de vapeur, T' serait trop petit et α trop grand. Dans le cas d'un condenseur mal établi, (par exemple, lorsque son volume est trop grand par rapport à la quantité d'eau à condenser), — α est trop petit.

Nous voyons en tous cas qu'une étude faite au moyen de la formule ci-dessus pourra nous donner de précieux renseignements sur la valeur de l'appareil examiné.

Pour calculer la puissance d'un condenseur donné, c'est-à-dire, la quantité de vapeur qu'il peut condenser (P') et refroidir à une température T , la pression étant p , on se sert de la formule (32) : les quantités données sont :

$$\alpha, T_1', P', S, p \text{ et par suite } \lambda \text{ et } T$$

On détermine n et ensuite P' .

2) Calcul d'un nouveau condenseur.

Il s'agit de déterminer S . On connaît évidemment α , T_1' , et λ ; la quantité de vapeur à condenser est donnée par la machine, donc P' est aussi connu ; la valeur de T doit être nécessairement inférieure à la température correspondant à la pression du condenseur, elle doit être d'autre part supérieure à T_1' : on la choisira entre ces deux limites — pas trop forte de crainte de nuire au vide, pas trop faible pour ne pas exagérer les dimensions de l'appareil ; T étant ainsi déterminé on doit choisir ou bien T' , ou bien P'' : le choix n'est pas arbitraire : on a des limites qui ne peuvent être dépassées : en effet, il est évident que la température T' ne peut être inférieure à T_1' , elle ne peut non plus lui être égale sinon P'' serait infini, donc $T' > T_1'$. En regardant l'équation (33), nous voyons aussi que T' doit être $< T$: il sera donc bon que T' soit aussi faible que possible. Dans la pratique, il faudra prendre T' de 5 à 7 degrés supérieur à T_1' ou bien $\frac{P''}{P'} = 80$ à 100. Toutes ces valeurs étant établies, on trouve S en résolvant l'équation (33) par rapport à S .

$$(34) \quad S = \frac{(\lambda - T) P'}{\alpha (\lambda - T_1') (T - T')} = \frac{(T' - T_1') P''}{\alpha (\lambda - T_1') (T - T')}$$

77. B. — Chauffage des liquides au moyen de serpentins.

— Le serpentин peut servir à chauffer un liquide d'une température T_1' à une température T_2 , ou bien à évaporer une certaine quantité d'un liquide porté à l'ébullition, le premier cas se subdivise en deux

autres suivant qu'on étudie un appareil à courants concordants ou un appareil à courants contraires. Nous allons examiner successivement ces trois cas :

1° Appareil à courants concordants.

Les calculs sont exactement les mêmes que pour le condenseur. Nous obtenons donc les trois formules :

$$(35) \quad Q = \beta (\lambda - T) P'$$

$$(36) \quad Q = (T_2' - T_1') P''$$

$$(37) \quad Q = \frac{\alpha (\lambda - T_1')^2 S}{1 + \alpha n S (\lambda - T_1')}$$

T_1' et T_2' , températures d'entrée et de sortie du liquide chauffé.
 P'' , son poids par heure.

λ , chaleur de vaporisation du fluide chauffant ; cette quantité est déterminée par la formule de Régnault quand on connaît la pression p de la vapeur.

T , température à laquelle on refroidit l'eau condensée.

P' poids de vapeur par heure.

S , surface de chauffe en m^2 .

$$n = \frac{1}{\beta P'} + \frac{1}{P''}$$

α , coefficient de transmission de la chaleur.

β , coefficient d'utilisation de la chaleur cédée par la vapeur ; la quantité $(1-\beta) (\lambda-T) P'$ est la chaleur perdue par rayonnement.

En étudiant un appareil existant on connaît ou on observe les quantités suivantes :

$$T_1' \quad T_2' \quad T \quad \lambda \quad P' \quad P'' \quad \text{et } S.$$

On en déduit immédiatement α et β .

Le coefficient β nous indiquera si l'appareil est bien protégé contre le rayonnement ; en considérant α nous verrons si l'appareil est bien installé et donne bien le rendement auquel on doit s'attendre.

Malheureusement, le coefficient α n'est pas encore sûrement déter-

miné, les expériences de MM. Thomas et Laurens ne sont pas assez rigoureuses pour que nous puissions être certain que $\alpha = 7,72$: ce point sera du reste élucidé sous peu.

2^o Appareil à courants contraires.

Les formules (35), (36) et (37) subsistent aussi pour ce cas, à cela près que T_1' est la température de sortie du liquide chauffé et T_2' sa température d'entrée ; de plus

$$n = \frac{1}{\beta p'} - \frac{1}{P''} .$$

L'étude d'un appareil existant se fait dans les mêmes conditions que précédemment.

CALCUL D'UN NOUVEL APPAREIL.

Le calcul est le même pour les deux genres d'appareils. On a évidemment le poids P'' du liquide à réchauffer ainsi que ses températures extrêmes T_1' et T_2' ; la pression de la vapeur à employer est aussi connue. On choisit T' qui doit être plus élevée que la température de sortie du liquide chauffé et égale, sinon inférieure à celle correspondant à la pression de la vapeur. Le coefficient β varie en général entre 88 et 95 % ($\beta = 0,88$ à $0,95$) : il vaut mieux prendre la valeur minimum, soit 0.88. On calcule ainsi P' . Le coefficient α étant connu, — nous admettons provisoirement la valeur 7,72 — on tire S de la formule (37).

3^o Examinons le cas où le liquide chauffé est porté à l'ébullition. La température du liquide chauffé est constante = T' , en tenant compte de cette nouvelle condition nos trois égalités deviennent :

$$(38) \quad Q = \beta (\lambda - T) P'$$

$$(39) \quad Q = (\lambda' - T') P''$$

$$(40) \quad Q = \frac{\alpha (\lambda - T')^2 S}{1 + \alpha n S (\lambda - T')}$$

ou λ' est la chaleur de vaporisation du liquide chauffé, T' sa température constante.

$$n = \frac{1}{\beta P'}$$

Il n'y a rien à remarquer de particulier pour ce qui concerne le calcul d'un nouvel appareil ou l'étude d'un appareil existant, à part toutefois que β a une valeur un peu plus faible de 0,85 à 0,90 ; $\alpha = 7,72$ (?).

78. C. — *Chauffage d'un gaz par la vapeur d'eau.* — La perte par rayonnement, $(1-\beta)$, peut être considérée comme nulle dans le cas des tuyaux de vapeur exposés à l'air libre, β est donc = 1. Dans le cas du chauffage de lieux habités, il faut remarquer que la perte due au rayonnement est précisément égale à la quantité de chaleur que doit céder la vapeur de chauffage ; le coefficient d'utilisation proprement dit est donc égal à 1, puisque toute la chaleur perdue par la vapeur est employée à maintenir la température du lieu chauffé. Notre première équation reste donc :

$$(41) \quad Q = (\lambda - T) P'$$

En général on ne sait rien de la quantité d'air chauffé quand il s'agit de tuyaux de vapeur ; il en est de même pour le cas des lieux habités, mais, par contre on connaît la quantité Q de chaleur à fournir par l'appareil de chauffage ; cette quantité se détermine par des calculs qui ne rentrent pas dans le cadre de notre étude — ils sont indiqués dans les ouvrages spéciaux. Remarquons toutefois que le fluide à chauffer (air) peut être considéré comme possédant une température constante dès que l'état de régime est atteint, nous pourrons dès lors appliquer à notre cas la formule (40).

$$Q = \frac{\alpha (\lambda - T')_2 S}{1 + \alpha n S (\lambda - T')}$$

Q , est connu comme nous l'avons indiqué ci-dessus ;

λ , chaleur de vaporisation de la vapeur employée.

T' , température constante des locaux à chauffer ou du moins de l'air entourant l'appareil de chauffage.

$n = \frac{1}{P'}$ où P' est le poids de vapeur à employer par heure, P' se déduit de (41).

T , température à laquelle est refroidie la vapeur condensée.

S , surface de chauffe à déterminer.

Un calcul très simple nous donne S dès que l'on connaît Q .

La valeur de α , déduite des essais de M. Leriche, est :

$$\alpha = 0,0281$$

Nous allons passer maintenant à l'étude des générateurs.

79. *Générateurs.* — La quantité de chaleur cédée par le fluide chauffant, (gaz de la combustion), est (fig. 4).

$$(42) \quad Q = \beta c P (T_1 - T)$$

D'autre part la chaleur absorbée par l'eau est :

$$(42 \text{ bis}) \quad Q = V (\lambda - q_0)$$

D'après l'hypothèse de Rankine :

$$(43) \quad dQ = \alpha (T - T')^2 dS$$

où T' est la température constante de l'eau en ébullition.

De (42), (43) et (44) nous tirons après intégration :

$$(44) \quad Q = \frac{\alpha (T_1 - T')^2 S}{1 + \frac{\alpha}{\beta c P} (T_1 - T') S}$$

Depuis la grille jusqu'au registre, les gaz de la combustion cèdent la quantité de chaleur $cP (T_1 - T_2)$ où T_2 est la température des gaz au

registre ; mais, si nous tenons compte de la quantité perdue par rayonnement nous n'avons, pour la chaleur transmise à l'eau que :

$$Q = \beta c P (T_1 - T_2)$$

d'où

$$(45) \quad T_2 = T_1 - \frac{Q}{\beta c P}.$$

Le poids P de gaz de la combustion par heure provient de K k^{os} de houille pure brûlés sur la grille ; or, pour un k^o de houille pure il faut A k^{os} d'air (§ 4) donc :

$$(46) \quad P = K (A + 1)$$

En remplaçant Q et P par leurs valeurs tirées de (44) et (46) on trouve par l'équation (45) :

$$(47) \quad T^2 = \frac{\beta c \frac{K}{S} (A + 1) T_1 + \alpha (T_1 - T') T'}{\beta c \frac{K}{S} (A + 1) + \alpha (T_1 - T')}$$

On tire de là :

$$(48) \quad \frac{K}{S} = \frac{\alpha (T_1 - T') (T_2 - T')}{\beta c (A + 1) (T_1 - T_2)}$$

En comparant les équations (42 bis) et $Q = \beta c (T_1 - T_2)$ nous trouvons :

$$(49) \quad \frac{V}{K} = \frac{\beta c (A + 1) (T_1 - T_2)}{\lambda - q_0}$$

En multipliant (48) par (49) nous trouvons :

$$(50) \quad \frac{V}{S} = \frac{\alpha (T_1 - T') (T_2 - T')}{\lambda - q_0}$$

De cette dernière formule nous tirons la valeur de α .

$$(51) \quad \alpha = \frac{\frac{V}{S} (\lambda - q_0)}{(T_1 - T') (T_2 - T')}$$

Examinons, à l'aide de cette formule les essais des générateurs 10 et 11 (pages 38 et 39) ; nous trouvons :

Générateur N° 10	}	1 ^{er} essai	$\alpha = 0,057802$
		2 ^e essai.....	$\alpha = 0,058700$
		3 ^e essai.....	$\alpha = 0,055146$
		4 ^e essai.....	$\alpha = 0,056853$
		5 ^e essai.....	$\alpha = 0,056264$
Générateur N° 11	}	1 ^{er} essai.....	$\alpha = 0,051528$
		2 ^e essai.....	$\alpha = 0,050354$

80. Les cinq essais du générateur N° 10 concordent assez bien ensemble; remarquons toutefois une légère diminution de α avec la diminution de surface de grille, — cette diminution est cependant très faible et, peut-être, faut-il l'attribuer aux erreurs d'observation ; l'écart maximum a lieu entre le deuxième et troisième essai, il ne représente que les 6 % de la valeur obtenue par ce dernier.

La moyenne des cinq essais est de 0,057 ; elle s'écarte de :

1,5 %	de la valeur du 1 ^{er} essai,	en moins.
3,0 %	»	2 ^e » , en moins.
3,0 %	»	3 ^e » , en plus.
0,3 %	»	4 ^e » , en plus.
1,1 %	»	5 ^e » , en plus.

81. Les valeurs obtenues pour le générateur N° 11 concordent aussi fort bien entre elles — la différence n'est que de 2%. Il n'est pas étonnant que nous n'ayons pas exactement la même valeur de α pour ces deux générateurs, car cette quantité est essentiellement variable avec la nature même du générateur et son installation. Nous verrons plus loin que α varie encore bien plus pour deux générateurs de systèmes différents.

Quoi qu'il en soit, nous voyons que malgré les simplifications que nous avons introduites pour le calcul de T_1 — température du foyer —, de A — quantité d'air employé à la combustion de la houille —, le chiffre obtenu pour le coefficient de transmission de la chaleur est sensiblement constant quelle que soit l'allure du

générateur étudié ; l'hypothèse de Rankine est donc justifiée et nous pouvons sans crainte l'appliquer au cas du générateur.

Avant de pousser plus loin l'étude des conséquences pratiques que l'on peut tirer de l'application de la théorie de Rankine au cas du générateur, nous allons examiner quelle est la variation de α avec le système de générateur.

82. Les générateurs 10 et 11 ci-dessus étudiés étaient, avons-nous dit, des générateurs à bouilleurs ordinaires. J'ai eu l'occasion d'étudier un autre générateur à bouilleurs appartenant aussi aux manufactures de produits chimiques du Nord.

Voici les résultats de deux essais sur le générateur N° 2.

Date de l'essai.....	26/2/1892	27/5/1892
Lieu de l'essai : usine de St-André, aux manufactures de produits chimiques du Nord.....	»	»
Système du générateur.....	à bouilleurs.	
Constantes du générateur :		
Diamètre du corps cylindrique.....	»	»
Longueur —.....	»	»
Diamètre des deux bouilleurs.....	»	»
Surface de chauffe utile.....	58	58
Surface de grille	2,38	2,38
Durée de l'essai.....	8 h. 40 m.	7 h. 50 m.
Pression { en k ^{os}	6,05	5,97
{ en atmosphères.....	6,82	6,81
Température correspondante. T'.....	164°,4	164°,26
Chaleur totale de vaporisation λ	656,6	656,6
Eau d'alimentation :		
Température $t_0 = q_0$	85	98
Poids total en k ^{os}	6243,2	3988
Poids par heure V.....	720,4	509,1
Charbon et cendres :		
Poids total de charbon brut en k ^{os}	1100	586
Poids par heure K'.....	127	74,9

Analyse	$\left\{ \begin{array}{l} \text{H}^2\text{O} \text{ ‰} \dots\dots\dots \\ \text{Matières volatiles ‰} \dots\dots\dots \\ \text{Carbone fixe} \dots\dots\dots \\ \text{Cendres} \dots\dots\dots \end{array} \right.$	3,665	2,47
		17,845	13,44
		62,555	69,09
		15,935	15,00
Poids des mâchefers en k ^{os}		136	56
Poids des cendres fines en k ^{os}		126	110
‰ d'eau dans les mâchefers		3,20	0,00
‰ d'eau dans les cendres fines		11,00	0,67
Poids de houille pure réellement brûlée		815,9	406,22
— par heure K		94,2	51,9
Analyse de la houille pure brûlée	$\left\{ \begin{array}{l} \text{matière volatile} \\ \text{carbone fixe} \dots \end{array} \right.$	24 ‰	19,39
		76 ‰	80,61
Chaleur de combustion de la houille pure		8832	8688
Gaz de la combustion :			
‰ de CO ² dans les gaz α_m		»	»
$\left(\text{Moyenne } \alpha_m = \frac{n}{\Sigma \left(\frac{1}{\alpha} \right)} \right) \dots\dots\dots$		6,2	7,12
Air employé par k ^o de houille pure, A		36,2	31,36
Température devant le générateur		8°	35°
Température au registre		343	290°
Température du foyer (calculée)		927	1040°
Calculs divers :			
Vaporisation par m ² $\frac{V}{S}$		12,42	8,78
Vaporisation par k ^o de houille brute $\frac{V}{K}$		5,672	6,80
Vaporisation par k ^o de houille pure $\frac{V}{K}$		7,647	9,817
Houille brute par m ² de générateur $\frac{K'}{S}$		2,38	1,29
— pure — — $\frac{K}{S}$		1,82	0,8941
— brute — de grille $\frac{K}{s}$		58	31,5
— pure — — $\frac{K}{s}$		44,2	21,8
Utilisation β		0,778	0,87
Valeur de α		0,052	0,053

Malgré la très grande différence de marche dans les deux cas, les valeurs de α sont sensiblement les mêmes.

83. *Générateur semi-tubulaire.* — Le générateur essayé était un semi-tubulaire à bouilleurs de 140m^2 de surface de chauffe, sans réchauffeurs, installé à l'usine de la Madeleine-lez-Lille et désigné sous le N° d'ordre N° 6. Une particularité de ce générateur est la petitesse de ses tubes — leur diamètres n'est que de $63\text{m}/\text{m}$.

J'ai fait trois essais sur ce générateur : le premier avec grille mobile de $2,8\text{m}^2$, le deuxième avec la même grille mais sans l'agiter, le troisième avec une grille soufflée de 3m^2 de surface totale.

Ci-dessous se trouvent les résultats obtenus.

	1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	3 ^e essai.	
Date de l'essai	17/4/91	18/4/91	8/6/92	
Durée de l'essai.....	9 ^h .45 ^m	10 ^h .	6 ^h .	
Pression en atmosphères.....	5,45	5,52	5,35	
Température correspondantes.....	155 ^o ,45	156	154,7	
Chaleur totale de vaporisation.....	653,91	654,08	653,68	
Eau d'alimentation $\left\{ \begin{array}{l} t_0 = q_0 \dots\dots\dots \\ V \dots\dots\dots \end{array} \right.$	$\left. \begin{array}{l} 49^o \\ 1300 \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 50^o \\ 1270,06 \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 24^o \\ 1047 \end{array} \right\}$	
Charbon et cendres :				
Houille brute par heure K'.....	172 k ^{os}	168 k ^{os}	166,67 k	
Analyse $\left\{ \begin{array}{l} \text{H}^2\text{O} \dots\dots\dots \\ \text{Matières volatiles} \dots\dots\dots \\ \text{Carbone fixe} \dots\dots\dots \\ \text{Cendres} \dots\dots\dots \end{array} \right.$	$\left. \begin{array}{l} 1,64 \\ 12,18 \\ 76,68 \\ 9,50 \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 1,64 \\ 12,18 \\ 76,68 \\ 9,50 \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 4,26 \\ 10,84 \\ 69,65 \\ 15,25 \end{array} \right\}$	
	Poids des mâchefers.....	111 k ^{os}	101 k ^{os}	193 k ^{os}
	Poids des cendres fines.....	232 k ^{os}	208 k ^{os}	43 k ^{os}
	% d'eau dans les mâchefers.....	1,043%	0,176 %	0,42 %
% d'eau dans les cendres fines.....	17,46%	16 %	27,58 %	
Poids de houille pure par heure... ..	138,57	137,69	122,34	
Analyse de la houille pure $\left\{ \begin{array}{l} \text{matière volatile} \\ \text{carbone fixe} \dots\dots\dots \end{array} \right.$	$\left. \begin{array}{l} 15,15\% \\ 84,85\% \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 14,85\% \\ 85,15\% \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 14,75\% \\ 85,25\% \end{array} \right\}$	
	Chaleur de combustion.....	8555	8555	8560
Gaz de la combustion :				
% de CO ₂ α_m	8,62	9,4	7,9	

Air employé par k° de houille pure A.....	26 k ^{os}	23,8 k ^{os}	28,3
Température devant le générateur t.....	10°	11°	31°
Température au registre T ²	215	210	210
Température du foyer T ₁	1230	1345	1158
Quantités calculées :			
$\frac{V}{S}$	9,2877	9,0718	7,478
$\frac{V}{K}$	9,3831	9,224	8,557
$\frac{K}{S}$	0,98983	0,9835	0,88
Utilisation β	0,795	0,762	0,752
Valeur de α	0,087	0,085	0,085

Ici encore la valeur de α est constante quelles que soient l'allure du générateur, la qualité du charbon et la surface de grille.

Constatons cependant une grande différence dans la valeur de α pour les générateurs semi-tubulaires et pour les générateurs à bouilleurs; cette différence s'explique aisément en considérant que dans un générateur à bouilleurs, les gaz sont beaucoup moins agités que dans les générateurs semi-tubulaires. La valeur de α étant plus élevée pour les générateurs semi-tubulaires, il en résulte que, toutes choses égales d'ailleurs, il faut, à production égale, moins de surface de chauffe en générateurs semi-tubulaires qu'en générateurs à bouilleurs.

84. En général, cependant, la différence entre les générateurs ordinaires et les générateurs semi-tubulaires n'est pas aussi grande, car les tubes ont un diamètre de 100 m/m environ; dans ce cas α a pour valeur 0,070 à 0,075.

Les générateurs multi-tubulaires devraient avoir aussi une valeur de α supérieure à celle des générateurs ordinaires.

J'ai fait deux essais sur un générateur multitubulaire, système analogue à celui de de Naeyer.

Les valeurs obtenues pour α étaient :

1 ^{er} essai	0,055
2 ^e essai	0,050

La différence est un peu forte ; cela tient à ce que les essais n'ont pas été faits d'une façon bien rigoureuse, notamment au point de vue des dosages d'acide carbonique et de la lecture de la température au registre.

Le résultat obtenu est très faible, en effet, α a une valeur sensiblement égale à celle des générateurs à bouilleurs ordinaires — ceci prouve que l'installation de ce générateur n'était pas très bonne.

85. Les différents essais que l'on trouve décrits dans la littérature sont rarement complets : généralement les expérimentateurs n'ont pas observé d'une façon régulière les teneurs des gaz en acide carbonique ou bien la température au registre ; bien souvent aussi, ils ne donnent pas l'analyse de la houille ou celle des déchets ; dans ces conditions il est impossible de calculer la valeur de α .

86. Il est intéressant maintenant d'examiner comment varient la vaporisation par kilogr. de houille pure et la vaporisation par m² de surface de chauffe pour un générateur donné.

Supposons un générateur ayant un coefficient de transmission de la chaleur égal à $\lambda = 0,06$

$$\alpha = \dots\dots\dots 0,0654$$

Le coefficient d'utilisation β peut être considéré comme constant, posons :

$$\beta = \dots\dots\dots 0,85$$

Admettons en outre :

Pression au générateur.....	$p = 5,45$ atm.
Température correspondante.....	$T' = 155^{\circ}.4$ centigr.
Chaleur totale de vaporisation.....	$\lambda = 654$ calories.
Température de l'eau d'alimentation..	$t_0 = 0^{\circ}$.
Température devant le générateur....	$t = 0^{\circ}$.

Nous choisissons un charbon tel que la puissance calorifique de la houille pure soit :

$$H = \dots\dots\dots 8460 \text{ calories.}$$

Nous supposons que cette quantité soit constante, c'est-à-dire que les déchets soient proportionnels à la quantité de houille brûlée. Enfin nous admettrons pour C (équation 44) la valeur

$$C = \dots\dots\dots 0,96$$

L'équation (42) nous donne :

$$(A + 1) = \frac{H}{c} \frac{1}{T_1} = \frac{32790}{T_1}$$

De (41) nous tirons :

$$V' = \alpha_m = \frac{2,406}{A} \quad C = \frac{2,3}{A}$$

En combinant (42) et (49) nous avons :

$$\frac{V}{K} = \frac{\beta H}{\lambda - q_0} \cdot \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 10,995 \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Nous trouvons $\frac{V}{S}$ en résolvant (50).

$$\frac{V}{S} = \frac{\lambda - q_0}{\alpha} \cdot (T_1 - T') (T_2 - T') = 10000 (T_1 - T') (T_2 - T')$$

Nous avons la valeur de T_2 en fonction de T_1 et de $\frac{K}{S}$ par l'égalité (47).

Nous pouvons donc déterminer les valeurs de A , de α_m , de $\frac{V}{S}$, $\frac{V}{K}$ et T_2 pour toutes les valeurs de T_1 α de $\frac{K}{S}$. C'est ainsi que le tableau N° III a été établi.

L'examen de ce tableau (ci-après) est intéressant :

TABLEAU

CO ² %	A	T ₁	T ₂								
			$\frac{K}{S}=0,5$	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50	$\frac{K}{S}=0,5$	0,75	
1,090	210,00	155,4	155,4	155,4	155,4	155,4	155,4	155,4	0	0	
1,125	203,94	160	159,944	159,974	159,987	159,987	159,989	159,992	0,00385	0,00180	
1,270	181,17	180	178,1	178,7	179,03	179,3	179,5	179,6	0,1159	0,0795	
1,410	162,95	200	194	195	196	197	198	199	0,33	0,275	
1,770	130,16	250	222	228	232	238	241	243	1,23	0,970	
2,130	108,30	300	235	250	259	270	275	281	2,38	1,84	
2,840	80,975	400	244	267	285	309	325	336	4,30	3,56	
3,550	64,580	500	239	267	290	324	349	369	5,73	5,11	
5,000	45,84	700	225	253	277	320	355	384	7,45	7,02	
6,500	35,43	900	211	237	261	303	340	374	8,41	8,10	
7,250	31,79	1000	207	231	252	294	323	364	8,72	8,45	
8,730	26,32	1200	200	221	240	276	311	343	9,18	9,00	
9,820	22,42	1400	193	211	229	263	295	325	9,50	9,35	
11,800	19,50	1600	189	205	219	251	280	310	9,70	9,60	
13,400	17,22	1800	186	200	214	242	269	295	9,90	9,80	
15,000	15,40	2000	182	196	209	234	259	283	10,00	9,93	
18,200	12,66	2400	179	189	200	222	243	265	10,15	10,07	
20,800	11,05	2721	176	184	195	214	234	252	10,30	10,25	

N° 3.

$\frac{V}{K}$				$\frac{V}{S}$					
1,00	1,50	2,00	2,50	$\frac{K}{S}=0,5$	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,0018	0,0009	0,00075	0,00055	0,00192	0,00135	0,0018	0,00135	0,0015	0,00137
0,0575	0,0427	0,0305	0,0245	0,058	0,060	0,0575	0,064	0,061	0,062
0,220	0,165	0,11	0,055	0,165	0,206	0,220	0,247	0,220	0,137
0,792	0,530	0,396	0,308	0,615	0,727	0,792	0,790	0,792	0,770
1,50	1,10	0,92	0,70	1,19	1,38	1,50	1,65	1,84	1,75
3,16	2,80	2,06	1,76	2,15	2,67	3,16	4,20	4,12	4,40
4,62	3,87	3,32	2,89	2,86	3,84	4,62	5,30	6,64	7,20
6,65	5,97	5,41	4,96	3,72	5,25	6,65	8,95	10,82	12,40
7,80	7,30	6,85	6,42	4,21	6,08	7,80	10,95	13,70	16,05
8,21	7,76	7,45	7,00	4,36	6,33	8,21	11,64	14,90	17,50
8,80	8,49	8,13	7,85	4,59	6,78	8,80	12,73	16,26	19,60
9,20	8,90	8,67	8,45	4,75	7,02	9,20	13,35	17,34	21,12
9,50	9,30	9,08	8,90	4,85	7,20	9,50	13,95	18,16	22,25
9,70	9,51	9,39	9,20	4,95	7,35	9,70	14,26	18,78	23,00
9,85	9,71	9,59	9,43	5,00	7,44	9,85	14,56	19,18	23,60
10,03	9,95	9,85	9,70	5,07	7,56	10,03	14,92	19,70	24,25
10,20	10,15	10,05	10,00	5,15	7,68	10,20	15,22	20,10	25,00

1° La température au registre passe par un maximum ; on ne doit donc pas être étonné si, parfois, en ouvrant les portes du foyer, la température s'élève au lieu de s'abaisser — j'ai constaté bien souvent ce fait.

2° Pour une même température de foyer le rendement par kilog. de houille est d'autant plus élevé que $\frac{K}{S}$ est plus faible, c'est-à-dire que l'on brûle moins de charbon sur le grille, mais l'économie est d'autant plus faible que cette température est plus élevée et, de plus, les dimensions du générateur augmentent dans des proportions très grandes. En effet, comparons les résultats que l'on obtient pour les températures de foyer :

$$T_1 = 700^\circ \quad 1200^\circ \quad 1800^\circ.$$

Premier cas. — Soit $T_1 = 700^\circ$

Pour $\frac{K}{S} = 2,5$ nous avons $\frac{V}{K} = 4,96$ et $\frac{V}{S} = 12,40$. ,
tandis que pour $\frac{K}{S} = 0,5$ on trouve $\frac{V}{K} = 7,45$ et $\frac{V}{S} = 3,72$.

Du second cas au premier, la consommation de houille diminue dans le rapport de $\frac{4,96}{7,45} = 0,67$ et la surface de chauffe augmente dans le rapport de $\frac{12,40}{3,72} = 3,3$. Pour obtenir la même production de vapeur il faut un générateur 3,3 fois plus grand, mais on économise 33 % sur la dépense de combustible.

Deuxième cas. — $T_1 = 1200^\circ$.

Dans ce cas on trouve facilement que pour une même production de vapeur, le générateur doit être 4 fois plus grand pour $\frac{K}{S} = 0,5$ que pour $\frac{K}{S} = 2,5$ et l'économie n'est plus que de 14 %.

Troisième cas. — $T_1 = 1800^\circ$.

Pour $\frac{K}{S} = 0,5$ le générateur doit être 4,6 fois plus grand que

pour $\frac{K}{S} = 2,5$ et l'économie se réduit à 7% seulement !

Or il est évident que l'on a tout avantage à avoir une très forte température de foyer pour réduire la perte de chaleur par les gaz de la combustion, par conséquent il sera préférable, en général, de prendre pour $\frac{K}{S}$ des valeurs variant entre 1 et 2 pour ne pas avoir de trop grandes dimensions de générateur.

87. Comment devons-nous interpréter les avantages considérables obtenus par certains industriels en remplaçant leurs générateurs à forte production de vapeur ($\frac{V}{S}$ grand) par des générateurs en plus grand nombre mais vaporisant relativement peu par mètre carré de surface de chauffe ($\frac{V}{S}$ faible) ? Il est évident que dans la première installation on avait une température de foyer assez faible (T_1 et α_m faibles) et une dépense de combustible par m² de surface de grille assez forte ($\frac{K}{S}$ grand) : il en résultait que la vaporisation par k^o de houille pure ($\frac{V}{K}$) était faible et augmentait très rapidement avec la diminution de la valeur de $\frac{K}{S}$ et l'augmentation respective de la surface de chauffe.

Avant de remanier complètement une installation de générateurs, il est bon de se rendre compte de la teneur en CO² des gaz de la combustion : si cet α_m est faible, la première des choses à faire c'est de l'augmenter, en réduisant convenablement le tirage trop violent ou en améliorant les grilles peut-être défectueuses : par cela même *on augmentera la vaporisation par m² de surface de chauffe*, mais comme on n'en aurait pas besoin, il faudrait diminuer proportionnellement $\frac{K}{S}$ pour obtenir une valeur constante de $\frac{V}{S}$.

88. Prenons un exemple : admettons que l'on ait un générateur pour lequel $\frac{K}{S} = 2$ et vaporisant 14,9 k^{os} de vapeur par m² de surface de chauffe et ayant les mêmes constantes (α et β) que celui qui nous a servi de base pour l'établissement du tableau III ; il

résulte du tableau que sa vaporisation par k^0 de houille pure ne serait que $\frac{V}{K} = 7,45$; mais nous voyons que dans ce cas :

$$T_1 = 1000^0 \text{ et } \alpha_m = 7,25$$

Il y a deux moyens d'obtenir un meilleur rendement de la houille :

1) Diminuer la consommation de charbon par m^2 de générateur — la porter à 0,5 par exemple — mais, dans ce cas, il faudra augmenter la surface de chauffe dans les proportions de 14,9 à 4,36 (valeurs de $\frac{V}{S}$ pour ces deux cas), c'est-à-dire plus que tripler le nombre de générateurs : l'économie réalisée serait d'ailleurs $1 - \frac{7,45}{8,72} = 0,15$, c'est-à-dire 15 %.

2) Un autre moyen consisterait à améliorer le tirage ou la grille pour augmenter α_m et partant T_1 . : en arrivant à :

$$\alpha_m = 9,82 \text{ et } T_1 = 1400.$$

on obtiendrait pour la même valeur de $\frac{K}{S}$, des valeurs :

$$\frac{V}{K} = 8,67$$

$$\frac{V}{S} = 17,34$$

Mais évidemment $\frac{V}{S}$ = doit conserver la même valeur que plus haut, c'est-à-dire 14,9 ; pour l'obtenir il faudra réduire $\frac{K}{S}$ jusqu'à 1,6 environ ; la vaporisation par k^0 de houille pure sera portée à $\frac{V}{K} = 8,8$ et l'économie réalisée sera $1 - \frac{7,45}{8,8} = 0,15$ ainsi de 15 %, *sans augmentation aucune de la surface de chauffe*. Ce point très important n'a pas été suffisamment pris en considération par les ingénieurs — il y a pourtant une grande économie à réaliser par l'étude plus approfondie du tirage et des grilles.

Il ne faudrait pourtant pas vouloir atteindre de trop grandes valeurs de α_m et de T_1 , car il y aurait à cela une foule d'inconvénients ; j'en cite quelques-uns :

1). Si α_m est trop grand, il y a formation d'oxyde de carbone et par suite perte notable de la chaleur produite par la houille.

2). Le tirage devenant trop faible, le feu n'est pas vif et la combustion par m^2 de grille diminue ; pour une même quantité de charbon il faut alors des grilles énormes.

3). Si on ne peut atteindre la grandeur nécessaire pour la grille, il en résulte immédiatement que $\frac{V}{S}$ diminue avec $\frac{K}{S}$ et que le générateur devient insuffisant. Il faut donc, dans chaque cas particulier, étudier soigneusement la question. En général, on peut considérer comme bonne marche celle où les gaz de la combustion ont en moyenne $\alpha_m =$ de 10 à 11 % de CO^2 — ce qui est très rarement réalisé.

89. *Étude d'un générateur déjà établi.* — L'industriel qui achète un générateur fait généralement garantir au constructeur une dépense déterminée de houille pure pour une vaporation totale par heure fixée ; en d'autres termes, il fait garantir la valeur $\frac{V}{K}$ or, il n'est pas facile d'arriver exactement à une production déterminée de vapeur par heure : pendant les essais on atteint plus ou moins de la valeur V garantie par contrat ; il s'agit donc, d'après les résultats de un ou plusieurs essais, de calculer la vapeur de $\frac{V}{K}$.

Chaque essai donne directement les valeurs α_m , T_1 , T_2 , T' , λ , q_0 , V , K . On connaît d'ailleurs les dimensions du générateur S , et la qualité de la houille ; au moyen des analyses faites sur cette dernière, on calcule H et A . Les formules (49) et (51), permettent donc de calculer α et β . Les divers essais nous donnent des valeurs moyennes pour ces deux coefficients : on peut alors procéder au contrôle de la marche garantie : on admet que T_1 , α et A conservent les mêmes valeurs que pour les essais effectués ; le contrat stipule la valeur de la pression et celle de la température de l'eau d'alimentation, c'est-

à-dire les valeurs de p et partant de T' et de λ , et celle de Q_0 . La qualité de la houille ne variant pas, on a aussi H . Par la formule (50) on calcule la valeur de T_2 puisque V est garantie par contrat. Dès lors, au moyen de la formule (49) on calcule $\frac{V}{K}$ et, comme V est donné, on en déduit K . Si cette dépense de houille pure est inférieure à celle garantie par le contrat, le générateur est acceptable, si, au contraire, elle se trouve supérieure, il faut mettre le constructeur en demeure de prouver que son générateur remplit réellement les conditions stipulées — on est certain d'avance qu'il ne pourra pas y arriver et que, par conséquent, il devra payer les dédits convenus.

90. *Calcul d'un nouveau générateur.* — Bien souvent on préfère fixer soi-même les dimensions du générateur que l'on désire établir.

La première chose à fixer c'est le système de générateur pour avoir la valeur de α .

On peut admettre pour :

Générateurs à bouilleurs.....	$\alpha = 0,05$
Générateur semi-tubulaire à tubes de 100 $\frac{m}{m}$	$\alpha = 0,065$ à $0,070$
Générateur multitubulaire	$\alpha = 0,070$
Générateur à foyer intérieur.....	$\alpha = 0,075$
Générateur semi-tubulaire à tubes de 80 $\frac{m}{m}$ de diamètre et moins.....	$\alpha = 0,085$

Le choix du système de générateur étant fait, il faut admettre la proportion moyenne de CO_2 dans les gaz ; en général, cette quantité varie entre 6 et 9 % : la variation provient du tirage, de la qualité de la houille et du système de grille ; le registre permet de régler jusqu'à un certain point la valeur de α_m , aussir peut-on partir sans inconvénient de $\alpha_m = 8\%$.

L'analyse de la houille que l'on doit employer et l'expérience que l'on a du système de grille choisi, permet de fixer la valeur de la chaleur de combustion de la houille pure en tenant compte du déchet probable ; la valeur de H est à fort peu près 8.600 calories.

Reste à fixer la valeur de $\frac{K}{S}$ — houille pure brûlée par m^2 de surface de chauffe : si l'espace dont on dispose pour l'établissement du générateur est très restreint, il faut prendre pour $\frac{K}{S}$ une valeur assez forte : 2 à 2,5 ; si, au contraire, on n'est pas gêné par l'emplacement et si l'on désire obtenir le meilleur rendement possible de la houille employée, il faut prendre pour $\frac{K}{S}$ des valeurs faibles 0,5 à 1 ; il n'est cependant pas bon de descendre trop bas pour $\frac{K}{S}$ car les valeurs de S augmentent trop vite. Une bonne valeur est $\frac{K}{S} = 1$.

Pour β il ne faut jamais prendre plus de 0,75 de crainte de faire des erreurs, surtout en hiver.

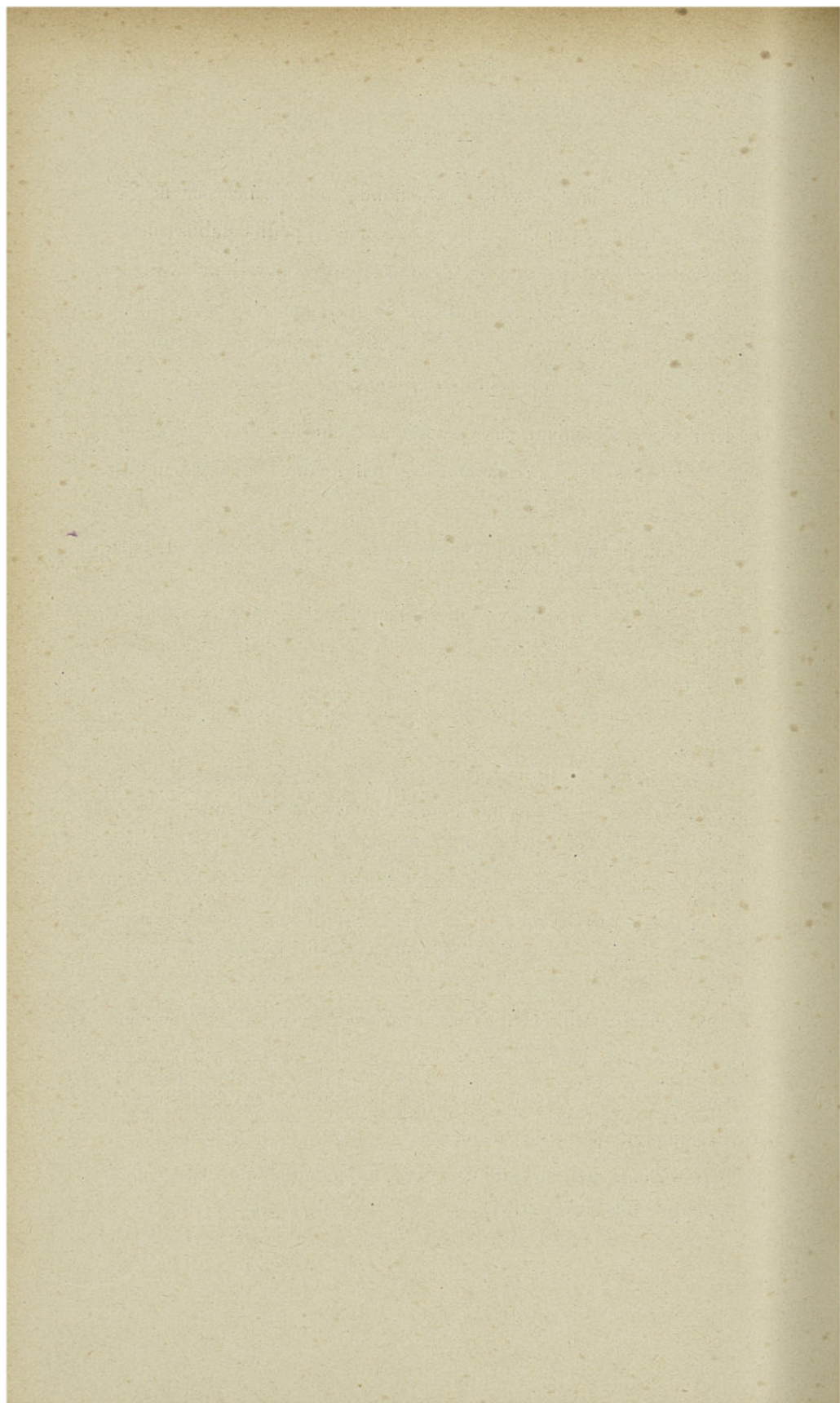
Le générateur que l'on veut établir, devant donner une quantité déterminée de vapeur à une pression fixée on connaît ainsi V et p . Dès lors voici comment on procède : ayant α_m on en déduit A au moyen de la formule (11) ; connaissant H et A , on calcule T_1 au moyen de (12).

Connaissant p on calcule T' et λ par les formules de Régnauld, on a d'ailleurs des tables calculées dans tous les aide-mémoire.

On connaît ainsi tout ce qu'il faut pour déterminer T_2 par la formule (47). Connaissant T_2 , on obtient les valeurs de $\frac{V}{K}$ et de $\frac{V}{S}$ par les formules (49) et (50) ; mais V est connu ; donc on a facilement la consommation de houille pure K et la surface de chauffe cherchée S .

La surface de grille se détermine par les données pratiques connues. Si au lieu de se fixer $\frac{K}{S}$ on se fixait $\frac{V}{K}$, on déterminerait T^2 par la formule (49), et, on obtiendrait S par la formule (50), après quoi on déterminerait $\frac{K}{S}$ par la formule (48).

Ces calculs sont fort simples et permettent d'obtenir des résultats fort approchés de la vérité.



PERFECTIONNEMENTS

DANS LES APPAREILS DE CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Par PAUL SÉE.

Deux importantes inventions ont été récemment brevetées en France :

1^o M. Chaize, manufacturier de Saint-Étienne, avait fait installer dans son usine un chauffage ordinaire en tuyaux à ailettes par vapeur vive.

Ce chauffage, dans une contrée où le charbon est cher, lui parut onéreux.

Il pensa qu'on pourrait utiliser la vapeur de décharge de la machine avant de se rendre au condenseur sans nuire ni au vide, ni à la bonne marche de la machine.

En effet, il faut envoyer au condenseur toute la vapeur de décharge pour obtenir l'obturation nécessaire au vide. Or, pour faire le vide, toute la vapeur n'est pas nécessaire, on pourrait faire le vide avec une faible portion de la vapeur sortant du cylindre, si on pouvait utiliser le reste sans communication avec la pression atmosphérique.

Jadis on consommait 20 à 30 k. de vapeur par cheval-heure, aujourd'hui, dans les machines à triple expansion, on ne consomme guère plus de 5^k.500, et le vide est toujours le même ; donc toute la vapeur n'est pas employée à faire le vide, et on peut utiliser au chauffage une grande partie du calorique de la vapeur de décharge.

L'expérience a pleinement confirmé l'hypothèse.

La vapeur, au sortir du cylindre, passe dans le réseau de tuyaux chauffant l'usine ; l'extrémité finale du chauffage est raccordée au condenseur et la machine fonctionne comme avant.

Il en résulte que l'usine est chauffée gratuitement.

Un système de robinet spécial permet de diriger à volonté la vapeur, soit dans le chauffage, soit au condenseur, dans une proportion quelconque.

Si les pentes le permettent, on laisse couler toute l'eau de condensation au condenseur cheminant avec la vapeur ; si non on peut purger sur le parcours au moyen d'un purgeur automatique approprié, formant obturation parfaite.

En effet, il faut éviter avec soin des rentrées d'air qui supprimeraient le vide.

Les chiffres suivants relevés chez l'inventeur viennent à l'appui de ce qui précède.

Expérience de chauffage

à la fabrique de MM. CHAIZE frères, à St-Étienne.

Dépense de houille force motrice et chauffage avec l'ancien système, chauffage par vapeur vive, du 1^{er} au 31 décembre 1890 Fr. 740 »

Avec le nouveau système breveté, du 1^{er} au 31 janvier 1891 Fr. 380 »

Soit près de 50 % d'économie.

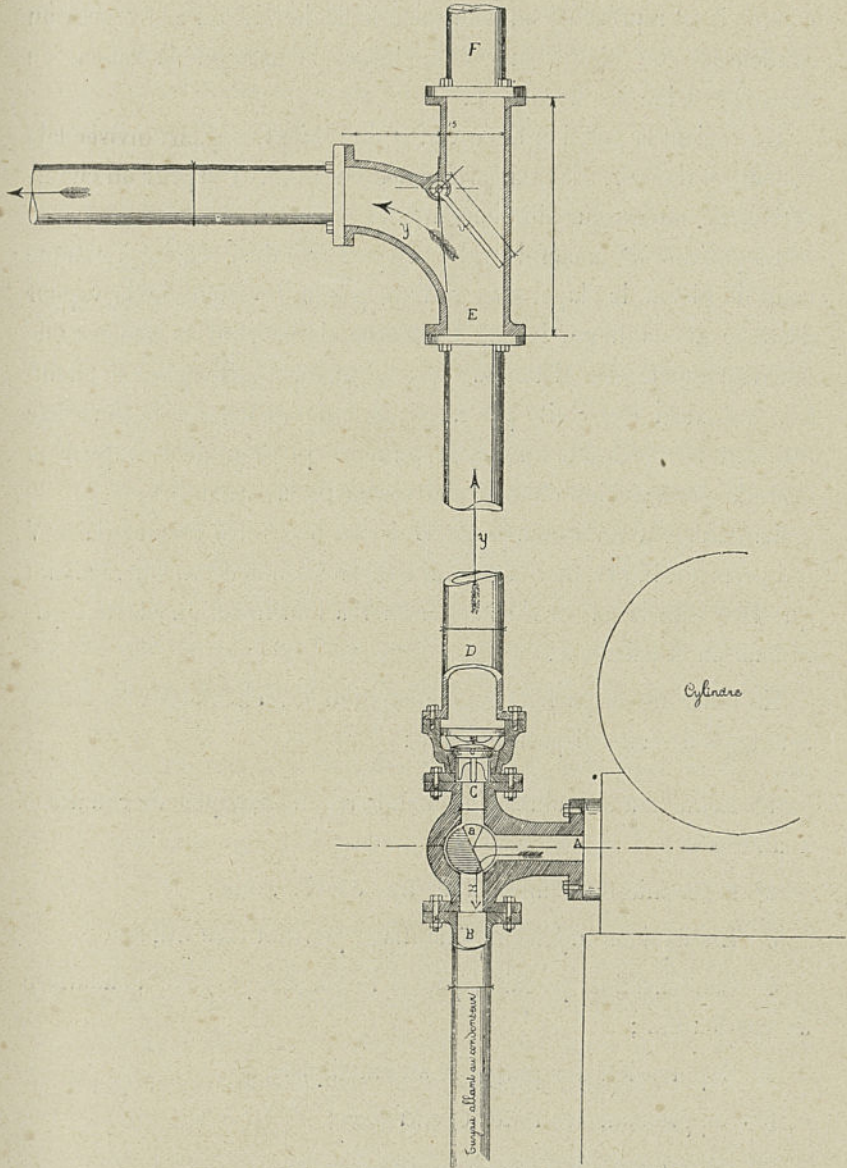
La chaudière est multitubulaire de 115 mètres carrés de surface.

La machine à condensation, 40 chevaux.

Avec le nouveau système, le chauffage a été beaucoup plus régulier, plus puissant, et n'a demandé aucun entretien ni soins.

Le vide était exactement le même qu'avant, ce qui indique que toute la vapeur n'est pas nécessaire pour faire le vide au condenseur et que celle employée au chauffage est à peu près gratuite.

DESCRIPTION (fig. 1).



La vapeur sortant du cylindre en A trouve deux issues : l'une par B allant au condenseur, l'autre en C allant au chauffage.

On peut intercepter entièrement l'une ou l'autre, et faire passer comme il est représenté au plan selon la flèche X, toute la vapeur au condenseur, ou bien fermer cette issue, et envoyer la vapeur au chauffage selon les flèches Y.

En réglant la position de la clef *a* du robinet, on peut diviser la vapeur et donner, dans une proportion voulue, la vapeur au chauffage et au condenseur simultanément.

La position de la clef du robinet ayant été ainsi réglée, à chaque coup de piston le clapet *e* se soulève par la pression de la vapeur destinée au chauffage, le clapet retombe alors, pour se soulever de nouveau au coup de piston suivant. La vapeur utilisée pour le chauffage est ainsi introduite par fractions dans les tuyaux de chauffage qui sont terminés par un tuyau purgeur qui conduit la vapeur et l'eau de condensation dans le condenseur de la machine.

La culotte d'embranchement E porte une valve rectangulaire V qui permet d'intercepter la conduite de la colonne de vapeur, suivant que l'on veut la laisser s'échapper en F à l'air libre, en cas de réparations au condenseur.

En outre de la parfaite réglementation du chauffage, les autres avantages de cette disposition sont :

- 1^o Réduction du volume des chaudières, n'ayant plus de chauffage à alimenter ;
 - 2^o Économie du combustible, très considérable ;
 - 3^o Les anciens tuyaux de chauffage peuvent être utilisés.
 - 4^o Condensation parfaite, par le retour des purges du chauffage au condenseur ;
 - 5^o Suppression des purgeurs automatiques ;
 - 6^o Suppression des fuites et entretien ;
 - 7^o *Économie de première installation.*
-

2° Un ingénieur américain, M. Robinson, a résolu le même problème d'une façon différente et plus originale encore.

Il fait passer l'eau chaude sortant du condenseur par un faisceau de tuyaux radiateurs logés sur le côté du massif de la machine ou dans une chambre spéciale contiguë à la machine.

Puis, utilisant le volant comme ventilateur propulseur d'air, il envoie cet air sur le tuyautage ci-dessus décrit où il se chauffe ; puis, par des conduits distributeurs, cet air chaud se répand dans les locaux à chauffer.

Le volant est entouré d'une gaine en bois ou en tôle laissant entrer l'air par le centre et le laissant sortir par une ouverture pratiquée vers la jante.

On ne se doute généralement pas de la quantité d'air déplacée par un volant, surtout depuis que l'on fait tourner les machines à grande vitesse. J'ai fait dernièrement, à Roubaix, une expérience dynamométrique qui a donné à ce sujet d'intéressants résultats.

Le volant-câble d'une machine Fricart de 350 chevaux indiqués, donnait une ventilation telle que le plafond se salissait très rapidement et que le séjour dans la salle de machine en était insupportable.

Je fis placer sous le volant des disques en bois pour en faire un tambour fermé, aussitôt la ventilation cessa et par le dynamomètre j'ai pu constater une différence de 16 chevaux.

Ainsi, il y a une perte d'environ 5 % de force par la ventilation du volant, cette perte doit nécessairement varier avec la vitesse et le diamètre du volant, mais elle est considérable comme on voit.

Dans le système Robinson, cette ventilation est canalisée et sert à chauffer l'usine sans aucune dépense de calorique et avec l'avantage de renouveler l'air des ateliers tout en les chauffant.

Plusieurs filatures des environs de Boston sont munies de ce système de chauffage, et j'en ai eu d'excellents renseignements.

La figure 2 représente en schéma la disposition brevetée par M. Robinson.

Un des avantages de cette invention, c'est que l'eau de condensation se refroidit presque à la température de l'air ambiant, ce qui

*Utilisation pour le chauffage du calorique perçu
des machines à vapeur. Système Robinson breveté S. G. D. G.*

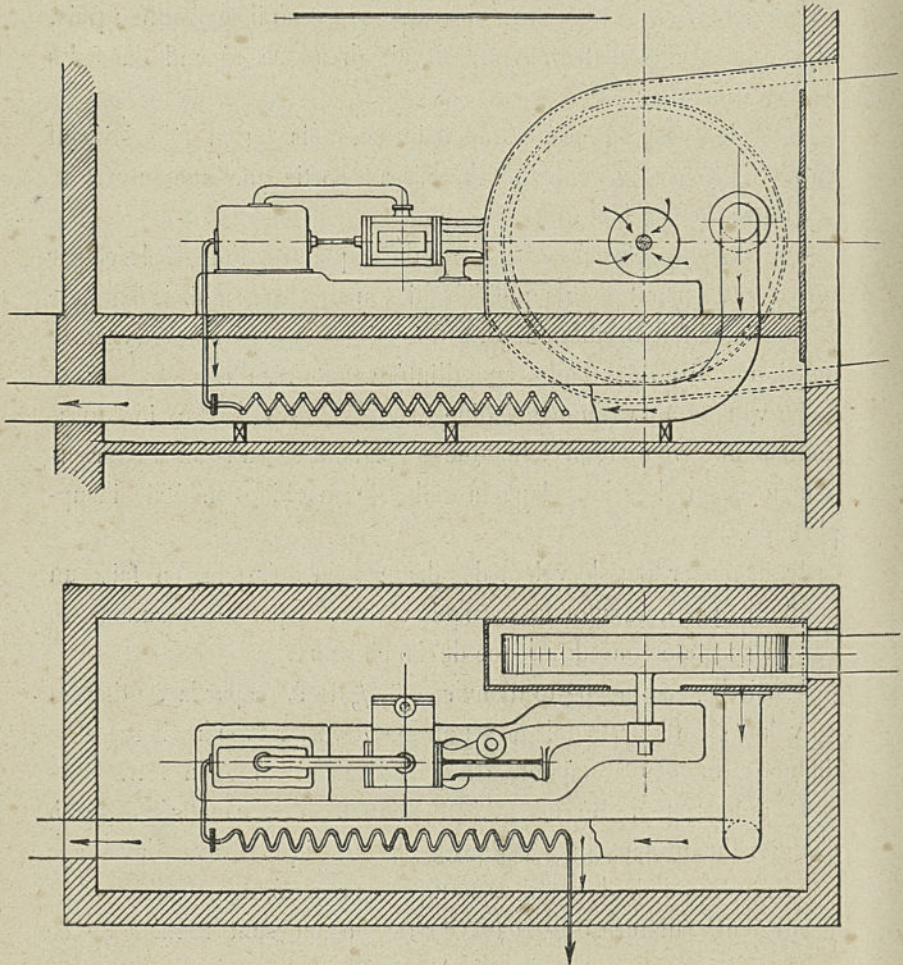


Fig. 2.

diminue ou supprime les réfrigérants pour permettre le réemploi

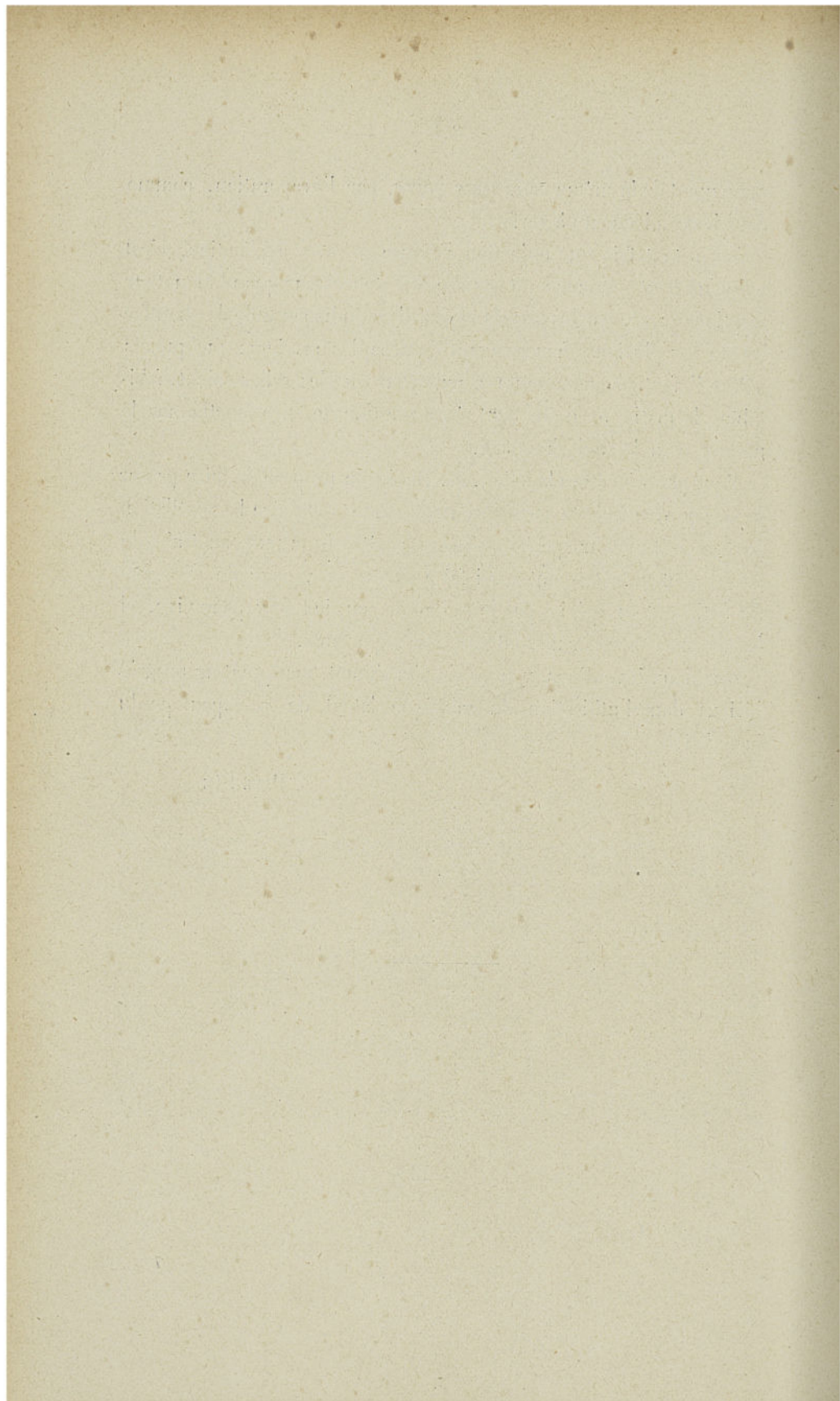
permanent de la même eau, *sans perte*, par l'évaporation, comme dans les condenseurs à surface.

Il y a toutefois une objection sérieuse à cette application, c'est qu'on ne peut commencer à chauffer les ateliers que quand le moteur fonctionne ; or, par les grands froids, il est indispensable de chauffer les ateliers plusieurs heures avant l'entrée des ouvriers ; quelquefois même il faut chauffer toute la nuit pour que les salles soient habitables le matin et il ne peut être question de faire fonctionner le moteur pour le seul chauffage.

Pour parer à cette objection, M. Robinson propose de faire passer la vapeur vive dans le serpentin radiateur et de faire la ventilation par un petit moteur spécial qui serait arrêté dès la mise en train du grand moteur. On peut aussi faire passer la vapeur de décharge du petit moteur spécial par le radiateur, au lieu de vapeur vive, si les locaux à chauffer ne sont pas trop importants.

Ces deux inventions, venues simultanément, marquent un progrès sérieux dans l'utilisation du calorique latent de la vapeur perdu jusqu'ici.

PAUL SÉE.



QUATRIÈME PARTIE

OUVRAGES RÉCOMPENSÉS

DU GAZOGÈNE ET DE SES APPLICATIONS

Par U. SAGNIER,
Ingénieurs des Arts et Manufactures.

Le gazogène, indiqué par Péclet, essayé en petit par Regnault au laboratoire de la manufacture de Sèvres, a été mis en pratique par Siemens, de Dresde.

Associé à son frère Siemens, de Londres, il a trouvé à l'appliquer en Europe dans de nombreuses circonstances. Aujourd'hui, la plupart de ses brevets sont tombés dans le domaine public, et nous pensons que le gazogène, débarrassé des primes exorbitantes qu'exigeait la maison Siemens, doit recevoir des applications de plus en plus nombreuses.

En principe, et quelle que soit la forme qu'on lui donne, le gazogène est un foyer produisant un mélange d'azote, d'oxyde de carbone, d'hydrocarbures et d'acide carbonique. Ce dernier gaz est en proportion variable avec l'allure du gazogène et les soins apportés à sa conduite. En théorie, sa proportion devrait être zéro; en pratique, il faut compter sur 10 à 20 % du volume total du gaz produit.

Dans un gazogène, nous devons envisager trois opérations ou plutôt trois réactions différentes. Le combustible incandescent tombé sur la grille ne contient plus de matières volatiles; l'air affluant sous

la grille le brûle et produit de l'acide carbonique. Ce gaz monte, traverse une couche de coke porté au rouge, et se réduit en oxyde de carbone en enlevant un équivalent de carbone. Enfin, la couche supérieure est composée de combustible frais qui distille.

Par suite, nous avons une zone d'oxydation, une zone de réduction, une zone de distillation.

Il est évident que cette dernière zone disparaît quand on charge le gazogène de coke d'usine à gaz ou de hauts-fourneaux.

APPLICATIONS

La forme du gazogène et son allure devant varier suivant les différentes applications, nous allons examiner d'une façon générale les divers cas où nous pourrons appliquer le gazogène, et la forme à donner à chacun d'eux.

PREMIÈRE HYPOTHÈSE ou PREMIER GROUPE.

Nous devons chauffer à une température dépassant 700° un corps contenu dans un laboratoire simple. Ce corps ne dégage point de gaz.

Nous entendons par là que les flammes doivent entrer par un côté du laboratoire et sortir par l'autre sans qu'on leur fasse faire d'autre circuit autour du corps à chauffer. De plus, ce corps ne dégage que peu ou point de gaz quand on le chauffe.

Tel est le cas d'un four à fondre l'acier sur sole, d'un four à réchauffer les lingots, à réchauffer les cornières pour les grandes constructions métalliques, et enfin un four de verrerie servant à fondre le verre en bassin.

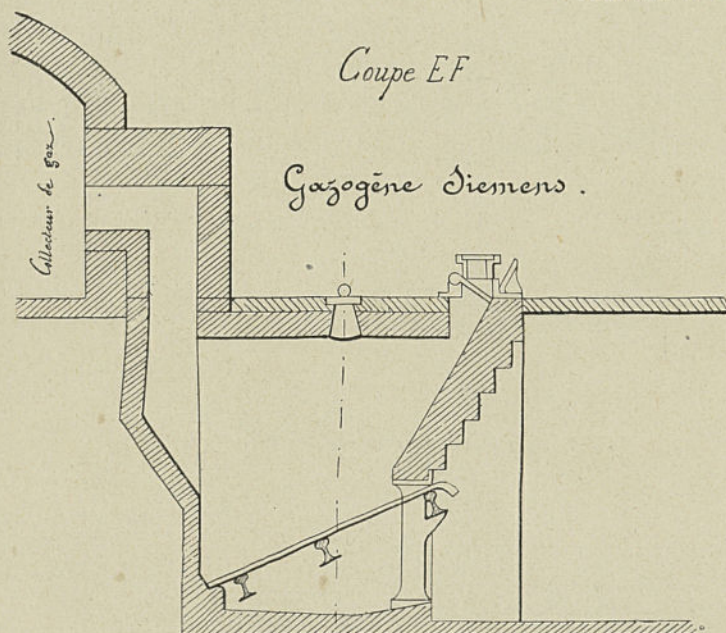
Ces applications sont naturellement celles qui se sont indiquées

les premières, et c'est dans cette première hypothèse que nous allons trouver le plus grand nombre de gazogènes et de récupérateurs.

Gazogène Siemens.

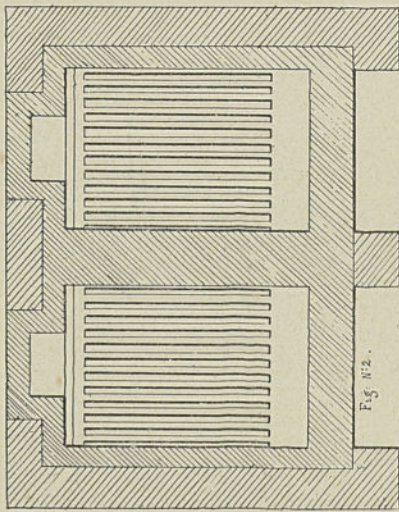
Le plus ancien des gazogènes appliqués d'une façon pratique est le gazogène Siemens. (Planches 1, 2, 3).

PLANCHE N° 1

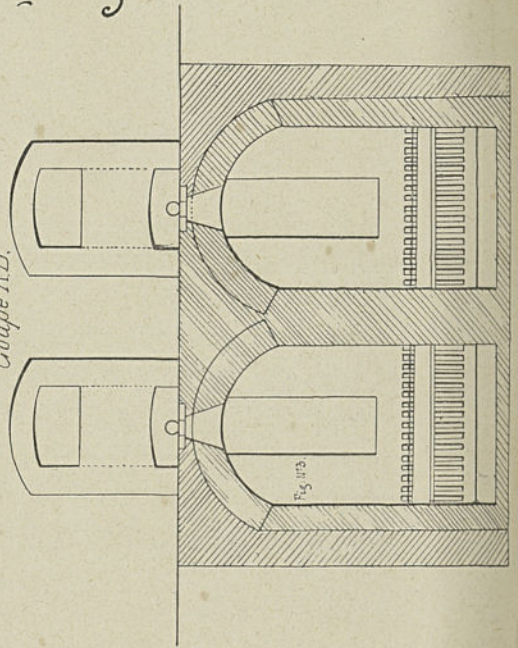


Le combustible introduit dans une ou plusieurs boîtes de fonte est déversé, par une rotation du fond mobile de la boîte, sur un plan incliné. Le combustible roule suivant son talus naturel d'éboulement et subit les diverses transformations que nous avons déjà examinées. Des trous percés dans la voûte permettent d'introduire des ringards qui servent à arranger le combustible. Il se produit, en effet, des fissures dans la masse du combustible. Par ces fissures ou *sifflets* l'air, montant de dessous la grille, donne une combustion complète

Coupe M.N.

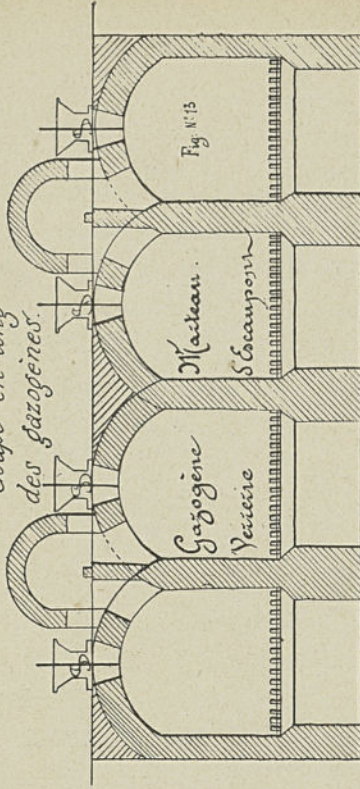


Coupe A.B.

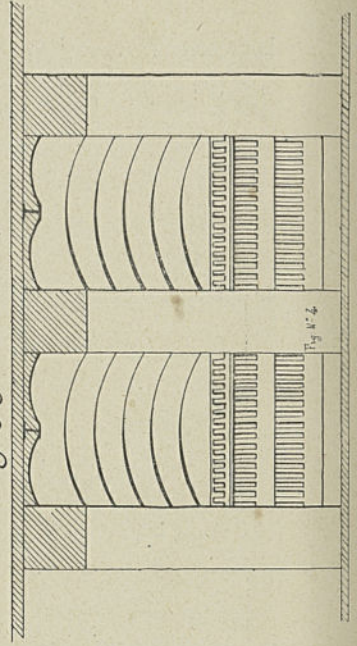


Gazogène Siemens.

*Coupe en long
des gazogènes.*



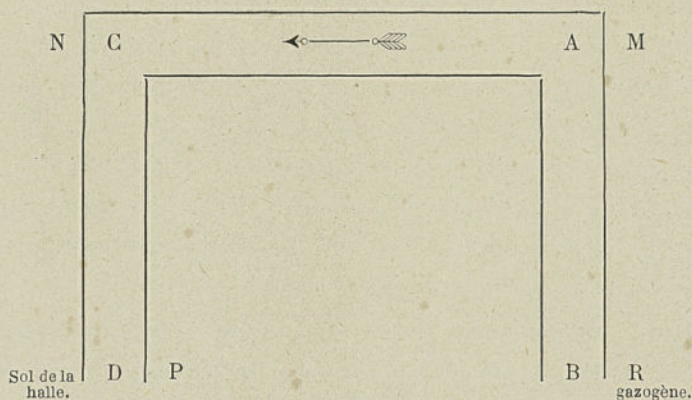
*Coupe C.D.
Gazogène Siemens.*



du carbone, et des hydrocarbures. Il y a donc production d'eau et d'acide carbonique, par suite, production d'un gaz pauvre en pouvoir calorifique. Ce gazogène est simple, de construction facile, mais présente des inconvénients qui proviennent des difficultés de dégrasage de la grille, et surtout de la différence de niveau qui doit exister entre la halle du four et le centre de gravité des grilles. On se trouve donc souvent contraint d'enterrer fortement les gazogènes, ou de surhausser le sol de la halle. Il est bien des cas où le terrain ne permet pas cet enfoncement des gazogènes.

Siemens avait, en partie, tourné cette difficulté en installant un *coaling-tub*, soit tout simplement un siphon à gaz.

AB tube en tôle garni de briques réfractaires ; AC tube en tôle nue ; CD tube en tôle nue.



Le gaz, sortant du gazogène à une température de 300° à 400° , montait jusqu'au niveau A en conservant sensiblement cette température. De A en C, le gaz se refroidissait, acquérait une densité supérieure, et retombait par la colonne CD. La température du gaz en D variait de 150° à 200° .

Outre cette perte voulue de calories, ce système avait des inconvénients pratiques. Un gazogène étant négligé, le tuyau ACD rougissait, et pouvait arriver à s'aplatir complètement. Dans le cas même d'une conduite parfaite des gazogènes, il se formait en BACD

des dépôts de suie qui venaient obstruer les conduits au bout d'un temps plus ou moins long, mais qui finissaient toujours par venir. On devait arrêter, nettoyer, et ce nettoyage nécessitait l'ouverture des portes situées en M, N, P, R. Les suies chaudes et à l'état de division extrême s'enflammaient souvent au contact de l'air, et pouvaient faire rougir et plier le tuyau DAC. Ce système a été abandonné presque partout.

La verrerie de Montluçon paraît être la seule qui ait conservé ce tube siphon. On lui a donné ces dimensions énormes (2^m50 de diamètre) pour rendre les nettoyages moins fréquents ; mais il n'en faut pas moins finir par nettoyer un jour ou l'autre, et avec les dangers que nous avons signalés. Nous reviendrons plus tard sur la remise en marche des fours après nettoyage.

Les décrassages des grilles sont, comme nous l'avons dit, assez difficiles dans ce mode de gazogènes. On peut se servir de fausses grilles ou barreaux taillés en pointe que l'on force à travers la masse des scories jusqu'à ce qu'elles viennent s'appuyer sur le tablier de face. Ces grilles soutiennent le combustible pendant que l'on retire les barreaux formant la grille ordinaire. Puis, on replace cette dernière après avoir enlevé les scories ; on retire la fausse grille, et on laisse retomber le combustible.

Dans d'autres usines, on compose la grille de barreaux en fer, carrés, de 40 ^m/_m de côté, et on a soin de laisser un vide de 20 [%]/_m entre le bout des barreaux et le tablier du fond. Les ouvriers font glisser les scories vers ce vide, et les font tomber dans le cendrier tout en ayant soin de conserver assez de scories pour obturer le vide existant entre les grilles et le tablier du gazogène.

Ces difficultés de décrassage ont amené à construire des gazogènes à grilles dites anglaises ou à gradins. On extrait les scories par les deux gradins inférieurs, et ce, d'une façon presque continue ; mais ce système a l'inconvénient de nécessiter un rapprochement considérable du pied de la grille et de la paroi du gazogène qui lui fait face. De plus, il est peu facile de décrasser les scories qui se

sont formées contre les parois et les tabliers du gazogène. Nous avons vu une usine forcée de cesser son travail parce que des scories attachées aux parois du gazogène avaient formé des *ailes* qui empêchaient presque complètement la circulation des gaz à travers la masse du combustible ; ces ailes n'étaient que difficilement accessibles aux coups de ringards, en raison même de la disposition de la grille. Ces gazogènes sont encore usités mais dans peu d'industries, et là seulement où l'on consomme du combustible très propre.

PLANCHE N° 4.

Coupe A.B

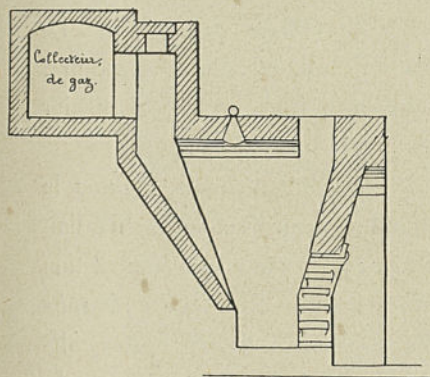


Fig 5.

Vue de face

A

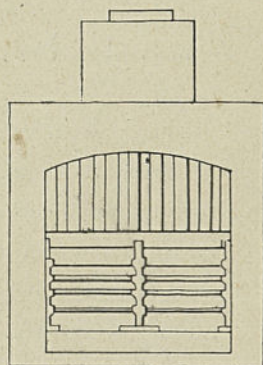


Fig 6.

Gazogène à grille inclinée dite anglaise.

FORGES ET VERRERIES DE DENAIN.

Reconnaissant que la production d'acide carbonique non réduit devenait souvent un obstacle à la bonne marche des fours, Siemens, de Dresde, a imaginé un mur vertical forçant les gaz à repasser dans la masse du combustible avant de se rendre au four. Ce système avait l'inconvénient de faire faire aux gaz un second trajet, occasionnant encore plus de frottements que leur premier passage à travers la masse du combustible. De plus, ce mur vertical, placé entre deux feux, exposé aux coups de ringards, n'avait qu'une durée peu certaine.

Nous ne devons considérer ce *perfectionnement* que comme une des innombrables tentatives de la maison Siemens, en vue de rajeunir des brevets tombés dans le domaine public.

Gazogène Lührmann.

Le gazogène étant un appareil essentiellement continu, il était naturel de songer à l'alimenter d'une façon continue.

M. Lührmann imagina un gazogène muni d'une cornue horizontale en maçonnerie, dans laquelle le combustible distillait. Un piston, mû d'un mouvement très lent, enfonçait le combustible d'une façon presque continue, au moyen d'un dispositif analogue à celui qu'on employait autrefois pour pousser les betteraves sur la râpe. Le combustible réduit à l'état de coke venait tomber dans le gazogène, se transformant en oxyde de carbone, et le mélange de ce dernier gaz et des hydrocarbures se rendait dans le four.

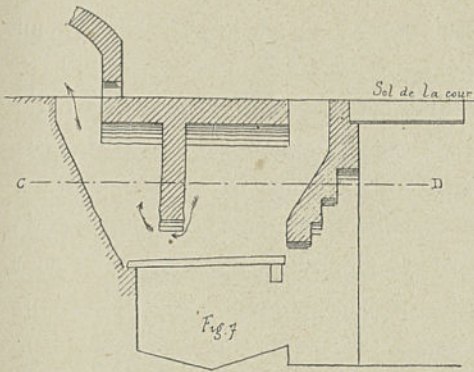
Malheureusement, le combustible ne pouvait distiller dans la cornue que si cette dernière était chauffée. Pour la chauffer, il fallait faire circuler autour de la cornue des gaz provenant de la combustion dans le four, c'est-à-dire sacrifier une partie de l'action du récupérateur, et envoyer à la cheminée des gaz chauds. Donc, à part l'alimentation presque continue, on perdait dans le manque d'action du récupérateur ce qu'on gagnait en faisant distiller le combustible par la chaleur emportée du four.

Ces gazogènes sont maintenant abandonnés.

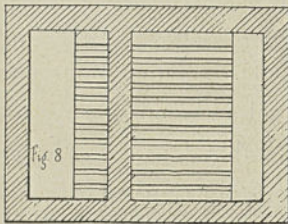
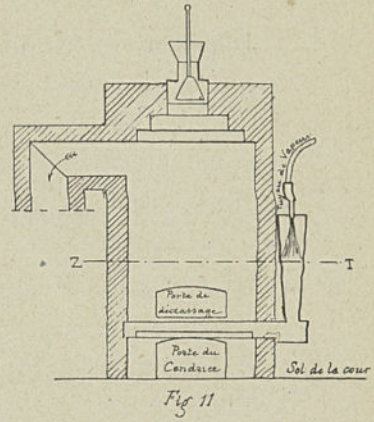
Gazogène Wilson.

La nécessité d'enterrer les gazogènes, leur lenteur de mise et de remise en marche, enfin le désir de produire un gaz riche en pouvoir calorifique avec des combustibles pauvres en matières volatiles, ont amené la construction des gazogènes Wilson, qui sont soufflés au moyen de souffleries Kœrting.

Gazogène Siemens perfectionné.

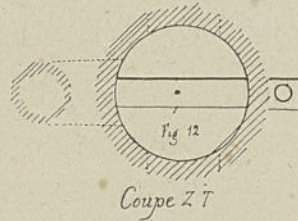


Gazogène Wilson.



Coupe C.D

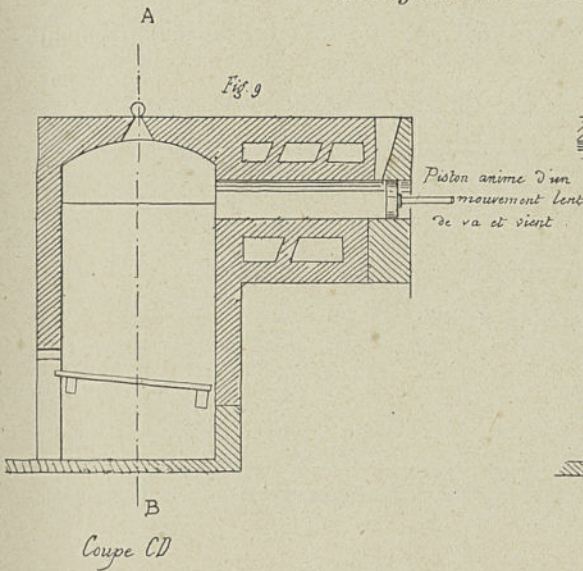
VERRERIES DE DORIGNIES.



Coupe Z T

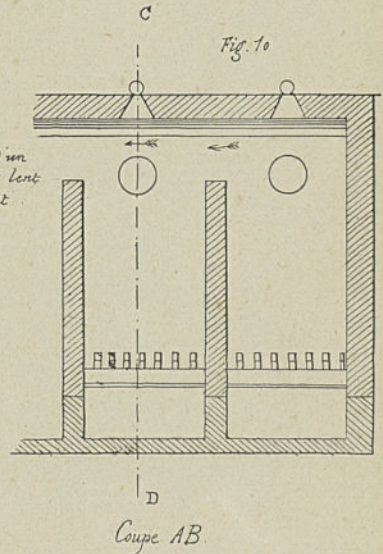
VERRERIES D'ANICHE ET DE JUMET.

Gazogène Lührman.



Coupe CD

VERRERIES DE DAUPRÉMY (Belgique).



Coupe AB

La plupart des industriels qui les ont montés, les ont actionnés au moyen de chaudières trop petites, d'une allure trop peu régulière.

La réduction de l'oxyde d'hydrogène en hydrogène et oxyde de carbone, absorbe un nombre de calories juste égal à celui que ces gaz restitueront en se combinant à l'oxygène. De ce côté, il n'y a donc nul bénéfice ; et, cette réaction entraînant une dépense de calories dans le gazogène, il en résulte que les gaz produits sont moins chauds, et que ces sortes de gazogènes ne peuvent convenir qu'aux fours munis de chambres à réchauffer les gaz avant leur introduction dans le four. Enfin, n'oublions pas que pendant toute la durée du décrassage, les portes du cendrier doivent être ouvertes ; par suite, la soufflerie doit être momentanément supprimée, et le gazogène n'a plus aucune action sur le four. La faible différence de niveau existant entre les gazogènes et le sol de la halle, exige qu'on maintienne les gaz à une pression considérable dans ces gazogènes ; par suite, l'ouvrier qui déplace un tampon pour ringarder, se trouve souvent incommodé par le jet de gaz qui sort par le trou ainsi ouvert.

Nous pensons donc que le gazogène Wilson ne doit recevoir que des applications restreintes. et que, dans tous les cas, la chaudière qui actionne les souffleries doit être doublée d'une chaudière de secours, c'est-à-dire être construite en double, et de plus, doit être assez grande pour avoir une pression que l'on maintiendra facilement constante.

Il est bon d'ajouter que le gazogène Wilson, comme tous les gazogènes soufflés, se remet en marche avec une rapidité souvent très utile, et permet de gouverner un four avec la plus grande facilité.

Il a encore été imaginé des gazogènes donnant du gaz dit gaz à l'eau. Dans ceux-ci, la production du gaz est presque uniquement due à la réduction de l'oxyde d'hydrogène ; ces gazogènes ont tous une allure extrêmement chaude ; on en a même essayé à la température de fusion du cuivre (1). Or, dans tous les fours à récupérateur

(1) Cette température exagérée ne se maintient pas longtemps, mais est nécessaire au début de l'opération.

Siemens, et nous verrons que ces fours sont encore les meilleurs dans la plupart des cas, il est nécessaire d'avoir un appareil, cloche ou valve, permettant de diriger le gaz tantôt d'un côté, tantôt de l'autre côté du four. L'introduction dans ces appareils, de gaz très chauds, nous paraît compromettre singulièrement leur bon fonctionnement et leur durée.

Il se pourrait cependant que dans les fours où le gaz se rend directement dans le laboratoire, et toujours par le même orifice, et dans le cas où le gaz doit servir à l'alimentation de machines à gaz, il y eût intérêt à se servir de ces appareils. Mais, pour les applications qui nous occupent ici, nous ne croyons pas devoir les considérer comme entrés dans le domaine de la pratique.

Gazogène Marteau.

Le dernier type de gazogène que nous examinerons est le gazogène imaginé par M. Marteau, de son vivant directeur des verreries de Mariemont. (Pl. 3).

Ce gazogène se compose d'une simple cuve carrée munie de grilles en fer placées à la partie inférieure. Le combustible tombe au centre de la cuve, distribué d'une façon continue par une hélice mue par une machine. Les foyers sont munis de portes d'une ouverture et d'une fermeture faciles. Dans les murs d'entrefond séparant deux gazogènes consécutifs, on loge une soufflerie permettant d'amener sous la grille, dans le cendrier, un jet d'air et de vapeur d'eau. Ces gazogènes présentent presque tous les avantages des gazogènes Wilson, sans en avoir les inconvénients; leur seul défaut est d'exiger une différence de niveau de 0^m50 entre le niveau moyen de leurs grilles et le niveau inférieur des récupérateurs ou réchauffeurs de gaz; mais ils ont l'avantage de ne plus être absolument dépendants de la chaudière.

Au cas où celle-ci manquerait, il suffit d'ouvrir les portes des cendriers, d'alimenter avec un combustible un peu plus riche en

matières volatiles, et un peu plus grenu, et on marche sans s'inquiéter du temps que peut durer un arrêt de la chaudière.

Nous avons vu fonctionner ces appareils en utilisant un combustible donnant à l'analyse de 16 à 18 % de matières volatiles. C'est le seul qui ait donné ce résultat, et ce, en dépit de réclames innombrables et éhontées qui ont été faites par les inventeurs de gazogènes.

Disons en terminant cet examen, et d'une façon générale, qu'il y a toujours intérêt à n'introduire dans les gazogènes, quels qu'ils soient, que des combustibles secs et frais. En effet, dans la zone supérieure, zone de distillation, l'eau que peut apporter un combustible mouillé se volatilise, et vient prendre dans les conduites menant le gaz au four la place de gaz combustible. Il n'y a plus ici réduction de l'eau en H et CO, il y a simplement perte de calories pour produire une vapeur d'eau qui sortira du four, emportant avec elle la chaleur qu'elle aura absorbée.

Quant au combustible frais, c'est-à-dire fraîchement extrait, il est tout naturel de ne pas le laisser perdre dans l'atmosphère, des matières volatiles qui seront utilisées dans le four. Donc, il y a intérêt à consommer du charbon qui n'a pas séjourné longtemps à l'air et en grands tas. Ceci explique comment les usines qui reçoivent leur combustible au jour le jour consomment moins que celles qui, par leur situation, sont contraintes de recourir aux transports par eau, et d'avoir toujours un grand stock de combustible.

Comme dimension pratique des gazogènes s'appliquant au cas que nous examinons, nous indiquons 1^m de surface de grille pour une consommation de 7 à 800 kilogs de houille par 24 heures, et hauteur moyenne de combustible de 1^m30 au-dessus de la grille.

Pour les gazogènes Siemens, une longueur de grille de 1^m sur 1^m80 à 2^m de large, nous paraissent des dimensions pratiques.

On groupera sur un même conduit collecteur les gazogènes nécessaires au four que l'on doit construire, et on aura soin, dans la construction des conduits devant amener le gaz au four, de se

ménager partout des alignements droits terminés par des portes permettant d'enlever les suies qui se forment toujours et obstruent les conduits. La tôle doit être écartée dans cette construction, à moins que l'on puisse garnir les tôles d'une chemise intérieure de briques réfractaires qui les protégeront en cas de combustion des suies.

Quant aux dimensions de ces conduites, tout calcul est inutile, car, dès le second jour de marche, les suies déposées le long des parois modifient complètement la section ; il est bon de leur donner les plus grandes dimensions possibles, et de considérer la conduite comme une chambre d'équilibre interposée entre le gazogène et le four.

Ces observations s'appliquent à tous les gazogènes possibles. Jusqu'à ce jour, les gazogènes construits sont, à de rares exceptions près, alimentés de combustibles contenant de 20 à 30 % de matières volatiles. Il a été publié nombre de brochures et études sur les puissances calorifiques de tel ou tel combustible, mais tous ceux qui ont construit des fours alimentés par des gazogènes ont fini par utiliser les charbons rentrant dans les conditions ci-dessus.

Nous verrons, en examinant les différentes hypothèses, que cet emploi de charbons relativement riches en matières volatiles n'est pas absolument indispensable.

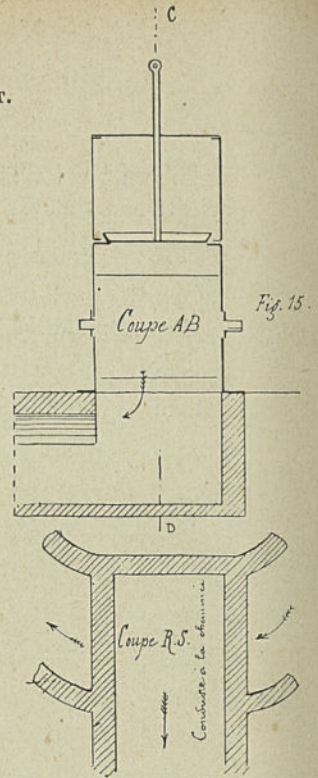
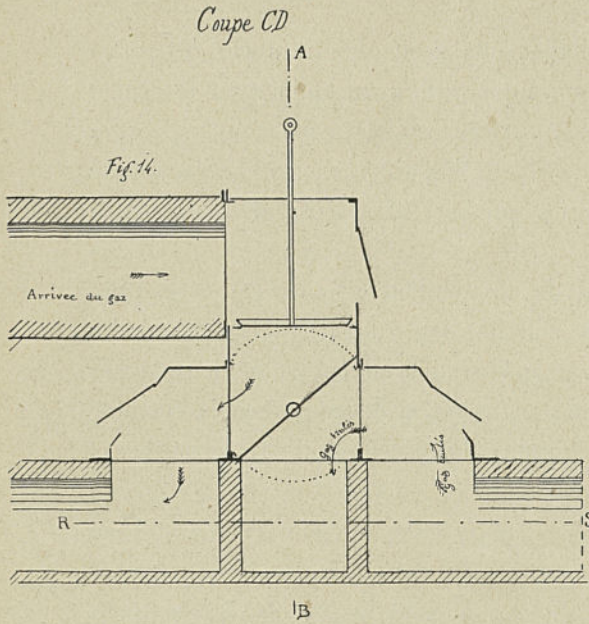
DES FOURS

Nous prendrons comme premier exemple un four de verrerie destiné à fondre du verre d'une façon continue et en bassin.

Les gaz produits dans un des gazogènes cités plus haut, sont amenés à un appareil distributeur permettant d'envoyer le gaz dans l'une ou l'autre des chambres. Un clapet mu par une chaîne enroulée sur un treuil permet de régler l'introduction du gaz et, au besoin,

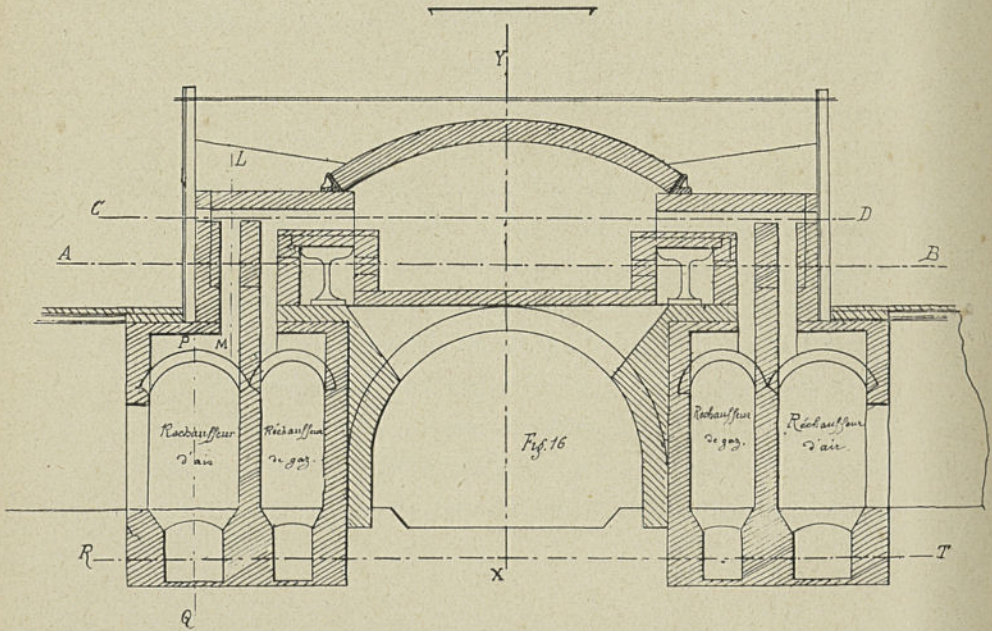
Valve à Gaz.

VERRERIES D'ANICHE ET DE JUMET.



FOUR DU PREMIER GROUPE.

Coupe verticale, perpendiculaire au grand axe d'un four d'une Verrerie.



Four de verrerie.

VERRERIES D'ESCAUPONT, ETC.

de la supprimer complètement. Le gaz est dirigé par le papillon mobile dans l'un ou l'autre des conduits communiquant au-dessous des empilages. Le gaz monte en s'échauffant au contact des briques, et rencontre l'air nécessaire à sa combustion. Cet air a été amené et réchauffé par des moyens identiques à ceux qu'on a employés pour le gaz.

Les produits de la combustion sont attirés à la cheminée après avoir repassé par les appareils distributeurs. On comprend qu'un mouvement du papillon autour de son axe horizontal distribuera le gaz dans la chambre qui vient d'être réchauffée, et que les gaz brûlés viendront à leur tour réchauffer les chambres refroidies par les passages de l'air et du gaz. En général, cette inversion se fait toutes les heures.

On observera, et ceci s'applique à tous les distributeurs, qu'au moment où le papillon effectue son mouvement de rotation, le gaz est en communication directe avec la cheminée. De plus, la chambre, par laquelle arrivait le gaz au moment où on a commencé l'inversion, est pleine de gaz qui va aussi être attiré à la cheminée ; on perd donc à chaque inversion le contenu d'une chambre, et, en outre, ce qui peut s'échapper de gaz pendant le mouvement du papillon. Ce gaz, rencontrant l'air qui, par la même raison, se rend à la cheminée, peut occasionner des détonnations si on n'a pas la précaution de conduire le gaz et l'air par deux caniveaux séparés se rejoignant le plus près possible du pied de la cheminée, et construits de telle sorte que les deux courants de gaz et d'air soient parallèles. De cette façon, on évite les explosions ou *poufs* qui sont encore tellement fréquentes que dans certaines verreries, les ouvriers doivent s'écarter de l'ouvrage au moment du renversement des flammes.

On éprouve souvent des difficultés résultant de l'encrassement de la valve à gaz. Le papillon ne peut plus se mouvoir facilement, des dépôts de suie durcie et mêlée de goudron forment des saillies sur les joints, et le papillon n'est plus étanche. Il en résulte des fuites auxquelles il est parfois très difficile de remédier.

Le gaz s'enflamme à l'endroit de la fuite, et la valve rougit ainsi que le papillon. Les fontes se gondolent et l'appareil est mis hors d'usage.

En prévision de ces accidents, les verriers belges ont installé sur la même conduite de gaz deux valves à gaz dont l'une est toujours prête à fonctionner quand l'autre fera défaut. On peut encore avoir une valve montée sur coulisseaux en fonte. En cas d'avarie, on déplace la valve en la faisant glisser sur ses coulisseaux, et on en met une autre. Le procédé des verriers belges nous semble le plus pratique.

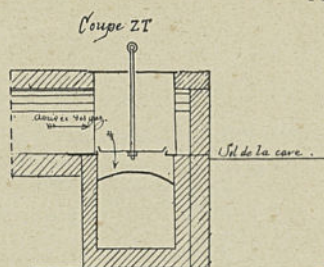
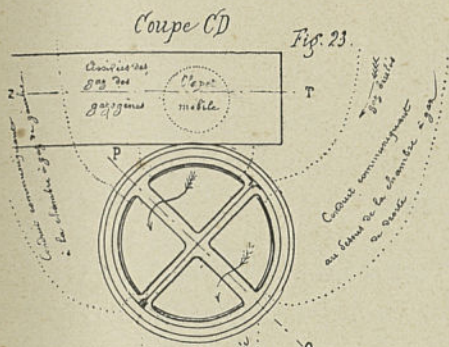
Il est entendu que la valve à air n'a aucun de ces inconvénients et ne demande pas ces précautions.

Les Allemands ont remédié à ces défauts en remplaçant la valve à gaz par une cloche. Dans cet appareil, la distribution se fait au moyen d'une cloison diamétrale de la cloche (fig. 23). Ici les fuites deviennent presque impossibles à la condition que la cloison du milieu soit bien étanche, et que l'eau coule continuellement dans les rigoles de fonte.

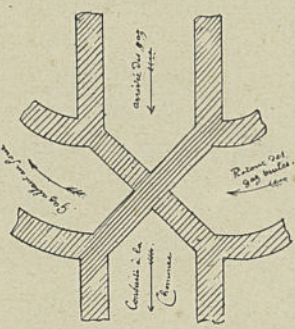
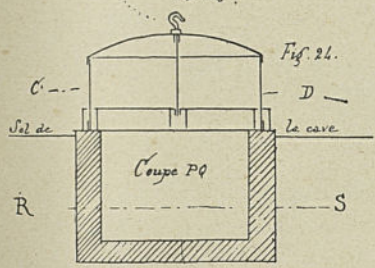
Le seul et grave défaut de cet appareil est d'être d'un nettoyage difficile, et surtout d'occasionner au courant de gaz une perte de charge beaucoup plus grande que ne le fait la valve. Un simple examen de la figure et des flèches indiquant les mouvements des gaz fait comprendre ce fait. Il est de plus démontré par expérience qu'avec une même surface de grille aux gazogènes, en un mot, toutes les autres parties d'un four étant identiques, un four muni de cloche a une allure moins chaude que le même four muni d'une valve.

On a, enfin, imaginé une cloche qui, par un simple mouvement de 180° autour de son axe vertical, distribue en même temps l'air et le gaz (fig. 27, 28).

Cet appareil peut s'appliquer avec avantage aux fours de moyenne grandeur, mais on comprendra que, pour les grands fours, il faudrait lui donner des dimensions qui le rendraient peu maniable. Il a, plus encore que le précédent, l'inconvénient d'être d'un

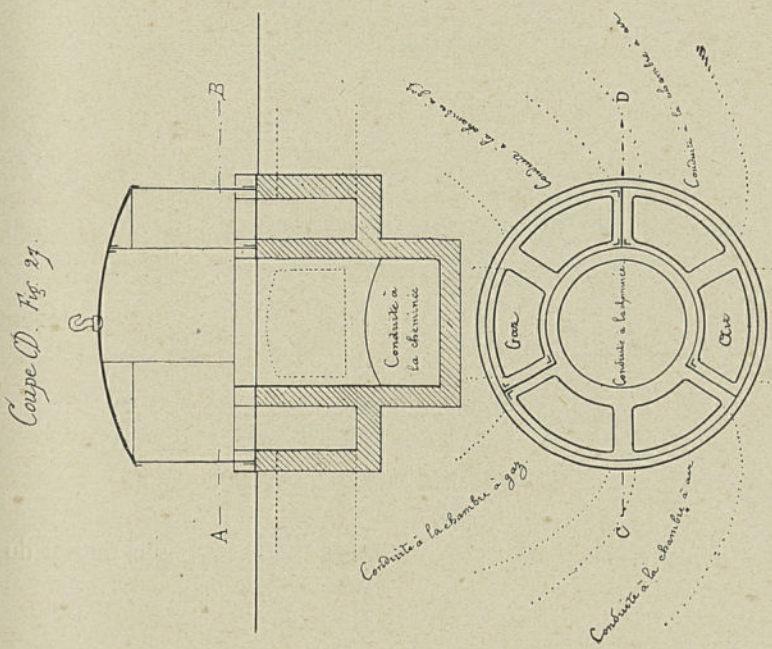


Cloche à Gaz.



VERRERIES D'ESCAUPONT, FRESNES ET DENAIN.

PLANCHE N° 14.
Cloche de distribution de gaz et d'air.



Coupe A.B. - Fig. 28.

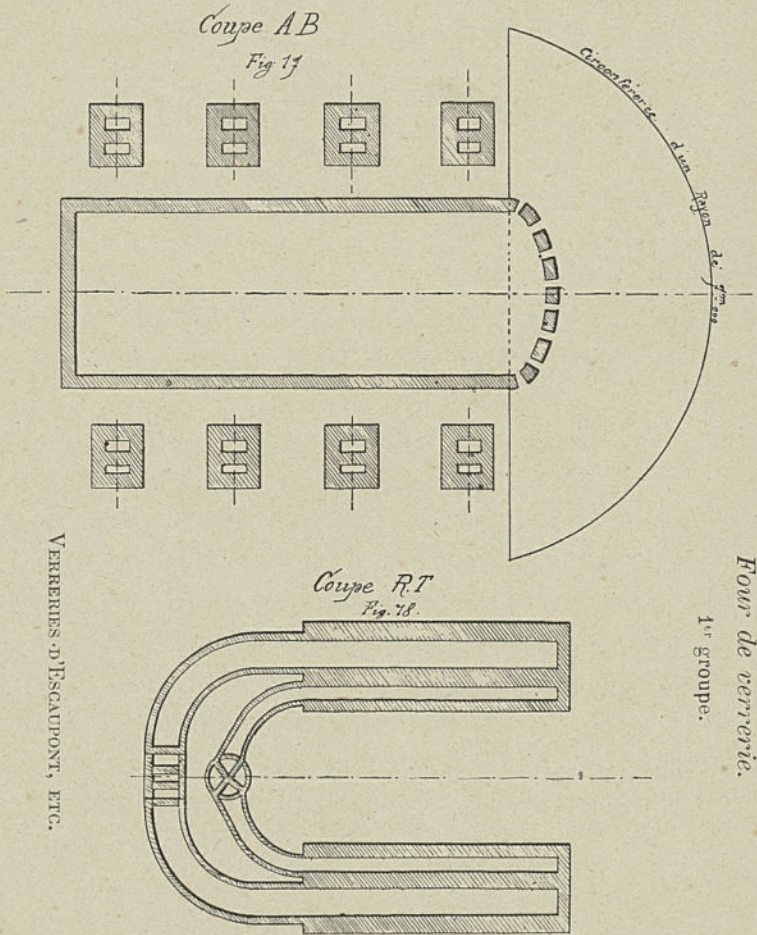
VERRERIES DE RIVE-DE-GIERS

nettoyage difficile, et d'occasionner des pertes de charge. Il n'en est pas moins employé aux verreries de Rive-de-Giers.

Récupérateurs.

Les fours Siemens ont tous été construits en admettant deux chambres à réchauffer les gaz et deux chambres à réchauffer l'air.

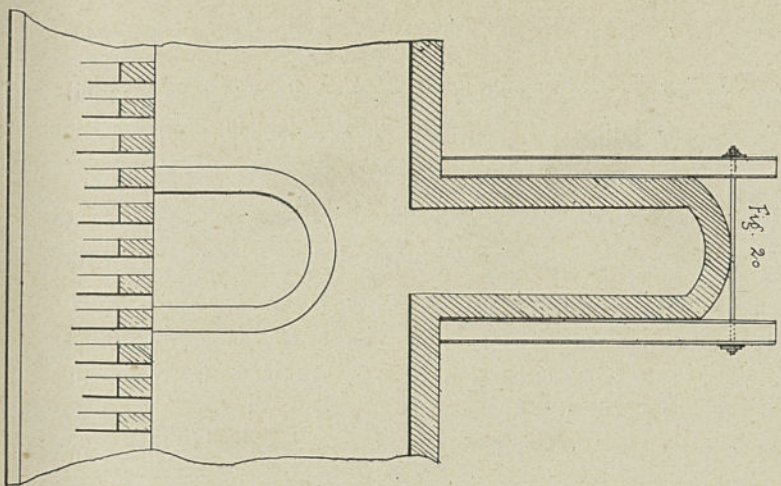
PLANCHE N° 9.



Ces chambres sont remplies de briques laissant entre elles autant de

Four de Verrierie. — Four du 1^{er} groupe.

Coupe L.M.P.Q.

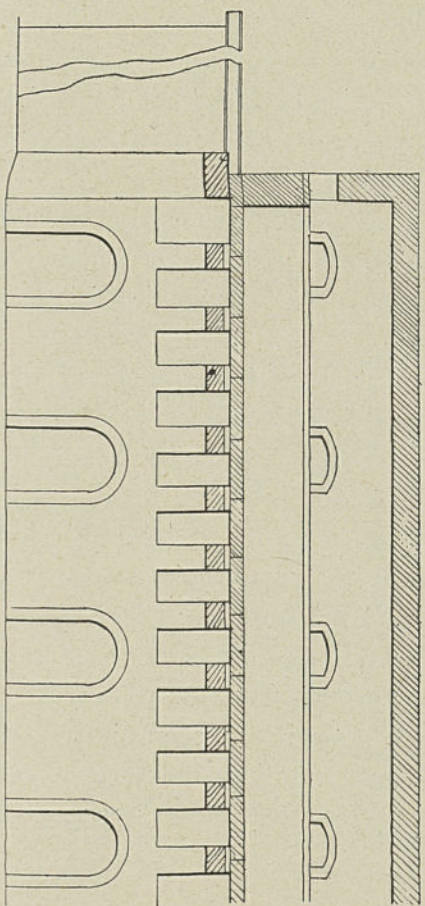


VERRERIES D'ESCAUPONT, MASNIERES, ANICHE, JUMET.

Four de Verrierie. — Four du 1^{er} groupe.

Coupe XV. verticale en long.

Fig. 11.



VERRERIES D'ESCAUPONT, MASNIERES, ANICHE ET JUMET.

vides que de pleins. Le cube de la chambre à air est, dans les meilleurs fours, au cube des chambres à gaz dans le rapport de 1,25 à 1.

De nombreux constructeurs ont cherché à tourner les brevets Siemens et ont produit des récupérateurs reposant tous sur ce principe : les gaz brûlés sortant du four passent dans des carneaux en poteries ou carreaux réfractaires. L'air nécessaire à la combustion se chauffe en circulant dans des carneaux cotoyant les carneaux conducteurs des gaz brûlés. Exemple (fig. 29).

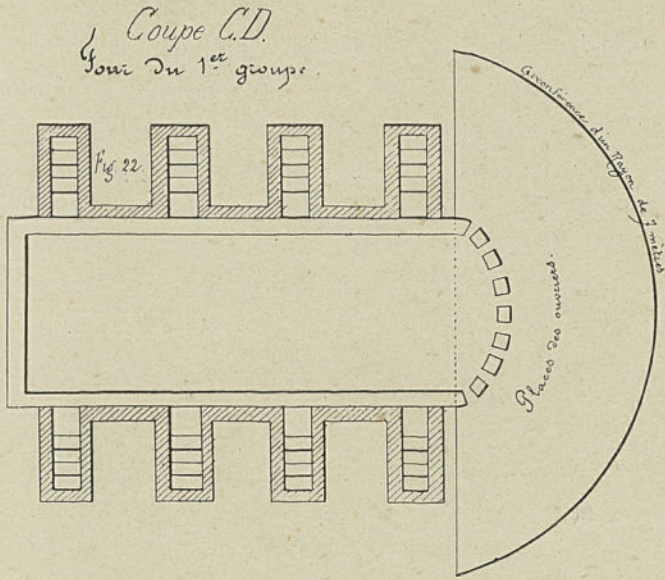
Il est démontré que les fours, munis de ce genre de réchauffeurs d'air ont tous, ou à peu près tous, disparu. Cependant nous rencontrerons certains cas où on doit se résigner à les employer ; mais en tant que four à grandes allures, l'expérience les a condamnés.

La maison Siemens a dernièrement fait beaucoup de réclame pour un nouveau four où l'on ne réchauffait plus le gaz, et où l'on faisait repasser sous les grilles des gazogènes une partie des gaz brûlés dans le but de les carburer à nouveau. Nous pensons qu'il faut n'accepter ce nouveau brevet qu'avec la plus grande méfiance, et, jusqu'à nouvel ordre, nous le considérons comme un des nombreux moyens employés par la maison Siemens pour conserver le privilège exclusif de la construction des fours.

Il est indiscutable que la suppression des chambres à réchauffer le gaz entraîne la suppression de la valve ou cloche et de ses inconvénients. De plus, on supprime la perte de charge due au frottement du gaz sur les briques d'empilage.

Mais l'expérience nous montre que pour obtenir dans le four la même vivacité de combustion avec du gaz froid, il faut compliquer le brûleur ou dispositif de mélange de l'air et du gaz.

Ce brûleur moins simple est plus délicat de construction, par suite, moins robuste. Or, dans tout four Siemens, ancien ou nouveau système, il faut que le brûleur serve alternativement d'entrée aux flammes et de sortie aux gaz brûlés ; si donc nous avons un brûleur moins robuste, nous augmentons encore ses chances de fusi-



VERRERIES D'ESCAUPONT, MASNIÈRES, ANICHE, JUMET.

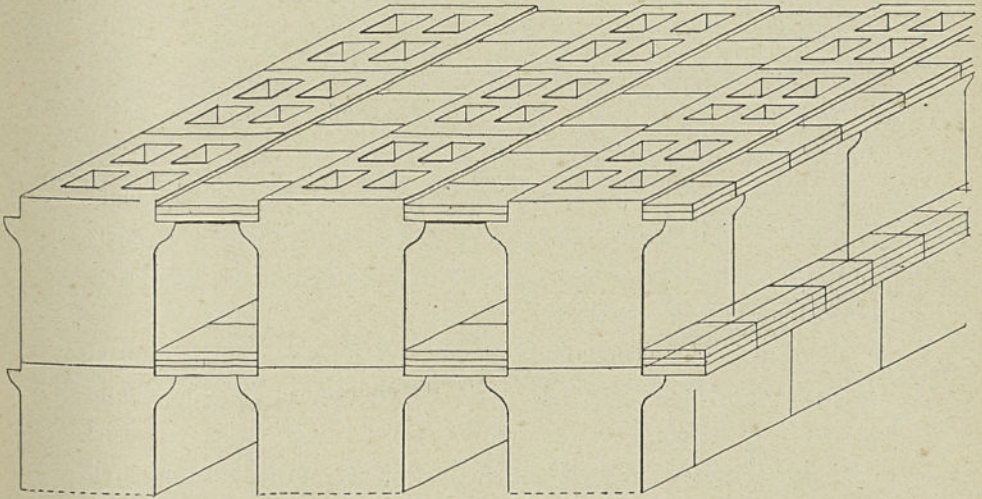


Fig. 29.

Vue d'un récupérateur Gaillard-Haillet.

Voir Fours du 3^e groupe et du 1^{er} groupe.

bilité et de dégradation par la chaleur qu'il doit supporter, et en même temps par le contact des poussières fondantes emportées du four par les courants gazeux.

Donc, nous pensons qu'il vaut mieux se résigner aux inconvénients du four Siemens ancien modèle, et ce, parce que ce four est plus résistant. Il est cependant des cas où nous trouverons qu'il y a avantage à employer le nouveau dispositif.

Quant au passage à nouveau d'une partie des gaz brûlés sous la grille des gazogènes, il ne faut pas oublier que ces gaz apportent avec eux : 1^o l'azote qui a été amené sous la grille par l'air nécessaire à la demi-combustion du coke ; 2^o l'azote apporté par l'air atmosphérique qui a été nécessaire à la combustion du gaz dans le four.

Soient P et P', ces deux poids d'azote existant dans les gaz brûlés sortant du four par unité de temps. Ces gaz, en retraversant la masse du combustible vont sortir avec ces mêmes poids P et P'. Il faudra encore leur donner P' d'azote en amenant l'air atmosphérique nécessaire à leur combustion. Cette fois nous faisons passer par unité de temps P + 2P' d'azote ; et ainsi de suite.

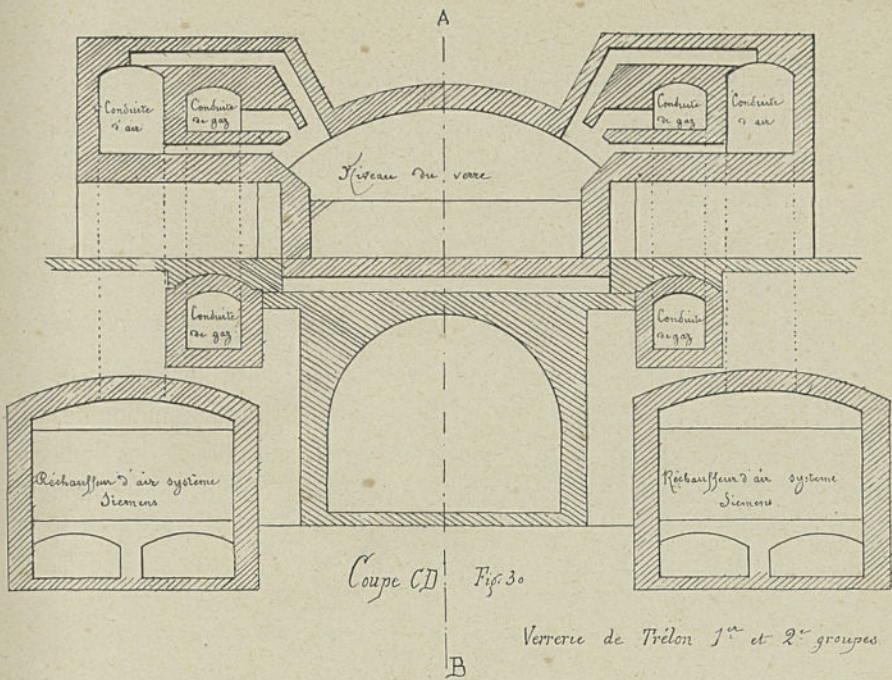
De plus, ces mouvements compliqués de gaz doivent compenser et au-delà, le bénéfice de l'atténuation des pertes de charge dans le mouvement du gaz combustible.

Nous avons d'autant plus sujet de nous méfier que ce système a été déjà essayé à Aniche et a été abandonné.

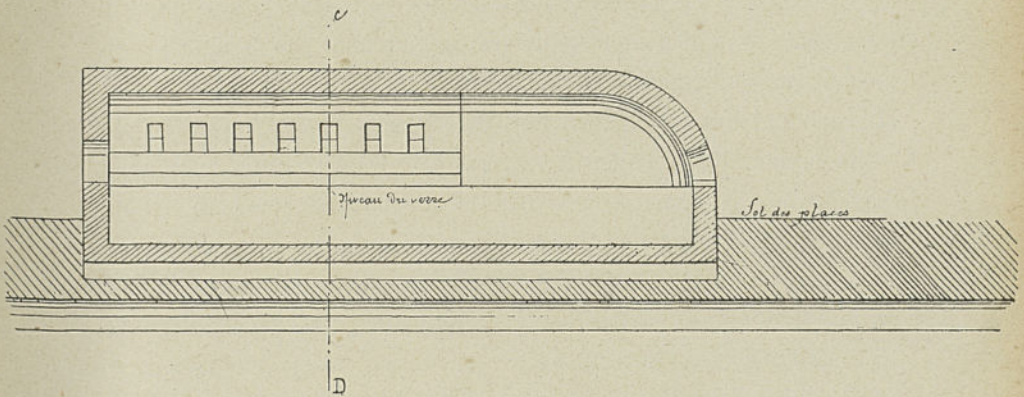
Dans un ordre d'idées analogues, M. Gobbe a construit des fours de verrerie où il envoie le gaz dans le four sans le réchauffer. Les gaz brûlés sortant du four servent uniquement à échauffer des empilages où passera l'air nécessaire à l'alimentation.

Ce four est plus économique comme utilisation de combustible, et cela en raison de l'absence de perte de charge, et de la faculté de mener les gazogènes à une allure aussi vive qu'on le veut sans craindre d'avarier l'appareil à distribuer le gaz, puisque cet appareil est remplacé par une simple plaque réfractaire.

Malheureusement, le brûleur doit être très délicat (fig. 30), et les



Four de verrerie sans réchauffeur de gaz.



Coupe A.B. Fig. 31.

Four de verrerie sans réchauffeur de gaz (1^{er} et 2^e groupes).

VERRERIE DE TRÉLON.

retours de flammes les fondent rapidement. Ce four a été construit dans plusieurs verreries, à Fresnes, Aniche, Fourmies et Charleroi. On y a renoncé à Fourmies, et dans toutes les autres verreries, on a dû le modifier.

Brûleur.

Le gaz et l'air étant chauffés se brûlent dans le brûleur (fig. 16, pl. 8). Entre la lame de gaz et la lame d'air, il y a inflammation des parties en contact, d'où naissance d'un remous qui brasse les deux fluides, gaz et air chaud, et donne dans le four la flamme la plus intense.

Tous les autres dispositifs sont à rejeter. On a essayé de diriger obliquement le jet d'air sur le jet de gaz ; mais on oublie que dans les fours à renversement ou inversion de flammes, il y a nécessité de donner aux brûleurs une section plus grande que celle qui est nécessaire à l'introduction du gaz et de l'air ; en effet, ces brûleurs doivent servir également à la sortie des gaz chauds.

Si donc les brûleurs sont trop grands pour les courants qui les traversent, ils font l'effet d'ajutages ne marchant pas à plein jet et ne donnent nullement aux gaz la direction que semblerait indiquer la forme de leurs parois.

Exemple : l'air arrive en A, le gaz en G. Il en résulte que la lame d'air devrait venir recouper la lame de gaz et donner une combustion parfaite. Eh bien, en examinant à travers un verre bleu la flamme ainsi produite, on voit la lame d'air rebondir sur la lame de gaz comme une balle élastique, et la combustion est beaucoup moins vive que dans les fours Siemens.

Il est cependant des cas où l'on est obligé de produire une flamme très longue, et où, par suite, ce dispositif peut être employé avec succès ; mais ce sera toujours aux dépens de l'intensité de la combustion, et, par suite, de la température du four.

Un exemple de cette application serait un four à réchauffer les

cornières pour les constructions de navires ; le four devant être très long et très étroit, il y aura intérêt à adopter ce genre de brûleur. Mais il doit être rejeté quand il s'agira de four de verrerie, ou de four à fondre l'acier sur sole.

Tout ce qui a été dit du four de verrerie s'applique à tous les fours du premier groupe. On devra changer les soles et autres parties du four suivant la destination qu'on lui donnera ; mais comme nous n'avons à parler ici que des moyens de faire du gaz et de le brûler, nous arrêtons là cette étude.

DEUXIÈME HYPOTHÈSE OU DEUXIÈME GROUPE.

Nous devons chauffer à une température dépassant 700° un corps contenu dans un laboratoire simple. Ce corps dégage des gaz combustibles ; ou bien doit être chauffé dans une atmosphère oxydante ou dans une atmosphère réductrice.

Exemple : four à puddler, four crématore du Père-Lachaise. Ce dernier four a été décrit dans un des mémoires du génie civil. Les auteurs de ce four ont compris que, pour incinérer un corps, il fallait, dès qu'il serait enflammé, lui fournir assez d'air chaud pour suffire à la combustion du gaz qu'il dégage. D'autre part, le peu de clientèle que devait avoir cet appareil, a engagé ses constructeurs à faire ce four intermittent.

Ainsi, il y avait nécessité de pouvoir chauffer beaucoup d'air à la plus haute température possible, et aussi, nécessité de produire rapidement cet air chaud pour qu'on ne dût pas allumer le four huit jours à l'avance quand il y aurait une incinération demandée. Il eût donc mieux valu ne pas choisir le récupérateur le moins efficace et le plus long à chauffer.

Un grave défaut de ce four consiste, de plus, dans l'épaisseur exagérée des cloisons qui séparent l'air arrivant aux gazogènes des flammes sortant du four ; de plus, on a verni les conduits où il passe

en y jetant du sel ; et de cette façon on a glacé les poteries et rendu la transmission de la chaleur encore plus difficile. Aussi, faut-il une heure et quart pour incinérer un corps, et encore les promoteurs de l'entreprise recommandent-ils de ne mettre ni linge ni bois dur à brûler, mais bien de noyer le corps dans de la sciure de bois blanc ou de sapin bien sèche. C'est autant de combustible que fournit la famille.

Quant à l'intermittence du four, on a dû y renoncer, car les fours munis d'un récupérateur de ce genre doivent être réchauffés très lentement sous peine de briser les poteries. On doit faire marcher le four jour et nuit et l'alimenter de débris des hôpitaux.

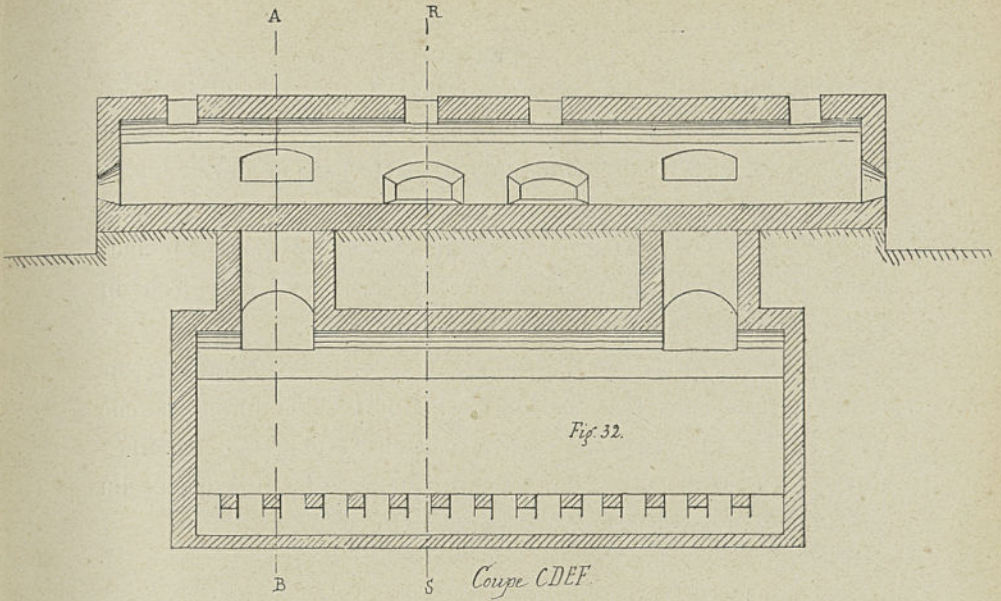
Tout four de ce second groupe devra, selon nous, être muni d'un récupérateur à air du système Siemens, et d'un récupérateur à gaz.

Ce four sera identique au four du premier groupe, à cette seule différence près, que le récupérateur à air devra suffire pour absorber seul, à un moment donné, tous les gaz brûlés sortant du four. Ceci permettra donc de donner dans le four une atmosphère réductrice en fermant en partie l'introduction de l'air à la valve à air, et ouvrant en grand à la valve ou cloche à gaz. Par la manœuvre inverse, on aura une atmosphère oxydante.

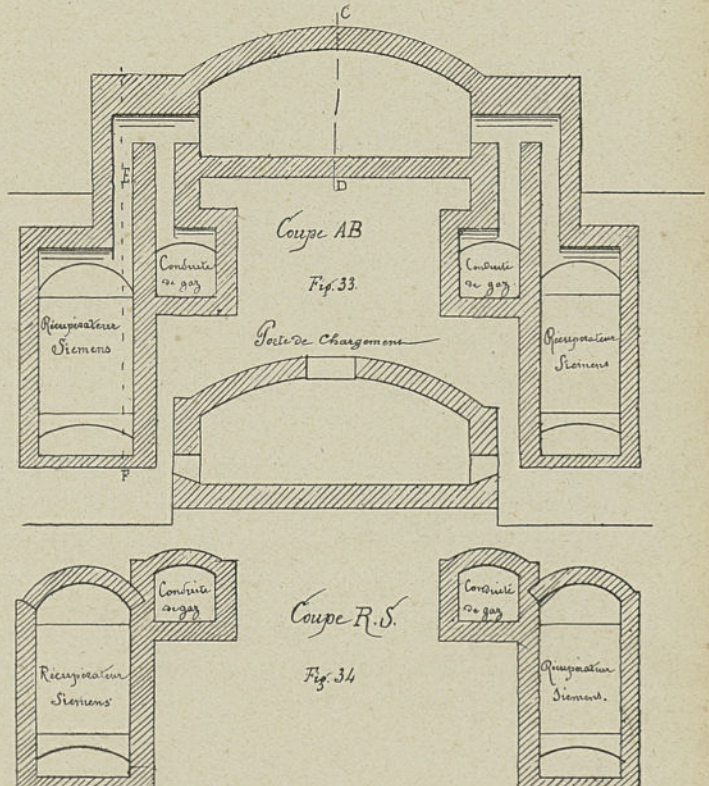
Il faut admettre comme chiffre de base qu'une surface de grille de 1^mq au gazogène exige un cube de 1^mc900 comme chambre à air, et 0^mc800 comme chambre à gaz. Quant au brûleur, il sera celui que nous avons indiqué au premier groupe.

Ce four pourra s'appliquer à la combustion de tous les corps infectieux, exemples : boues des villes, détritits organiques demi-solides, en admettant toutefois qu'on ne puisse employer ces détritits comme engrais, et qu'on soit obligé de sacrifier l'azote pour se débarrasser de produits infectants.

Enfin, le four à puddler pourra être construit sur les mêmes principes. De même, dans tout four de ce groupe où il n'y aura pas nécessité de produire une température aussi élevée que dans les fours à fondre l'acier et les fours de verrerie, on aura une économie



Four à gaz pour l'incinération des résidus infectieux.
2^e et 4^e groupes (projet).



de construction en supprimant totalement le réchauffeur de gaz et en envoyant directement celui-ci du gazogène dans le four.

Il ne faudrait pas adopter cette disposition dans le cas particulier du four crématoire, car il y a nécessité absolue de mener l'incinération le plus rapidement possible, et, par suite, de débiter avec un four aussi chaud que possible.

De même, pour le four à puddler, où il faut obtenir une chaleur intense; mais dans tous les fours à feu moyen, on aurait, comme nous l'avons dit, économie de construction, économie de combustible, à employer le four où les gaz sont amenés directement du gazogène sans passer par un récupérateur.

TROISIÈME HYPOTHÈSE OU TROISIÈME GROUPE.

Nous devons chauffer à une température dépassant 5 à 600° un corps qui ne peut être mis en contact avec la flamme.

Exemple : application du gazogène à la cuisson des émaux, à la torréfaction des bois, à la fabrication du gaz d'éclairage.

Ici nous devons faire circuler la flamme autour de la moufle contenant les émaux, autour de la cornue où distille le charbon ou le bois. Nous devons donc revenir au laboratoire simple, et par suite abandonner le récupérateur Siemens, puisque celui-ci ne s'applique qu'au cas où il est indifférent de faire arriver les flammes tantôt d'un côté, tantôt de l'autre du four.

Le gazogène sera du premier type Siemens. Celui-ci est le plus simple et permet de marcher à une allure chaude, qui rougirait le distributeur Marteau, où fondrait la soufflerie du gazogène Wilson. De plus, il faut placer le gazogène le plus près possible, presque en dessous du four à chauffer.

Brûleur.

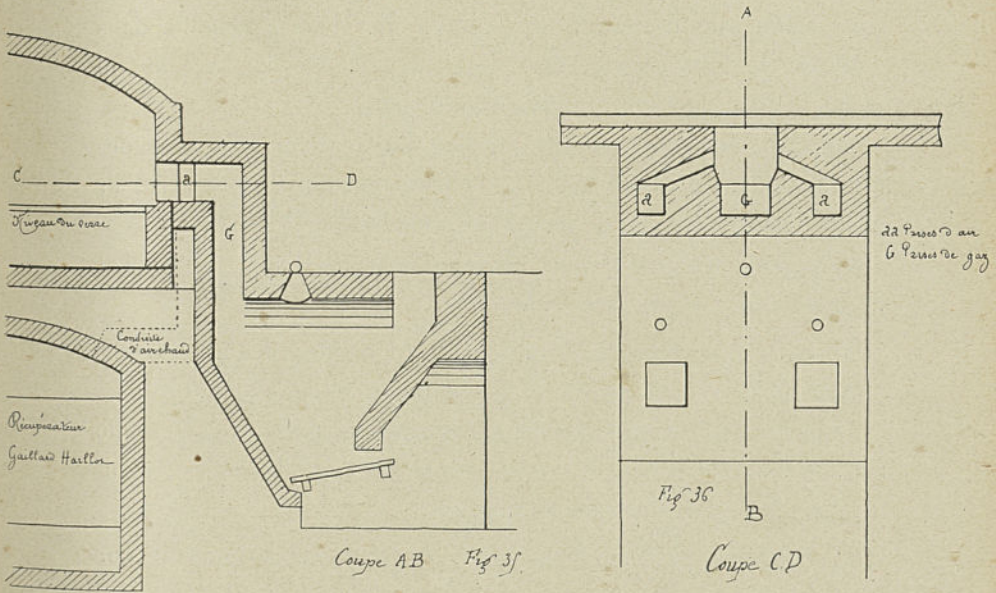
Le gaz envoyé directement dans le four doit être combiné à l'air chaud. (Nous avons dit tout à l'heure comment on le chauffe.)

Comme nos conduits peuvent dégorger l'air et le gaz à plein ajutage, il nous est plus facile d'avoir un brûleur plus parfait ; et comme celui-ci ne sert jamais aux rentrées de flammes, nous pouvons le construire d'une façon plus délicate.

Le meilleur brûleur est celui qui laisse pénétrer la lame ou jet de gaz en l'entourant de deux jets d'air chaud dirigés obliquement. Exemple (fig. 35, 36).

PLANCHE N° 20.

Brûleur. — Fours du 3^e groupe.



VERRERIE DE FRAIS-MARAIS.

On peut imaginer cette disposition renversée sur le plan horizontal. Une autre disposition consiste à interposer entre l'arrivée du gaz et

l'arrivée de l'air une plaque réfractaire, percée de trous qui forcent l'air à pénétrer par filets au milieu de la masse de gaz.

Dans tous les cas, il faut ménager à l'endroit où se dégagent les flammes une chambre de combustion aussi grande que le permettra la disposition du four.

Les gaz chauds, après avoir enveloppé la cornue ou moufle à chauffer, sont appelés au récupérateur.

Récupérateur ou échauffeur d'air.

Ainsi que nous l'avons dit, les réchauffeurs d'air ont été inventés depuis longtemps, et les décrire serait compiler les innombrables brevets pris à ce sujet.

Le problème est celui-ci : faire circuler les produits de la combustion dans des conduits ; faire circuler l'air à chauffer dans d'autres conduits séparés des premiers par une cloison plus ou moins épaisse ; assurer l'étanchéité des joints.

En effet, un joint mal fait ou une fissure dans les parois des conduits ouvrent à l'air chaud un chemin vers la cheminée ; l'air chaud y est entraîné et ne monte plus dans le four.

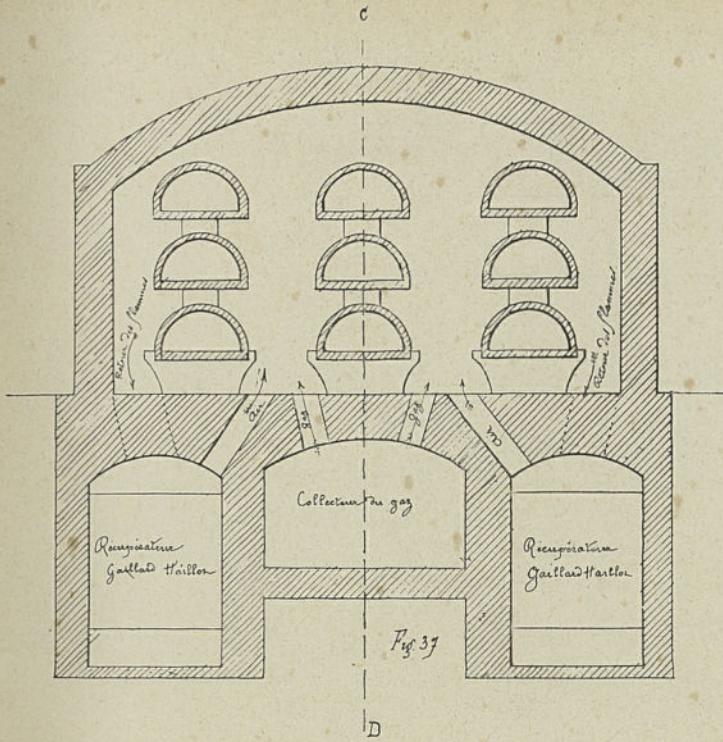
Ceci posé, tous les constructeurs de ce genre d'appareils se sont trouvés en face de ces deux difficultés :

1^o Faire que la paroi séparant l'air à chauffer des gaz chauds sortant du four, soit épaisse et par suite de longue durée.

Dans ce cas, le récupérateur dure longtemps, mais l'air se chauffe mal, le four ne va pas, la combustion se fait mal. Exemples : récupérateur Nehse, récupérateur Lührmann.

2^o Faire une paroi mince séparant les gaz chauds sortant du four de l'air à chauffer.

Dans ce cas, l'air se chauffe facilement, la combustion se fait bien, mais le récupérateur ne dure pas longtemps. Les parois se fondent, se trouent, et on doit réparer.



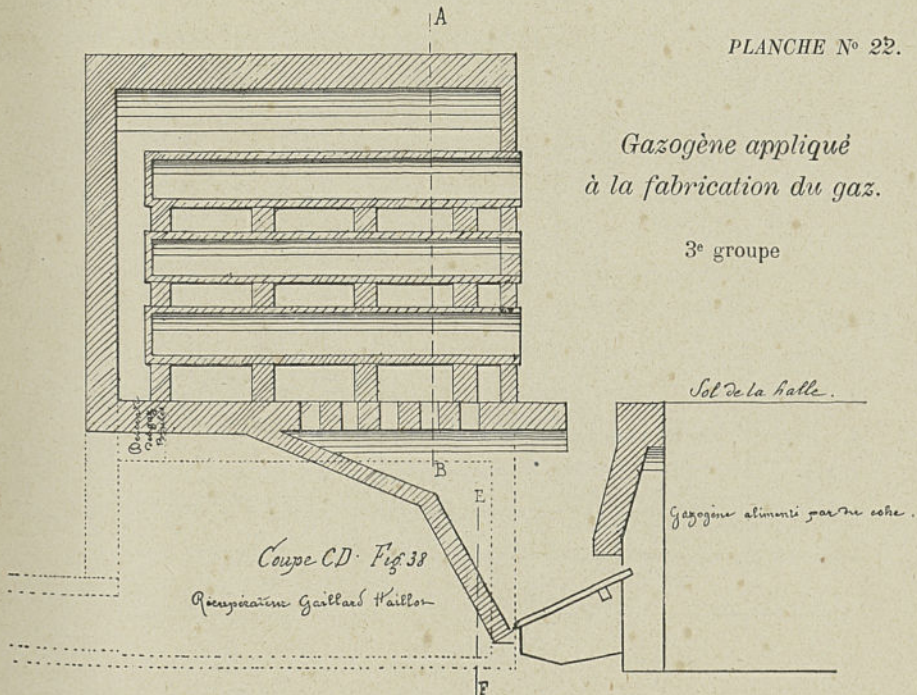
Gazogène
appliqué
à la fabrication
du gaz.

3^e groupe.

Coupe ABEF

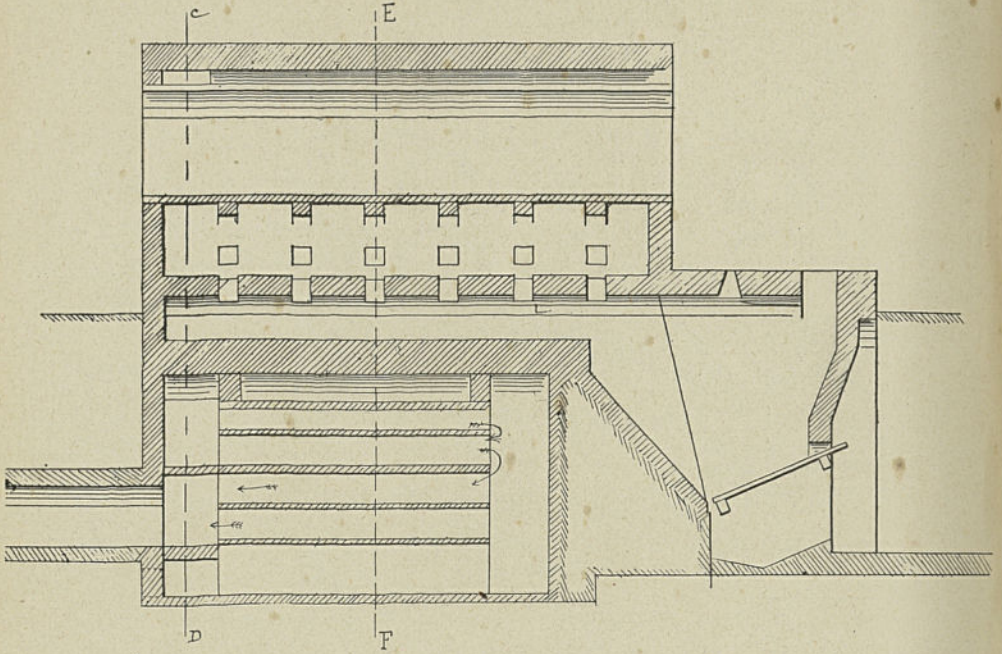
Gazogène appliqué
à la fabrication du gaz.

3^e groupe



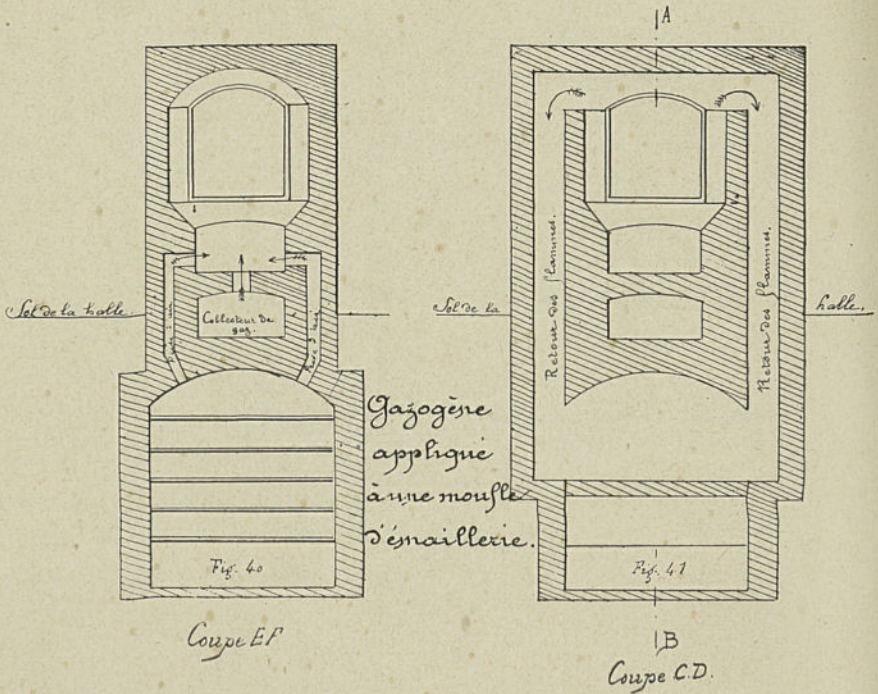
Coupe C.D. Fig. 38
Récepteur Gaillard Haillon

Gazogène appliqué à une moufle d'émaillerie. — 3^e groupe.



Coupe AB Fig. 39

USINE D'ANZIN.



Coupe EF

IB
Coupe C.D.

USINE D'ANZIN.

Il y a donc là un juste milieu qu'il est très difficile d'obtenir.

Tous les inventeurs, Pernot, Ponsard, Charneau, etc., se sont ingénies à faire tenir la plus grande surface de chauffe possible dans le plus petit volume possible. Il fut même construit à Anzin un récupérateur (Mantrant) consistant en tubes de fonte qui devaient entourer les gaz sortant du four, et qui étaient traversés par l'air à chauffer. Il est bon d'ajouter que ce four n'a même pas fait une seule bouteille.

Nous pensons que le plus simple et le plus pratique est encore le récupérateur Gaillard-Hailot employé dans les fours Videau. Les poteries ont une épaisseur de 18 m/m et leur placement est facile ; les joints sont suffisamment étanches, vu le nombre des plaquettes qui les recouvrent ; enfin la perte de charge dans le courant ascendant de l'air chaud est peu importante.

C'est donc à ce type que nous nous arrêtons. Les précautions indispensables sont de s'assurer un nettoyage facile des conduits horizontaux, une superposition exacte des poteries de telle sorte que les trous verticaux correspondent bien les uns aux autres, et enfin la construction de murettes en briques protégeant les poteries à l'arrivée des flammes. Quant à la dimension des récupérateurs, elle ne peut être trop grande, $1^{\text{m}}50$ de surface de chauffe par mètre carré de surface de grille au gazogène est une dimension normale.

Les fours de ce groupe sont alimentés avec du coke dans les usines à gaz. On place alors le gazogène presque entièrement sous les cornues à échauffer. Comme les gazogènes alimentés avec du coke ont une allure très vive, les cornues profitent déjà de la chaleur développée par les gazogènes. Ces fours sont utilisés dans plusieurs usines à gaz, notamment à Calais.

La nécessité de chauffer un corps et de le faire refroidir lentement a amené à la construction d'une autre série de fours qui rentrent dans ce groupe ; mais, dans ces fours, c'est le corps chaud lui-même qui, en se refroidissant, fournit l'air chaud nécessaire à la combustion du gaz.

Ces fours dérivent tous du four Hoffmann. Dans celui-ci, on introduit le combustible au milieu même des matières à cuire ; une partie du four est en cuisson ; les gaz brûlés séchent et échauffent les matières à cuire. Quant aux matières cuites, elles se refroidissent en échauffant l'air nécessaire à la combustion du charbon introduit.

Remplaçons les bouches par lesquelles on introduit le combustible par des tubes verticaux où on pourra introduire du gaz, et ce four, qui a sur le premier l'avantage de ne pas salir les matières à cuire, aura tous ou presque tous les avantages du four Hoffmann.

Tous les dispositifs de gazogènes peuvent s'appliquer à ce genre de fours. La seule précaution à prendre est de se ménager les moyens d'ouvrir, quand on le voudra, les conduites de gaz de manière à laisser brûler les suies qui, peu à peu, les encomrent et rendent la marche du four impossible. L'application de ce four à la cuisson des briques, tuiles, poteries et faïences est tout indiquée.

Il faut seulement modifier la disposition en vue des produits à cuire. Il y aurait même lieu de l'appliquer aux fours à chaux de sucrerie à condition toutefois d'avoir un calcaire assez dur pour qu'il ne s'écrase pas et reste en masse facilement perméable à l'air.

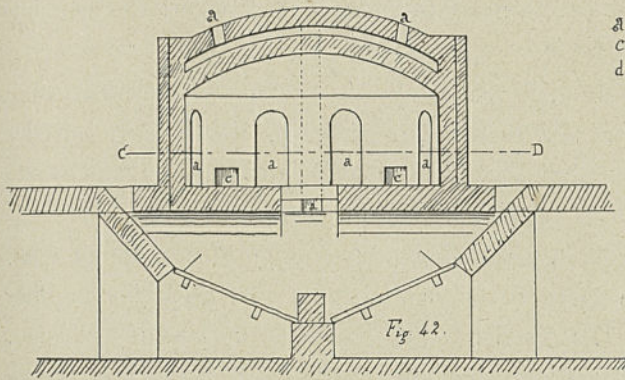
QUATRIÈME HYPOTHÈSE OU QUATRIÈME GROUPE.

Le corps à chauffer est mobile et peut se déplacer dans le four, soit par lui-même, soit par l'effet d'un mécanisme. Il peut recevoir le contact de la flamme. Il faut l'amener à une température qui permette à ses résidus de s'enflammer, ou simplement le déshydrater.

Exemple : fours à potasse de suint ou de vinasses, fours à évaporer les dissolutions alcalines des papeteries, fours à concentrer et incinérer les eaux putrides.

Ici, il est nécessaire de revenir en arrière et d'examiner un foyer

PLANCHE N° 25.



aa Passes d'air
 c Conduites à la cheminée
 d Ouvreaux ou poignées.

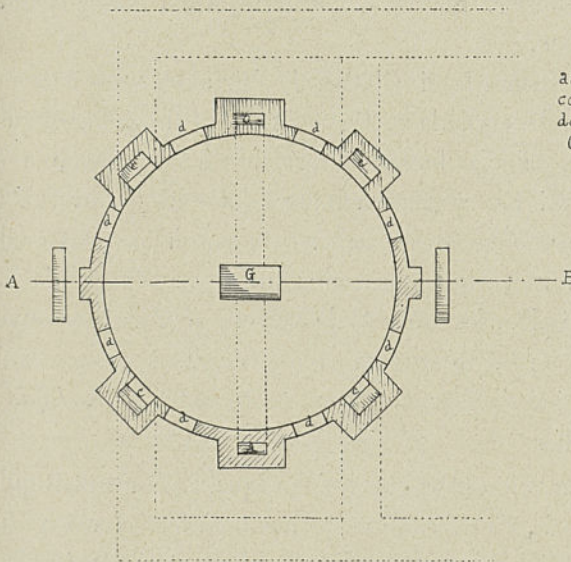
Coupe AB

Foyer Boëtius appliqué à un four de gobeletterie.

BLANC-MISSERON.

PLANCHE N° 26.

Coupe C,D - Fig. 43



aa Passes d'air
 cc Conduites à la cheminée
 dd Ouvreaux ou poignées
 G Foyer de gaz.

Foyer Boëtius appliqué à un four de gobeletterie.

BLANC-MISSERON.

ou gazogène qui est encore en usage dans les cristalleries ou gobeletteries. Ce foyer est le foyer ou gazogène Boëtius.

Le docteur Boëtius, préoccupé des dépenses que demandait l'installation d'un four Siemens, considérant, d'autre part, que les flancs et parois d'un four pourraient être utilement employés à chauffer de l'air, a imaginé le four qui porte son nom.

Le foyer ou gazogène est directement situé en dessous du four. Le combustible glisse sur un plan incliné à 45° , puis vient tomber sur une grille. Les réactions sont les mêmes que dans un gazogène, c'est-à-dire, distillation, production d'oxyde de carbone. Mais, au moment d'arriver à la sole du four, les gaz sont brûlés par un afflux d'air chauffé le long des parois du four. On a même fait les voûtes du four en deux rouleaux séparés par un vide de 20^{cm} à 30^{cm} . L'air circulant entre ces deux voûtes s'échauffait, descendait par les piliers du four, et venait brûler le gaz à son entrée dans le laboratoire du four.

Ce système est encore employé à Baccarat, et en général dans toutes les gobeletteries. Essayé en verrerie, il n'a donné que des résultats médiocres.

En effet, pour assurer la circulation de l'air autour des flancs du four, et même au-dessus de la voûte, il fallait un tirage énergique à la cheminée. Or, dans les fours de verrerie où ce système a été essayé, on se servait des creusets habituels qui sont découverts. En face de chaque creuset se trouve un ouvreau par où l'on peut cueillir le verre dans le creuset et qui communique directement avec le laboratoire du four. De plus, les creusets de verrerie devant être souvent bougés de place, ou *chambrés* en cas de coulée, il est nécessaire de réserver au pied du four des trous de regard appelés *logis* et faciles à déboucher.

Le four Boëtius exigeant un tirage énergique, il en résultait qu'au moment du travail, c'est-à-dire au moment où les ouvreaux sont débouchés, il y avait des rentrées d'air froid qui *glaçaient* le four. De plus, quand un creuset avarié nécessitait l'ouverture d'un *logis*,

il y avait encore rentrée d'air, refroidissement du four, et perte de temps et de chaleur.

Si le four Boëtius est encore en usage dans les gobeletteries et cristalleries, c'est que dans ces deux industries, le pot ou creuset est recouvert d'un casque dont l'ouverture est présentée à l'ouvreau et le bouche entièrement. De cette façon, l'air extérieur n'a pas d'accès dans le laboratoire du four, et on peut donner à la cheminée tel tirage qui conviendra.

Il faut ajouter que les matières composant le verre en gobeletterie sont tellement fusibles que les creusets ont une durée double de celle qu'ils ont en verrerie. Par suite, nul besoin de les bouger, et peu de danger de fuites, et en conséquence, inutilité des *logis*.

Un maître de verrerie, M. Quennec, à Semsalles (Suisse), a même chauffé un four à bassin à travail continu avec un foyer Boëtius. Étant donné que certaines parties d'un four doivent être refroidies sous peine de s'user rapidement, il utilisait l'air échauffé au contact de ces parois pour activer la combustion du gaz produit dans le gazogène ou foyer Boëtius.

Il fallait donc éviter l'un de ces deux écueils :

Ou refroidir fortement les parois du four, et alors avoir de l'air pur échauffé, et par suite une mauvaise combustion ;

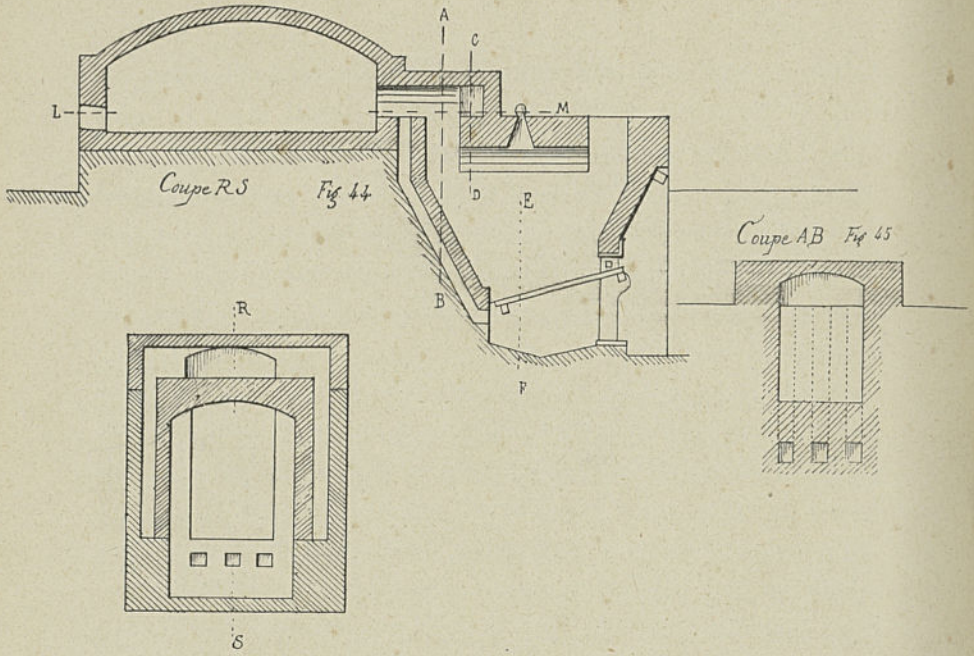
Ou laisser fortement chauffer les parois du four, avoir une bonne combustion, mais user rapidement ces parois du four trop échauffées.

M. Quennec était arrivé, à Semsalles, à obtenir de son four une marche parfaite ; mais toutes les applications qu'il en a tentées, à Cognac chez M^{me} Bailly, à Charleroi chez M. Boulevin, ont échoué par faute de surveillance et de conduite.

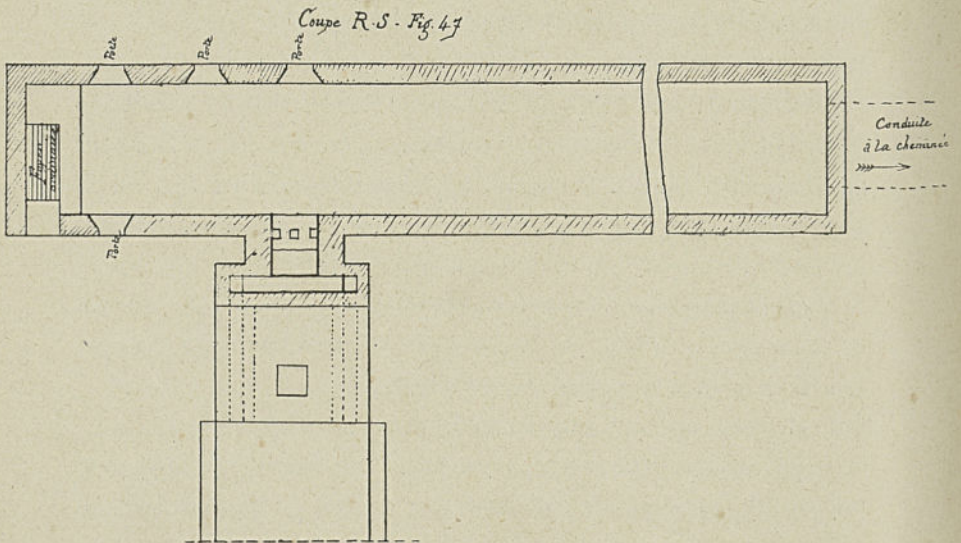
Quoi qu'il en soit, nous retenons le gazogène-foyer Boëtius comme un foyer pouvant remplacer le gazogène Siemens toutes les fois que le four ne pourra être muni d'un récupérateur.

Ceci posé, revenons à l'examen des fours du 4^e groupe.

Supposons qu'il s'agisse de concentrer une dissolution de potasse (vinasse de distillerie de mélasses). Les fours à ce destinés sont en



Application du gazogène aux fours à potasse de distillerie.
4^e groupe (projet).



Application du gazogène aux fours à potasse de distillerie.
4^e groupe (projet).

général constitués par une voûte plus ou moins longue recouvrant la sole du four où coule la vinasse à évaporer. En un point quelconque du four se trouvent des agitateurs destinés à diviser le liquide, et à augmenter la surface de chauffe en faisant circuler les vapeurs et gaz chauds autour de chaque gouttelette de liquide. Tous ces fours sont munis de foyers ordinaires. Une pelletée de combustible introduit dans ces foyers dégage les hydrocarbures. Ces gaz, noyés dans une atmosphère déjà saturée de vapeur d'eau, s'éteignent et s'en vont à la cheminée sans produire d'effet utile.

Imaginons un gazogène-foyer Boëtius installé en place de ces foyers. Prenons le long des parois, des flancs et des tabliers du gazogène, des conduites d'air qui viendront enflammer les gaz, et nous aurons une flamme qui ne s'éteindra pas parce qu'elle a déjà été brûlée avant son entrée dans le four.

C'est cette application que nous indiquons (fig. 44, 45, 46, 47).

Cette combustion presque complète dans le gazogène ou à la sortie du gazogène produit une chaleur intense, et à laquelle peu de matériaux pourraient résister. Le dispositif que nous indiquons permet de rafraîchir les parois du gazogène les plus exposées, et d'employer cet excès de chaleur au chauffage de l'air nécessaire à la combustion.

Il est, dans ce cas, peu utile de songer à un récupérateur. En effet, on peut faire parcourir aux flammes qui se rendent à la cheminée une longue galerie où sont amenés les liquides à concentrer. De cette façon, les gaz chauds résultant de la combustion ont abandonné le maximum possible de calorique avant de se rendre à la cheminée. Le foyer que nous proposons n'a d'autre utilité que de donner le maximum d'effet utile avec un combustible donné.

Les Allemands ont appliqué ce principe aux fours à chaux (sucrerie de Gand, de Lizy-sur-Ourcq et de Vred). On arrive ainsi à supprimer comme combustible le coke, qui vaut de 25 à 30 fr. la tonne, et à le remplacer par des charbons maigres valant de 15 à 18 fr.

Dans les fours à potasse, où finalement la vinasse desséchée s'en-

flamme, et vient elle-même contribuer à l'évaporation des vinasses neuves, il y a intérêt à chercher tous les moyens de se procurer de l'air chaud par le contact de l'air avec les parois chaudes du four.

Dans tous les cas, l'expérience prouve que par suite de l'adjonction de ce gazogène, les odeurs désagréables du four à potasse de distillerie sont, en partie sinon totalement, supprimées.

Si nous avons à concentrer des dissolutions dont le résidu ne doit pas être incinéré, il suffit de déplacer la prise de flammes du gazogène, et par suite l'emplacement même de ce dernier ; chaque four devra être muni d'un ou plusieurs gazogènes placés plus ou moins loin de la porte d'extraction des matières, et suivant le degré auquel il sera nécessaire de les amener.

Ce système de fours, ou plutôt de foyers, est applicable à l'évaporation de toutes les eaux résiduaires, eaux de lavage de suint, eaux de rouissage de lin, eaux de décapage des tôles, etc.

Au cas où les résidus représenteraient une réelle valeur en calories (exemple, potasse de suint), on pourrait reconstituer en partie le four Siemens, c'est-à-dire se servir des flammes sortant du four pour échauffer des empilages destinés à fournir l'air chaud nécessaire à la combustion du gaz provenant du gazogène et des matières combustibles de suint. Puis, au sortir du récupérateur, les gaz brûlés, encore chauds, se rendraient à la cheminée en parcourant la galerie d'évaporation des liquides à concentrer. Il suffirait donc d'ajouter une galerie d'évaporation au four figuré avec feuilles (planches 18 et 19). Les eaux à évaporer seraient amenées dans cette galerie, puis introduites par des conduits latéraux dans la partie du four que nous représentons et où s'achèvera la dessiccation complète et se produira la combustion.

Ce dernier essai n'a pas encore été tenté, les frais d'installation faisant reculer les intéressés ; cependant, il est probable que nous trouverions là une utilisation avantageuse du gazogène et certainement une disparition complète des odeurs infectes résultant de la calcination des suints.

Au cas où les matières à calciner seraient à demi-solides (exemple : résidus de balayage des villes, précipités d'eaux-vannes obtenues par le procédé de MM. Buisine, etc.), on adopterait la disposition indiquée aux feuilles (planches 48 et 49). L'introduction des matières à calciner se ferait par des portes situées au sommet de la voûte ; il existe même en Allemagne des fours de verrerie où la matière à fondre est introduite de cette façon et au moyen de distributeurs continus. Ce four serait alimenté par un quelconque des gazogènes, Siemens, Marteau ou Wilson.

En résumé, l'expérience nous montre que la flamme produite par du gaz de gazogène mêlé d'air chaud ne s'éteint plus en traversant une atmosphère saturée de vapeur d'eau. Donc, il y aura toujours intérêt, dans les cas de notre quatrième hypothèse, à employer l'une ou l'autre des dispositions indiquées en la modifiant suivant le liquide à évaporer, et le résultat définitif qu'on se propose.

CINQUIÈME HYPOTHÈSE ou CINQUIÈME GROUPE.

Il s'agit de chauffer un liquide ou dessécher une matière sans que l'un ou l'autre puisse supporter le contact de la flamme.

Exemples : chaudières à vapeur, desséchage des pulpes de sucrerie, drèches de brasserie, etc.

Il est inutile, en ce cas plus que dans le précédent, de chercher à utiliser l'un quelconque des récupérateurs déjà cités. En effet, les gaz brûlés circulent le long de la chaudière à chauffer, le long du récipient où sont contenues les matières à sécher ; il y a donc utilisation des calories produites par la combustion des gaz provenant du charbon ou coke employé.

De plus, le corps à chauffer ne dégage pas de gaz qui pourraient se mêler aux flammes sortant du brûleur. Donc, nous n'avons plus

qu'à amener l'air nécessaire à la combustion du charbon ou coke employé. Il est inutile de répéter ici les règles données par M. Ser, règles qui ont été prises pour base par MM. Harmann et Cohen pour la construction de leur foyer.

Ce foyer est, en réalité, un gazogène à grille mobile. Il rentre dans les applications du gazogène (5^e groupe), et la récompense accordée à ses inventeurs par la Société Industrielle nous montre que nous avons raison de préconiser cet emploi du gazogène.

Une nouvelle application nous a confirmé dans cette opinion. Il existe aux mines de *** un foyer composé d'un gazogène à grille complexe sous laquelle on injecte de l'air chauffé au contact des parois du foyer. Le succès de cet appareil a été tel, qu'alimenté avec des Schlammes, il a permis de faire avec une seule chaudière ce que l'on faisait auparavant avec deux chaudières alimentées de combustible normal.

Enfin, nous avons appliqué en Espagne, à la sucrerie d'Aranjuez, la disposition indiquée à la feuille (planche 29).

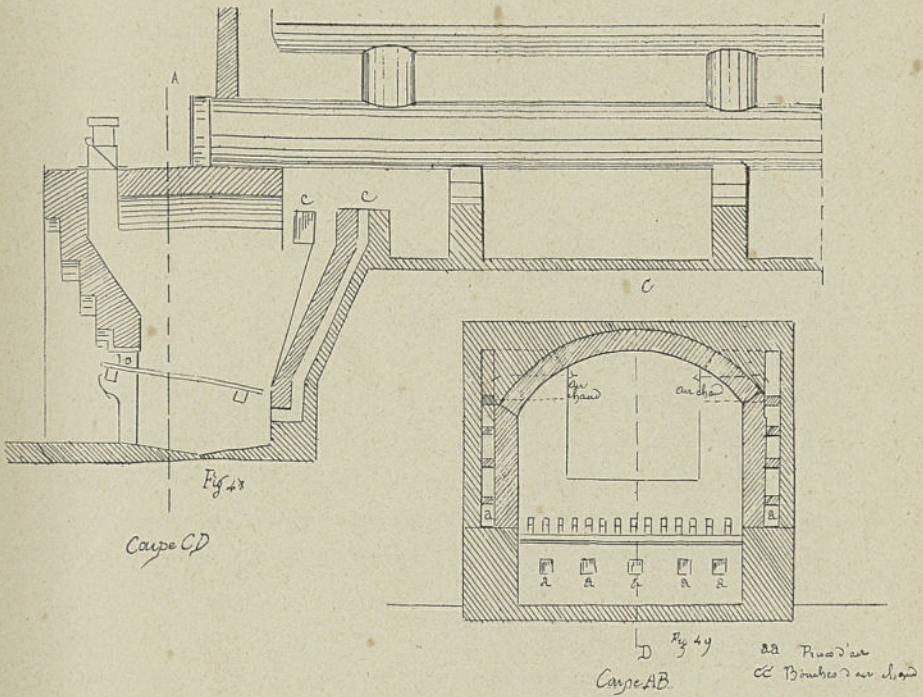
Cette sucrerie possédait trois chaudières semi-tubulaires. Ne pouvant utiliser qu'un combustible contenant de 35 à 40 % de cendres, elle avait, pendant la première campagne, été entravée dans sa marche par le manque de vapeur. Deux chaudières, sur les trois existantes, ont été munies du foyer que nous préconisons. Par surcroît de précautions, on a monté une quatrième chaudière du type Denayer. On nous écrit que les deux chaudières munies de notre foyer suffisent amplement à la consommation de la sucrerie, et qu'on a laissé hors feu la troisième chaudière semi-tubulaire, et la chaudière Denayer.

N'ayant pu nous rendre en Espagne, nous ne pouvons donner de chiffres relatifs à la consommation de combustible et à la quantité d'eau vaporisée. On a résolu de transformer de la même façon le foyer de la troisième chaudière.

Au cas où il serait nécessaire de sécher une matière qui doit servir à l'alimentation des animaux (exemple : drèches de brasserie, pulpes

de diffusion, etc.), nous pensons que, là encore le gazogène, ou plutôt le foyer-gazogène, aurait son application. Il serait, en effet, très facile de faire servir le gazogène au chauffage d'un calorifère destiné à produire de l'air chaud. Cet air chaud parcourrait une galerie où les matières à sécher circuleraient en sens inverse, soit par un moyen mécanique, soit par des raclettes mues à bras.

PLANCHE N° 29.



Foyer gazogène sous chaudière.

SUCRERIE D'ARANJUEZ.

Enfin, s'il s'agit de sécher des matières moins délicates, on peut employer le gazogène à chauffer alternativement deux empilages Siemens placés à droite et à gauche du brûleur. L'un quelconque de ces empilages étant chaud, on dirigerait la flamme du brûleur sur l'autre empilage. Pendant que celui-ci s'échaufferait, le premier

empilage recevrait de l'air froid qui reprendrait la chaleur accumulée, et l'emporterait dans la galerie de séchage constituée par l'un quelconque des moyens indiqués.

L'emploi du gazogène, dans ces deux derniers cas, serait en tout cas préférable, vu la combustion complète qu'il donne, aux foyers déjà employés.

CONCLUSION

Nous avons désiré indiquer les utilisations principales du gazogène qui avaient été réalisées jusqu'à ce jour, en signaler les défauts ou avantages, et nous renfermer exclusivement dans un exposé pratique. Quant aux utilisations nouvelles, nous en indiquons une partie; l'avenir nous montrera si nos indications sont justes.

Il nous a paru inutile d'indiquer des résultats d'analyses de gaz des différents gazogènes employés. Un même gazogène donnera des gaz très différents suivant les ouvriers qui les mènent, suivant le combustible employé! A notre sens, il faut se préoccuper surtout, dans une étude de gazogènes, des nécessités du terrain, du combustible à employer, et des facilités de mains-d'œuvre. Ce sont ces trois considérations qui devront uniquement guider le constructeur.

Quant aux dispositifs des brûleurs, nous avons indiqué nos préférences à ce sujet, et ces préférences nous sont uniquement dictées par notre expérience personnelle, et les nombreuses écoles que nous avons vu faire.

En résumé, nous espérons mettre les industriels en garde contre les nombreux inventeurs de fours à gaz, tous munis de brevets plus ou moins valables.

Nous espérons aussi réaliser notre devise : « *Faire du feu et le bien faire.* »

CINQUIÈME PARTIE.

LISTE DES SOCIÉTAIRES

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE.

Comités.	N ^{os}	
C. B. U.	* 73	Agache (Edmond), boulevard Vauban, 29, Lille.
F. T.	* 7	Agache (Édouard), manufacturier, rue de Tenremonde, 18, Lille.
G. C.	555	Alexis-Godillot (Georges), ingénieur des Arts et Manufactures, 50, rue d'Anjou, Paris.
G. C.	649	Antoine (Victor), ingénieur des Arts et Manufactures, fabricant de produits à polir, 50, rue Princesse, Lille.
G. C.	625	Arquembourg, ingénieur des Arts et Manufactures, inspecteur de la Société contre les accidents, 33, boulevard Bigo-Danel, Lille.
G. C.	560	Asselin, ingénieur à la Traction, 116, rue Nationale, Fives-Lille.
G. C.	731	Aumont (P.), ingénieur des Ponts et Chaussées, ingénieur de la voie au chemin de fer du Nord, 54, rue Jeanne-d'Arc, Lille.
F. T.	260	Bailleux (Edmond), propriétaire, rue de Toul, Lille.
A. C.	611	Bantegny, professeur à l'École de teinture, 72, rue du Trichon, Roubaix.
G. C.	742	Barbotin (Albert), ingénieur des Arts et Manufactures, architecte, 98, rue Inkermann, Roubaix.

Le signe * indique les membres fondateurs.

Comités.	N ^{os}	
A. C.	436	Barrois-Brame (Gustave), fabricant de sucre, Marquillies.
G. C.	570	Barrois (Henri), ingénieur des Arts et Manufactures, directeur du Gaz, Tourcoing.
F. T.	573	Barrois (Henri), filateur de coton, 18, rue de Bouvines, Fives-Lille.
G. C.	435	Barrois-Rose (Maurice), filateur de coton, ingénieur des Arts et Manufactures, 6, rue de Bouvines, Fives-Lille.
F. T.	* 11	Barrois (Théodore), filateur de coton, 35, rue de Lannoy, Fives-Lille.
A. C.	655	Barrois (Théodore) fils, professeur à la Faculté de Médecine de l'État, 220, rue Solférino, Lille.
G. C.	532	Bassot (Auguste), ingénieur, 15, rue d'Angleterre, Lille.
C. B. U.	577	Basquin , agent d'assurances, rue Masséna, 73, Lille.
C. B. U.	300	Bataille (Georges), co-directeur de la Belle Jardinière, 2, rue du Pont-Neuf, Paris.
F. T.	559	Batteur (Étienne), directeur d'assurances, 19, rue de Stappaert, Lille.
G. C.	126	Baudet (Alexandre), ingénieur, 26, rue Gauthier-de-Châtillon, Lille.
G. C.	697	Baudon , fondeur-constructeur, 61-63, rue Ste-Catherine, Lille.
A. C.	765	Bayrac , professeur agrégé à la Faculté de Médecine, 3, rue Arnould-de-Vuez, Lille.
G. C.	394	Beudet (E.), ingénieur principal de l'Usine de Fives, 4, rue des Ateliers, Fives.
C. B. U.	678	Béchaux , professeur à la Faculté libre de Droit, 4 ^{bis} , place Richebé, Lille.
F. T.	691	Becquart-Crespel , filateur à Wambrechies, 7, route de Roubaix, Mons-en-Barœul.
A. C.	695	Béghin (Ferdinand), fabricant de sucre, Thumeries (Nord).
G. C.	496	Bère (Frédéric), ingénieur des Manufactures de l'État, 25, place Sébastopol, Lille.
A. C.	705	Bergerat (Léon), ingénieur civil, 28, rue de Valmy, Lille.

Comités.	N ^{os}	
C. B. U.	434	Bernard (Carlos), négociant, armateur, Dunkerque.
C. B. U.	789	Bernard (Fritz), directeur d'assurances, 32 ^{ter} , rue des Fossés, Lille.
A. C.	637	Bernard (Joseph), distillateur, 20, rue de Courtrai, Lille.
A. C.	507	Bernard (Maurice), raffineur, 20, rue de Courtrai, Lille.
C. B. U.	722	Bernard-Wallaert , négociant, 66, boulevard de la Liberté, Lille.
C. B. U.	490	Bernhard (Charles), fondé de pouvoirs de la Société anonyme de Pérenchies, 12, rue du Vieux-Faubourg, Lille.
A. C.	528	Bernot (Victor), teintures et apprêts, 14-15-16, quai de l'Ouest, Lille.
G. C.	553	Berte (Charles), ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur des fonderies et laminoirs de Saint-Vaast, par Vitry (Pas-de-Calais).
F. T.	632	Berthomier , représentant de la Société alsacienne des constructions mécaniques, 2, place Richebé, Lille.
G. C.	594	Bertin (Auguste), inspecteur général des Ponts et Chaussées, 27, rue Saint-Thomas, Douai.
F. T.	57	Bertrand (Alfred), ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur délégué de la Société anonyme des blanchisseries Brabant à Cambrai, Frouille, près Cambrai.
C. B. U.	*122	Bigo (Émile), imprimeur, 95, boulevard de la Liberté, Lille.
G. C.	166	Bigo (Louis), agent des mines de Lens, 133, boulevard Vauban, Lille.
C. B. U.	788	Bigo (Omer), industriel, 95, boulevard de la Liberté, Lille.
F. T.	94	Binet (Adolphe), peigneur de laines, route de Tourcoing, Roubaix.
G. C.	433	Blondel , constructeur-mécanicien, rue Pont-à-Raisnes, Lille.
F. T.	540	Bocquet (Ernest), industriel, 15, rue d'Angleterre, Armentières.
G. C.	* 52	Boire , ingénieur civil, 5, rue de la Paix, Paris.

Comités.	N ^{os}	
G. C.	* 75	Bollaert (Édouard), agent général des mines de Lens, Lens (Pas-de-Calais).
G. C.	600	Bollaert (Félix), inspecteur commercial de la Société des mines de Lens, Lens (Pas-de-Calais).
F. T.	479	Bommaert (Raymond), filateur de lin, 258, rue Nationale, Lille.
A. C.	710	Bonduelle (André), distillateur, Marquette.
G. C.	677	Bonet (Paul), ingénieur principal de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur du nord de la France, 221, rue Solférino, Lille.
F. T.	744	Bonte (Arthur), ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de la Condition publique, Tourcoing.
C. B. U.	388	Bonte fils (Auguste), négociant en huiles, 99, rue de l'Hôpital-Militaire, Lille.
G. C.	746	Bonzel (Charles), fabricant de tuiles, Haubourdin.
G. C.	771	Boucheron (Louis), perforateur de métaux, 29-31, rue Boucher-de-Perthes, Lille.
F. T.	486	Boussus , manufacturier, Wignehies.
F. T.	684	Boutemy (Louis), manufacturier, Lannoy.
F. T.	* 69	Boutry (Édouard), filateur de coton, 40, rue du Long-Pot, Fives-Lille.
A. C.	480	Brabant , agriculteur à Onnaing (Nord).
A. C.	91	Brame (Max), fabricant de sucre, 83, rue Royale, Lille.
G. C.	* 61	Brassart , négociant en fer, 28, rue Nicolas-Leblanc, Lille.
A. C.	645	Buisine (A.), professeur à la Faculté des Sciences, 41, rue Jacquemars Gielée, Lille.
G. C.	786	Cambier (Théodore), ingénieur, Iwuy (Nord).
G. C.	523	Carels frères , constructeurs, Gand.
A. C.	735	Carpentier (Gaston), négociant en vins, 36, rue de Roubaix, Lille.
C. B. U.	770	Carron , directeur de la fabrique de céruse Levainville et Rambaud, 172, rue d'Arras, Lille.
F. T.	* 1	Catel-Béghin , filateur de lin, 21, boulevard de la Liberté, Lille.

Comités.	N ^{os}	
F. T.	61	Catel fils (Gustave), filateur de lin, 2, rue d'Iéna, Lille.
G. C.	730	Catoire (Gaston), agent de la Société houillère de Liévin (Pas de-Calais), 5, rue de Bourgogne, Lille.
G. C.	* 79	Catoire (Victor), négociant en charbons, rue de Bourgogne, Lille.
C. B. U.	412	Caullier (Henri), négociant en laines, 55, rue du Molinel, Lille.
F. T.	221	Cavrois-Mahieu , filateur de coton, boulevard de Paris, Roubaix.
C. B. U.	503	Cazeneuve , économiste, rue Bonte-Pollet, Lille.
G. C.	739	Chalmeton , directeur des forges et aciéries de Denain et Anzin, Denain (Nord).
G. C.	617	Chapuy , ingénieur des mines, 95, boulevard Vauban, Lille.
A. C.	647	Charrier (Henri), ingénieur des Arts et Manufactures, sous-directeur des usines Kuhlmann, La Madeleine.
C. B. U.	517	Christy (Frédéric), négociant, 60, rue Jeanne-d'Arc, Lille.
C. B. U.	757	Cliquennois-Pâques , directeur d'assurances, 140, rue Barthélemy-Delespaul, Lille.
A. C.	721	Collignon , directeur de la Société royale Asturienne, Auby-lez-Douai.
A. C.	366	Collot-Tibulle , négociant, 20, faubourg de Roubaix, Lille.
G. C.	782	Colot , ingénieur, 25, quai du Wault, Lille.
A. C.	695	Compagnion (Paul), produits chimiques, 24, rue Gambetta, Lille.
C. B. U.	86	Constant , négociant, 177, rue Nationale, Lille.
G. C.	764	Cordonnier , représentant, 5, rue des Fossés, Lille.
F. T.	458	Cordonnier (Louis), fabricant de tissus, Roubaix.
G. C.	455	Cordonnier , architecte, 28, rue d'Angleterre, Lille.
A. C.	608	Corman-Vandame , brasseur, 35, rue d'Arras, Lille.
F. T.	683	Creed (James), constructeur, 11, rue Lamartine, Lille.
G. C.	675	Crépelle (Jean), constructeur, 52, rue de Valenciennes, Lille.
G. C.	* 65	Crépelle-Fontaine , constructeur de chaudières, La Madeleine.

Comités.	N ^{os}	
C. B. U.	* 35	Crépy (Alfred), filateur de lin, boulevard de la Moselle, Paris.
C. B. U.	751	Crepy (Auguste), industriel, 28, rue des Jardins, Lille.
C. B. U.	* 56	Crépy (Édouard), Bourse de Commerce, Paris.
F. T.	63	Crépy (Ernest), filateur de lin, boulevard du Maréchal Vaillant, porte de Canteleu.
C. B. U.	682	Crépy (Eugène), propriétaire, 19, boulevard de la Liberté, Lille.
F. T.	428	Crépy (Léon), filateur de coton, 92, boulevard Vauban, Lille.
C. B. U.	* 100	Crepy (Paul), négociant en huiles, 28, rue des Jardins, Lille.
F. T.	210	Crespel (Albert), filateur de coton, 18, rue des Jardins, Lille.
F. T.	* 41	Crespel-Tilloy (Charles), fils retors, 103, rue Royale, Lille.
G. C.	711	Curty , ingénieur civil, 207, rue Roland, Lille.
F. T.	729	Cuvelier (Lucien), filateur, 12, rue de Bouvines. Saint-Maurice.
A. C.	23	Dambricourt (Alexandre), moulins à farine, St-Omer.
A. C.	* 84	Dambricourt (Auguste), fabricant de papiers, 22, Grande-Place, Saint-Omer.
A. C.	696	Damien , professeur à la Faculté des Sciences, 74, rue Brûle-Maison, Lille.
A. C.	* 49	Danel (Léonard), imprimeur, 93, rue Nationale, Lille.
C. B. U.	468	Danel (Louis), imprimeur, 17, rue Jean-sans-Peur, Lille.
F. T.	727	Dansette-Thiriez , industriel, Armentières.
G. C.	703	Daumont (Charles), ingénieur, 19, rue Faidherbe, Lille.
F. T.	* 30	Dautremer , fils aîné, filateur de lin, 27, rue de Wazemmes, Lille.
F. T.	605	De Angeli (Le Commandeur), manufacturier à Milan (Italie).

Comités.	N ^{os}	
A. C.	626	Declercq , ingénieur chimiste, 11, rue des Débris-Saint-Étienne, Lille.
A. C.	670	Debruy n (Émile), faïencier, 22, rue de l'Espérance Lille.
A. C.	669	Debruy n (Gustave), faïencier, 22, rue de l'Espérance, Lille.
F. T.	* 68	Decoster , filateur de lin, 22, rue Basse, Lille.
A. C.	401	Decroix , négociant en métaux, 54, rue de Paris, Lille.
C. B. U.	709	Decroix (Henri), banquier, 42, rue Royale, Lille.
G. C.	736	Defays , ingénieur, 212, rue Gambetta, Lille.
G. C.	639	De Felice (Daniel), maître de forges, 2, avenue Saint-Maur, Lille.
G. C.	76	Degoix , ingénieur hydraulicien, 44, rue Masséna, Lille.
C. B. U.	758	De Lagasnerie (Réné), expert d'incendies, 113, rue Barthélemy-Delespaul, Lille.
A. C.	165	Delamarre , produits chimiques, 1, rue des Stations, Lille.
F. T.	700	Delannoy (Auguste), filateur, Lys-lez-Lannoy.
G. C.	* 97	Delattre (Carlos), ingénieur, 125, rue Jacquemars-Giélée, Lille.
F. T.	157	Delattre (Édouard) fils, filateur de lin, 114, rue de Juliers, Lille.
G. C.	777	Delattre (Jules), ingénieur, 55, rue Brûle-Maison, Lille.
F. T.	156	Delattre (Louis) fils, filateur de lin, 114, rue de Juliers, Lille.
A. C.		Delaune (Marcel), distillateur, 120, rue de l'Hôpital-Militaire, Lille.
G. C.	431	Delebecque (Émile), ingénieur des ateliers d'Hellemmes, 23, place Sébastopol, Lille.
F. T.	745	Delebart (Georges), manufacturier, rue du Long-Pot, Fives.
F. T.	750	Delcourt (Ernest), filateur, 145, rue de Wazemmes, Lille.
A. C.	418	Delemer , brasseur, 20, rue du Magasin, Lille.
F. T.	472	Delesalle (Albert), filateur, 23, rue de Gand, Lille.
F. T.	* 5	Delesalle (Alfred), filateur de coton, 19, rue de Thionville, Lille.

Comités.	N ^{os}	
F. T.	* 36	Delesalle (Alphonse), filateur de coton, 86, rue Saint-André, Lille.
C. B. U.	569	Delesalle (Charles), propriétaire, 96, rue Brûle-Maison, Lille.
F. T.	766	Delesalle (Édouard), filateur, La Madeleine.
F. T.	* 4	Delesalle (Émile), président honoraire de la Chambre de Commerce, 98, rue de Jemmapes, Lille.
C. B. U.	185	Delestrée (H.), négociant en toiles, 4, rue du Palais, Lille.
G. C.	795	De Loriol (A.), ingénieur-électricien, 17, rue Faidherbe, Lille.
C. B. U.	778	Delorme (Florimond), négociant, 38, rue du Molinel, Lille.
C. B. U.	779	Delorme (Simon), négociant, 38, rue du Molinel, Lille.
G. C.	529	Demesmay, fabricant de ciments, Cysoing (Nord).
A. C.	347	De Mollins (Jean), ingénieur-chimiste, 34, rue des Clarisses, Liège.
F. T.	* 28	Dequoy (J.), filateur de lin, 79, boulevard Victor-Hugo, Lille.
A. C.	740	Dervaux, ingénieur, épuration des eaux industrielles, 17, rue Faidherbe, Lille.
F. T.	568	Descamps (Alfred), filateur de lin, 1, square Rameau, Lille.
F. T.	* 8	Descamps (Anatole), fils retors, 36, boulevard de la Liberté, Lille.
F. T.	*128	Descamps (Ange), propriétaire, 49, rue Royale, Lille.
F. T.	* 42	Descamps-Crespel, ancien manufacturier, 77, rue Royale, Lille.
F. T.	403	Descamps (Ernest), fabricant de fil à coudre, 38, rue Jean-Jacques-Rousseau, Lille.
F. T.	574	Descamps (Jules), 14, rue des Fleurs, Lille.
C. B. U.	31	Descamps (Maurice), ingénieur des Arts et Manufactures, négociant en lin, 22, rue de Tournai, Lille.
C. B. U.	643	Descamps (Maxime), négociant, 24, rue de Tournai, Lille.

Comités.	N ^{os}	
C. B. U.	578	Descamps-Scrive , négociant, 23, boulevard Vauban, Lille.
A. C.	22	Descat (Floris), teinturier, 29, rue des Fossés, Lille.
A. C.	653	Desmaisons , ingénieur des Arts et Manufactures, directeur-gérant de la Société anonyme des verreries et manufactures de glaces, Aniche.
C. B. U.	427	Desmazières (Gustave), rentier, 27, square Dutilleul, Lille.
C. B. U.	414	Despretz (H.), négociant en farines, 24, rue Inkermann, Lille.
A. C.	441	Desprez (Florimond), agronome, Cappelle, par Templeuve (Nord).
F. T.	330	Desrousseaux (Richard), fabricant, Roubaix.
F. T.	566	Desrousseaux (Richard) fils, fabricant, Roubaix.
G. C.	461	De Swarte (Romain), ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur civil, 13, rue de Fleurus, Lille.
C. B. U.	62	Devilder (H.), banquier, 2, rue du Priez, Lille.
G. C.	629	Devos , ingénieur des Ponts et Chaussées, 20, rue des Postes, Lille.
G. C.	618	De Vigne , directeur des Compagnies du Gaz, 37, boulevard Montebello, Lille.
G. C.	227	Dewaleyne , ingénieur, 23, rue Stappaert, Lille.
F. T.	671	Dhainaut , fabricant de tapis, 57, rue Nationale, Lille.
G. C.	321	Dombre (Louis), ingénieur-directeur de la Compagnie des Mines de Dourches, Lourches (Nord).
G. C.	562	Doosche , fils, constructeur, 90, rue de la Plaine, Lille.
F. T.	518	Drieux (Victor), filateur de lin, 9, rue de Fontenoy, Lille.
G. C.	714	Drion (Adrien), ingénieur civil, rue de la Comédie, 14, Douai.
G. C.	622	Dron-Lisbet , ingénieur civil des Mines, avenue Saint-Maur, La Madeleine-lez-Lille.
C. B. U.	175	Druez (P.), négociant en toiles, 42, rue Voltaire, Lille.
C. B. U.	177	Dubar (Gustave), directeur de l' <i>Écho du Nord</i> , membre du Conseil supérieur de l'agriculture, 9, rue de Pas, Lille.
A. C.	270	Dubernard , directeur de la Station agronomique, 17, rue Faidherbe, Lille.

Comités.	N ^{os}	
C. B. U.	790	Dubois (Docteur), rue Bourjemois, 15, Fives-Lille.
G. C.	336	Dubreucq-Pérus, ingénieur des Arts et Manufactures, fabricant d'amidon, Lille.
G. C.	323	Dubreuil (Victor), ingénieur-architecte, boulevard de Paris, Roubaix.
G. C.	535	Dubrulle (Louis), ingénieur-constructeur, rue Brûle-Maison, Lille.
G. C.	*110	Duchaufour (Eugène), trésorier général de l'Yonne, Auxerre.
F. T.	734	Dufour (Eugène), fabricant de toiles, 8, rue de l'École, Armentières.
A. C.	692	Duhem (Arthur), teinturier, fabricant de toiles, 20-22, rue Saint-Genois, Lille.
G. C.	135	Dujardin (Albert), constructeur-mécanicien, 170, rue Brûle-Maison, Lille.
G. C.	243	Dumont (Louis), ingénieur, constructeur de pompes centrifuges, 55, rue Sedaine, Paris; 100, rue d'Isly, Lille.
F. T.	261	Duplay, négociant, ancien élève de l'École polytechnique, 18, rue de Bourgogne, Lille.
F. T.	* 82	Duverdyn (Eugène), fabricant de tapis, 95, rue Royale, Lille.
A. C.	104	Ernoult (François), apprêteur, 77, rue du Grand-Chemin, Roubaix.
C. B. U.	482	Eustache (Gonzague), professeur à la Faculté libre de Médecine, 124, rue Jacquemars-Giélée, Lille.
G. C.	301	Évrard (Alfred), ingénieur-conseil, 39, rue de la Bruyère, Paris.
A. C.	585	Eycken, fabricant de produits chimiques, 17, rue Faidherbe, Lille.
A. C.	395	Faucher (L.), ingénieur en chef des poudres et salpêtres, cour des Bourloires, rue de Paris, 180, Lille.
F. T.	477	Faucheur (Albert), filateur de lin, 281, rue Nationale, Lille.

Comités.	N ^{os}	
F. T.	*123	Faucheur (Edmond), filateur de lin, 13, square Rameau, Lille.
F. T.	724	Faucheur (Émile), industriel, 12, boulevard Faidherbe, Armentières.
F. T.	476	Faucheur (Félix), filateur de lin, 193, rue des Stations, Lille.
F. T.	652	Faucheur (René), filateur de lin, 26, boulevard Bigo-Danel, Lille.
C. B. U.	*120	Fauchille (Auguste), avocat, docteur en droit, licencié ès-lettres, 56, rue Royale, Lille.
F. T.	228	Fauchille Stiévenart , fabricant de fils à coudre, 143, rue Jacquemars-Giélée, Lille.
C. B. U.	651	Farinaux (Albert), négociant, 23, rue Faidherbe, Lille.
F. T.	156	Féron (Auguste), directeur d'assurances, 13, rue d'Angleterre, Lille.
C. B. U.	* 44	Feron-Vrau , fabricant de fils à coudre, 11, rue du Pont Neuf, Lille.
F. T.	95	Ferrier (Édouard), filateur de laines, 59, rue du Caroir, Roubaix
A. C.	445	Fichaux (Eugène), malteur, Haubourdin.
G. C.	795	Finet (A.), ingénieur-électricien, 17, rue Faidherbe, Lille.
G. C.	768	Firminhac ingénieur civil des mines, administrateur délégué de la Compagnie Française des moteurs Otto, 155, rue Croix de-Nivert, Paris.
G. C.	*116	Fives-Lille (Compagnie), construction de machines, Fives-Lille.
G. C.	614	Flipot , constructeur, 80, rue des Processions, Fives-Lille.
F. T.	473	Flipo (Charles), filateur, Tourcoing.
A. C.	253	Flourens (G.), ingénieur-conseil, chimiste, professeur à l'Institut Industriel, 4, rue Jean-sans-Peur, Lille.
C. B. U.	3	Fokedey-Catel , négociant en fil de lin, 13 ^{bis} , rue du Molinel, Lille.
F. T.	* 74	Fontaine-Flament , 41, rue de l'Hôpital-Militaire, Lille.
G. C.	690	Franchomme (Hector), industriel, 24, rue Vantroyen, Lille.

Comités.	N ^{os}	
F. T.	725	Fremaux (Léon), fabricant de toiles, 1, rue Nationale, Armentières.
A. C.	352	Gaillet (Paul), ingénieur-constructeur, 254, rue Solférino, Lille.
F. T.	288	Gallant (H.), manufacturier, Comines (Nord).
C. B. U.	256	Gauche (Léon), administrateur du musée technologique, 153, rue de Paris, Lille.
F. T.	581	Gavelle (Émile), flateur de lin, 40, rue de Valenciennes, Lille.
A. C.	547	Gaydet (César), teinturier, 30, rue des Champs, Roubaix.
C. B. U.	558	Genoux-Roux , directeur du Crédit du Nord, rue Jean-Roisin, Lille.
G. C.	615	Ghesquières , directeur des usines de Biache, 28, rue Saint-Paul, Paris.
A. C.	357	Goblet , chimiste, Maison Holden, Croix.
C. B. U.	689	Godin , industriel (plombs), 18, rue Saint-Nicolas, Lille.
G. C.	530	Goffin de Félice , ingénieur civil, Croix (Nord).
G. C.	345	Gossart (Albert), ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur-constructeur, Saint-Maurice (Lille).
A. C.	216	Gosselet , professeur de géologie à la Faculté des Sciences, 18, rue d'Antin, Lille.
F. T.	601	Gossez (A.), représentant, 126, boulevard de la Liberté, Lille.
G. C.	786	Gouvion (Albert), ingénieur des Arts et Manufactures, à Saulzoir (Nord).
A. C.	630	Grandel , ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur aux usines Kuhlmann, Loos.
A. C.	776	Gras , ingénieur des Arts et Manufactures, directeur du journal <i>la Betterave</i> , Anzin.
G. C.	390	Grimonprez-Wargny , ingénieur des Arts et Manufactures, 110, boulevard de la Liberté, Lille.
C. B. U.	368	Groulois (Paul), négociant en lin, hameau de Canteleu, Lille.

Comités.	N ^{os}	
A. C.	588	Grulois-Déprès , teinturier, 184, rue de l'Industrie, Roubaix.
F. T.	704	Guillemaud , filateur, Seclin.
G. C.	598	Gruson , ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, directeur de l'Institut Industriel, 4, rue de Bruxelles, Lille.
A. C.	732	Gruyelle , imprimeur, 91, rue du Chevalier-Français, Lille.
C. B. U.	739	Guérin (Louis) , licencié en droit, directeur du Comptoir de l'Industrie linière, 80, rue de Paris, Lille.
C. B. U.		Guermonprez (Docteur) , professeur à la Faculté de Médecine, 132, rue Nationale, Lille.
F. T.	556	Hassebroucq , fabricant, Comines.
G. C.	619	Hallez (Gaston) , ingénieur des travaux de la Compagnie du gaz de Wazemmes, 66 ^{bis} , rue d'Iéna, Lille.
G. C.	644	Helson (Charles) , ingénieur civil des mines, 1, place de Béthune, Lille.
G. C.	772	Hennebique (François) , ingénieur, 208, chaussée de Ninove, Bruxelles.
A. C.	612	Henrivaux , directeur de la Manufacture de glaces de Saint-Gobain (Aisne).
A. C.	688	Henry , directeur de la Société des Produits chimiques de Haumont.
F. T.	209	Herbaux-Tibeauts , filateur de laines, Tourcoing.
A. C.	56	Hochstetter (Geoffroy) , chimiste, 199, boulevard de la Liberté, Lille.
A. C.	374	Hochstetter (Jules) , Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur des Usines Kuhlmann, à La Madeleine.
F. T.	*102	Holden (Isaac) , et fils, peigneurs de laines, Croix (Nord).
A. C.	763	Houtart , maître de verreries, Denain (Nord).
G. C.	676	Ibled , ingénieur des Arts et Manufactures, 2, rue d'Isly, Lille.

Gomites.	N ^{os}	
G. C.	322	Jean (Julien) , ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur-mécanicien, 22, boulevard Bigo-Danel, Lille.
C. B. U.	415	Joire-Vernier , banquier, 129, boulevard de la Liberté, Lille.
F. T.	474	Joire (Alexandre) , filateur de coton, Tourcoing.
C. B. U.	*106	Jolivet (Alphonse) , propriétaire, Lomme, près Lille.
C. B. U.	448	Jombart (Eugène) , imprimeur, 98, rue Solférino, Lille.
F. T.	162	Junker , filateur de soie, Roubaix.
A. C.	521	Kestner , ingénieur 40, boulevard Vauban, Lille.
F. T.	534	Koecklin (Armand) , ingénieur, 27, Wolczanska, Lodz' (Russie).
A. C.	9	Kolb , ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur délégué des manufactures de produits chimiques du Nord, 12, rue des Canonniers, Lille.
G. C.	592	Kuhnmüncb (Eugène) , ingénieur-constructeur, Arras (Pas-de-Calais).
G. C.	781	Kœchlin, (Léon) , directeur de la Maison Dubreuil, boulevard de Paris, Roubaix.
C. B. U.	* 19	Labbe (Henry) , 6, rue du Metz, Lille.
C. B. U.	218	Lacherez , fabricant de toiles, Armentières.
A. C.	121	Lacombe , chimiste, professeur à l'Institut Industriel, 41, rue de Bourgogne, Lille.
C. B. U.	509	Lallemant , imprimeur, 157, rue d'Alésia, Paris.
G. C.	769	Lambert (Lévi) , représentant de forges, Valenciennes.
G. C.	623	Lambert , ingénieur des Usines Kuhlmann, 10, rue des Canonniers, Lille.
A. C.	694	Lambling , professeur à la Faculté de Médecine, 25, rue des Pyramides, Lille.
F. T.	723	Larivière , ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de la Maison Jules Scribe et fils, Marquette.
G. C.	737	Laurenge, aîné , entrepreneur, 77, rue d'Angleterre, Lille.
G. C.	738	Laurenge (M.) , entrepreneur, 3, rue Marais, Lille.

Comités.	N ^{os}	
A. C.	741	Laurent (Charles), ingénieur de la raffinerie de la Biette, près Saint-Quentin.
A. C.	273	Laurent (Charles), directeur général des Usines Kuhlmann, 5, rue de Lille, Marquette.
F. T.	278	Lauwick van Elseland , manufacturier, Comines.
A. C.	715	Le Bigot , imprimeur, 9-11, rue Nicolas-Leblanc, Lille.
F. T.	* 29	Le Blan (Julien), père, filateur de lin et coton, président de la Chambre de Commerce, 118, rue Solférino, Lille.
F. T.	32	Le Blan (Julien), fils, filateur de lin et coton, 236, rue Solférino, Lille.
F. T.	33	Le Blan (Émile), fils, filateur de lin et coton, 95, rue des Stations, Lille.
F. T.	* 31	Le Blan (Paul), filateur de lin et coton, 24, rue Gauthier-de-Châtillon, Lille.
F. T.	284	Le Blanc (Jules), filateur de laine, Roubaix.
G. C.	783	Lechat , fabricant de courroies, 22, rue Fiévé, Gand et quai du Wault, Lille.
G. C.	134	Le Clercq (Alexandre), ingénieur conseil, 16, rue d'Artois, Lille.
A. C.	583	Leconte (Édouard), teinturier, 20, rue du Bois, Roubaix.
C. B. U.	767	Ledieu (Achille), vice-consul des Pays-Bas, 19, rue Négrier, Lille.
F. T.	563	Lefebvre (Edmond), peigneur de laines, Roubaix.
F. T.	* 25	Lefebvre-Ridez (Jules), filateur de coton, 180, rue Gambetta, Lille.
G. C.	668	Lefebvre (Jules), professeur agrégé de mathématiques au lycée de Lille, 20, place aux Bleuets, Lille.
A. C.	235	Lefebvre-Desurmont (Paul), fabricant de céruse, 103, rue de Douai, Lille.
A. C.	736	Lefebvre-Ducrocq , imprimeur, 81, rue de Tournai, Lille.
C. B. U.	299	Lefort , (Joseph), imprimeur, 24, rue Charles de Muysart, Lille.

Comités.	N ^{os}	
G. C.	* 18	Le Gavrian (Paul), ingénieur des Arts et Manufactures, député du Nord, 133, boulevard de la Liberté, Lille.
A. C.	602	Lemonnier , directeur des établissements Solvay, Cibly, près Mons (Belgique).
A. C.	627	Lenoble , professeur de chimie à la Faculté catholique, 28 ^{bis} ; rue Négrier, Lille.
G. C.	679	Lepez , entrepreneur, 134, rue Jacquemars-Giélée, Lille.
A. C.	686	Lequin , manufacture de glaces et produits chimiques de Saint-Gobain, 9, rue Sainte-Cécile, Paris.
A. C.	584	Leroy (Charles), fabricant de produits chimiques, Wasquehal.
C. B. U.	628	Leroy (Paul), négociant, 139, boulevard de la Liberté, Lille.
C. B. U.	*104	Lesay (Alfred), négociant en lin, 4, place du Concert, Lille.
A. C.	611	Lescœur , professeur à la Faculté de Médecine de l'État, 11, place de la Gare, Lille.
F. T.	204	Leurent (Désiré), fabricant de tissus, Tourcoing.
C. B. U.	519	Lévi-Otto , négociant, 31, boulevard de la Liberté, Lille.
A. C.	754	Locoge , ingénieur, chimiste, 18, place de Barlet, Douai.
G. C.	111	Locoge , constructeur-mécanicien, 101, rue de Douai, Lille.
C. B. U.	355	Longhaye (Édouard), négociant, 161, boulevard de la Liberté, Lille.
F. T.	276	Lorent (Victor), filateur, 30, rue Inkermann, Lille.
F. T.	115	Loyer (Ernest), filateur de coton, place de Tourcoing, Lille.
F. T.	* 39	Mahieu (Auguste), filateur de lin, Armentières.
C. B. U.	83	Maquet (Ernest), négociant. 15-17, rue des Buisses, Lille.
A. C.	699	Marchand (Pierre), fabricant d'huiles, 17, rue de la Verrerie, Dunkerque.
C. B. U.	680	Martine (Gaston), négociant, 1, place aux Bleuets, Lille.

Comités.	N ^{os}	
C. B. U.	446	Mas (Charles), négociant en toiles, 41, rue du Molinel, Lille.
F. T.	148	Mas-Faucheur , fabricant de toiles, 29, rue de Bourgogne, Lille.
C. B. U.	* 15	Masquelier , négociant, 5, rue de Courtrai, Lille.
C. B. U.	760	Masquelier (Georges), négociant en coton, 59, boulevard de la Liberté, Lille.
F. T.	369	Masurel (Edmond), filateur de laines, Tourcoing.
G. C.	35	Mathelin (E.), ingénieur, boulevard de l'Usine, Fives-Lille.
A. C.	283	Mazingarbe , teinturier, Haubourdin.
G. C.	481	Melon (Édouard), administrateur de la Compagnie Française et continentale d'éclairage, 62, rue Taitbout, Paris.
A. C.	471	Menu (Edmond), fabricant de colle et de bleu d'outremer, 74, rue des Stations, Lille.
C. B. U.	587	Mercier , directeur d'assurances, 155, boulevard de la Liberté, Lille.
G. C.	546	Mertens-Wibaux (Guillaume), directeur de l'usine à gaz, 73, rue de Tourcoing, Roubaix.
G. C.	* 86	Merveille-Kling , constructeur-mécanicien, boulevard de Belfort, Lille.
A. C.	81	Meunier (Maxime), propriétaire et directeur de l'Union générale du Nord, 37, boulevard de la Liberté, Lille.
F. T.	309	Mieliez (Ed), toiles, Armentières.
G. C.	319	Mollet-Fontaine (Firmin), ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur, rue Gustave Testelin, Lille.
G. C.	673	Monier (Louis), négociant, 34, rue de Valmy, Lille.
G. C.	672	Monnier (J.), Établissement du Vieux Chêne, 77, rue Nationale, Lille.
F. T.	561	Motte (Albert), filateur de coton, Roubaix.
G. C.	636	Neu , ingénieur-électricien, ancien élève de l'École polytechnique, 5, place du Temple, Lille.
C. B. U.	116	Neut (Émile), négociant en lins, 26, rue Grande-Chaussée, Lille.

Comités.	N ^{os}	
G. C.	15	Nicodème (Émile), négociant en métaux, 212, rue de Paris, Lille.
F. T.	184	Nicolle (E.), filateur, 11, square Rameau, Lille.
G. C.	780	Nothomb , administrateur de la Société anonyme des briques et pierres blanches de Denain.
A. C.	495	Obin , teinturier, 101, rue des Stations, Lille.
G. C.	343	Olry , ingénieur en chef des mines, délégué général du Conseil d'administration de l'Association des Propriétaires d'appareils à vapeur du Nord, 11-13, rue Faidherbe, Lille.
F. T.	728	Ovigneur (Georges), fabricant de toiles, rue Sans-Pavé, Lille.
C. B. U.	70	Ozenfant-Scrive , président du Tribunal de commerce de Lille, 8, rue des Jardins, Lille.
A. C.	701	Paillot , professeur à la Faculté des Sciences, 8, rue Charles-de-Muysart, Lille.
A. C.	676	Paix (Paul), raffineur de pétrole, ancien élève de l'École polytechnique, 22, rue des Minimes, Douai.
F. T.	762	Parent , industriel, 76, rue Nationale, Armentières.
G. C.	541	Parsy (Paul), ingénieur, 16, rue Faidherbe, Lille.
G. C.	667	Pauli (Robert), ingénieur, sous-directeur de la Compagnie du gaz continental, 25, rue Saint-Sébastien, Lille.
G. C.	664	Pératé , ingénieur au Chemin de fer du Nord, 27, rue Saint-Nicolas, Lille.
A. C.	707	Petit-Ragot , imprimeur, 19, rue Faidherbe, Lille.
C. B. U.	539	Picard (A.), trésorier-payeur général, 2, rue d'Anjou, Lille.
G. C.	613	Pichon , constructeur, 80, rue des Processions, Fives-Lille.
A. C.	648	Piequet (O.), ingénieur-chimiste, Frelinghien (Nord).
G. C.	702	Pile , ingénieur, garniture de calfat, 11, rue du Château, Lille.

Comités.	N ^{os}	
G. C.	255	Pinel , ingénieur-constructeur, rue Méridienne, Rouen.
G. C.	* 87	Poillon (Louis) , ingénieur, Saint-Angel, près Mexico.
A. C.	633	Porion (Georges) , distillateur, Saint-André (lez-Lille).
A. C.	589	Portait , ingénieur des Arts et Manufactures, 76, rue Colombette, Toulouse.
F. T.	748	Pouchain , industriel, Armentières.
C. B. U.	641	Pouillier (Auguste) , directeur d'assurances, 34, rue Patou, Lille.
F. T.	478	Pouillier-Kétèle , filateur, 229, boulevard de la Liberté, Lille.
F. T.	713	Prouvost (Amédée) , 49, rue Neuve, Roubaix.
A. C.	698	Puvrez , brasseur, directeur du <i>Journal des Brasseurs</i> , 35, rue d'Isly, Lille.
C. B. U.	791	Rainot-Marchand , négociant, 18, rue Jean-sans-Peur, Lille.
C. B. U.	7	Réal , filateur de laines, Wignehies (Nord).
G. C.	685	Rémy (Charles) , ingénieur, 16-18, rue des Arts, Lille.
A. C.	718	Renard (Léon) , ingénieur des Arts et Manufactures, président du Conseil d'administration des Verreries de Fresnes.
G. C.	693	Renard , ingénieur, 23, rue d'Antin, Lille.
F. T.	*103	Renouard-Béghin , fabricant de toiles, 3 ^{bis} , rue à Fiens, Lille.
F. T.	*117	Renouard (Alfred) , ingénieur civil, 64, rue Singer Villa Lux, Paris.
G. C.	468	Reumaux (Élie) , ingénieur en chef des travaux aux mines de Lens (Pas-de-Calais).
F. T.	187	Rigaut , fils retors, rue Sainte-Marie, Fives-Lille.
C. B. U.	597	Robin , directeur de la Banque de France, 75, rue Royale, Lille.
G. C.	111	Rochart , constructeur-mécanicien, 101, rue de Douai, Lille.
C. B. U.	520	Rogez (Charles) , négociant en lins, 24, rue de Tournai, Lille.
F. T.	580	Rogez (Henri) , fabricant de fils à coudre, 125, rue du Marché, Lille.

Comités.	N ^{os}	
G. C.	549	Rogie (Eugène), tanneur, 64, rue des Stations, Lille.
G. C.	753	Rohr , ingénieur, directeur de la Compagnie Edison, 7, rue Jean-Roisin, Lille.
C. B. U.	638	Rollez (Arthur), directeur d'assurances, 48, boulevard de la Liberté, Lille.
G. C.	733	Rossel , ingénieur-constructeur, 84, rue du Chauffour, Lille.
G. C.	324	Roussel (Édouard), manufacturier, 148, rue de l'Épeüle, Roubaix.
A. C.	93	Roussel (Émile), teinturier, rue de l'Épeüle, Roubaix.
G. C.	570	Rouzé (Émile), entrepreneur, 20, rue Gauthier-de-Châtillon, Lille.
G. C.	197	Royaux fils, fabricant de tuiles, Leforest (Pas-de-Calais).
A. C.	512	Ruch , fabricant de produits chimiques, Pantin.
G. C.	332	Ryo (Alphonse), ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur-mécanicien, 23, rue Pellart, Roubaix.
F. T.	331	Ryo (Jules), constructeur-mécanicien, 23, rue Pellart, Roubaix.
G. C.	720	Sagnier , ingénieur, 15, rue Fortier, Douai.
F. T.	761	Saint-Leger (André), fils, filateur, 44, rue du Molinel, Lille.
F. T.	775	Saint-Leger , filateur, Wervicq (Belgique).
F. T.	* 45	Saint-Leger (Georges), fils retors, 32, rue des Tours, Lille.
A. C.	717	Sander (Georges), blanchisseur, 48, rue Jean-sans-Peur, Lille.
G. C.	607	Sartiaux , ingénieur-constructeur, Hénin-Liétard.
F. T.	329	Scalabre-Delcourt , filateur de laine, Tourcoing.
C. B. U.	708	Scalbert (Maurice), banquier, 6, place du Concert, Lille.
A. C.	621	Scheurer-Kestner , sénateur, 8, rue Pierre-Charron, Paris.
A. C.	465	Schmitt , professeur à la Faculté libre des Sciences, chimiste, 119, rue Nationale, Lille.
G. C.	642	Schneider (Paul), président des Mines de Douchy, 32, rue de la Ville-l'Évêque, Paris.

Comités.	N ^{os}	
C. B. U.	*127	Schotmans (Auguste), négociant, 9, boulevard Vauban, Lille.
C. B. U.	* 16	Schotmans (Émile), négociant en grains, 9, boulevard Vauban, Lille.
G. C.	726	Schotmans (Jean), industriel, Don.
G. C.	793	Schotmans (Léon), Ingénieur des Arts et Manufactures, à Brébières.
F. T.	* 24	Schoutteten (Jules), filateur de coton, 52, façade de l'Esplanade, Lille.
A. C.	606	Schouteeten , distillateur, 17, rue d'Esquermes, Lille.
C. B. U.	364	Schubart (Auguste), négociant en lins, 8, rue Saint-Genois, Lille.
A. C.	* 17	Scrive-Bigo , fabricant de papiers, 1, rue du Lombard, Lille.
F. T.	419	Scrive (Georges), fabricant de cardes, 28, rue de Roubaix, Lille.
A. C.	353	Scrive (Gustave), manufacturier, 90, rue Royale, Lille.
F. T.	341	Scrive de Négri (Jules), manufacturier, 27 ^{bis} , rue du Vieux-Faubourg, Lille.
G. C.	* 51	Sée (Edmond), ingénieur civil, 15, rue d'Amiens, Lille.
G. C.	6	Sée (Paul), ingénieur-constructeur, 108, rue Brûle-Maison, Lille.
F. T.	* 89	Seydoux (Charles), filateur de laines, Le Cateau (Nord).
F. T.	531	Six (Édouard), filateur, rue du Château, Tourcoing.
C. B. U.	475	Six (Émile), négociant en cotons, Roubaix.
A. C.	610	Solvay (Alfred), industriel, 25, rue du Prince-Albert, Bruxelles.
A. C.	609	Solvay (Ernest), industriel, 25, rue du Prince-Albert, Bruxelles.
F. T.	564	Sonck (Pierre), fabricant de toiles, 4, rue des Meuniers, Lille.
G. C.	537	Soubeiran (A.), ingénieur des mines, 51, boulevard Vauban, Lille.
G. C.	513	Stahl , directeur de l'Établissement Kuhlmann, ancien élève de l'École polytechnique, Loos.

Comités.	N ^{os}	
A. C.	* 93	Stalars Karl , teinturier, 100, rue Jacquemars-Giélée, Lille.
G. C.	500	Stoclet , ingénieur des ponts et chaussées, professeur à l'Institut, 2, rue de Bruxelles, Lille.
A. C.	650	Tassart , ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de la raffinerie au pétrole Paul Paix, Courchelettes (près Douai).
G. C.	784	Telliez , ingénieur, 27, rue Nationale, Lille.
C. B. U.	* 21	Thiriez (Alfred), filateur, 308, rue Nationale, Lille.
C. B. U.	128	Thiriez (Julien), filateur, Esquermes.
G. C.	130	Thiriez (Léon), ingénieur des Arts et Manufactures, filateur, Loos (Nord).
F. T.	129	Thiriez (Louis), filateur, Esquermes.
G. C.	410	Tilloy (Charles), constructeur, 172, rue Nationale, Lille.
C. B. U.	396	Tilloy (Narcisse), propriétaire, 48, rue de l'Hôpital-Militaire, Lille.
F. T.	*115	Toussin (G.), filateur de coton, 55, rue Royale, Lille.
G. C.	640	Trannin , directeur de l'École supérieure de commerce, 36, rue Nicolas-Leblanc, Lille.
C. B. U.	16	Trystram , père, négociant, Dunkerque.
A. C.	716	Vaillant (Eugène), Consul de Perse, 7, place de Béthune, Lille.
G. C.	245	Valdelièvre (Georges), fondeur, 33, rue des Tanneurs, Lille.
A. C.	362	Vallet-Rogez , négociant en lins, 84, rue Brûle-Maison, Lille.
A. C.	189	Vanakère , opticien, 13, rue Esquermoise, Lille.
A. C.	774	Van Cauwelaert , fabricant de produits réfractaires, Fresnes (Nord).
F. T.	313	Vancawenberghe , filateur de jutes, Dunkerque.
B. U.	586	Vandame (Georges), brasseur, rue Jacquart, Lille.

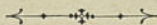
Comités.	N ^{os}	
G. C.	387	Vandenbergh , architecte, 46, boulevard de la Liberté, Lille.
F. T.	52	Van de Weghe , filateur de lin, 163, boulevard de la Liberté, Lille.
A. C.	212	Vandewinckèle , blanchisseur, Comines (Nord).
C. B. U.	719	Vandorpe-Grillet , papiers en gros, 5-7, rue Gombert, Lille.
F. T.	712	Vanoutryve (Félix), manufacturier, boulevard de la République, Roubaix.
G. C.	* 72	Vanoye (H.) fils, représentant des Mines de Nœux, 70, rue des Jacobins, Amiens.
A. C.	272	Vassart (abbé), professeur à la Faculté catholique, 37, rue du Vieil-Abreuvoir, Roubaix.
A. C.	579	Vennin , brasseur, 22, rue du Quai, Lille.
C. B. U.	576	Verley-Bigo (Pierre), banquier, 6 ^{bis} , place du Concert, Lille.
C. B. U.	706	Verley-Bollaert (Charles), banquier, 9, boulevard de la Liberté, Lille.
C. B. U.	131	Verley (Charles), banquier, 40, rue Voltaire, Lille.
A. C.	629	Verley-Descamps , produits d'amidon, Marquette-lez-Lille.
G. C.	593	Vermont (Jules), ingénieur, 16, rue de Valmy, Lille.
F. T.	138	Verstraete (Eugène), filateur de lin, Lomme.
F. T.	439	Vial (A.), filateur de lin, 98, rue de Douai, Lille.
G. C.	325	Viala (G.), ingénieur en chef des Mines de Liévin (Pas-de-Calais).
C. B. U.	747	Vigerie , sous-intendant militaire, 14, rue St-Jacques, Lille.
G. C.	58	Vigneron (Eugène), ingénieur des Arts et Manufactures, 64, rue Fontenoy, Lille.
G. C.	785	Vigneron (Léon), ingénieur des Arts et Manufactures, 64, rue Fontenoy, Lille.
G. C.	646	Villain (R.), constructeur, 18, rue des Rogations, Lille.
C. B. U.	*126	Villaret , avocat, 32, rue Jacquemars-Giélée, Lille.
G. C.	* 88	Villette (Paul), constructeur de chaudières, 37, rue de Wazemmes, Lille.

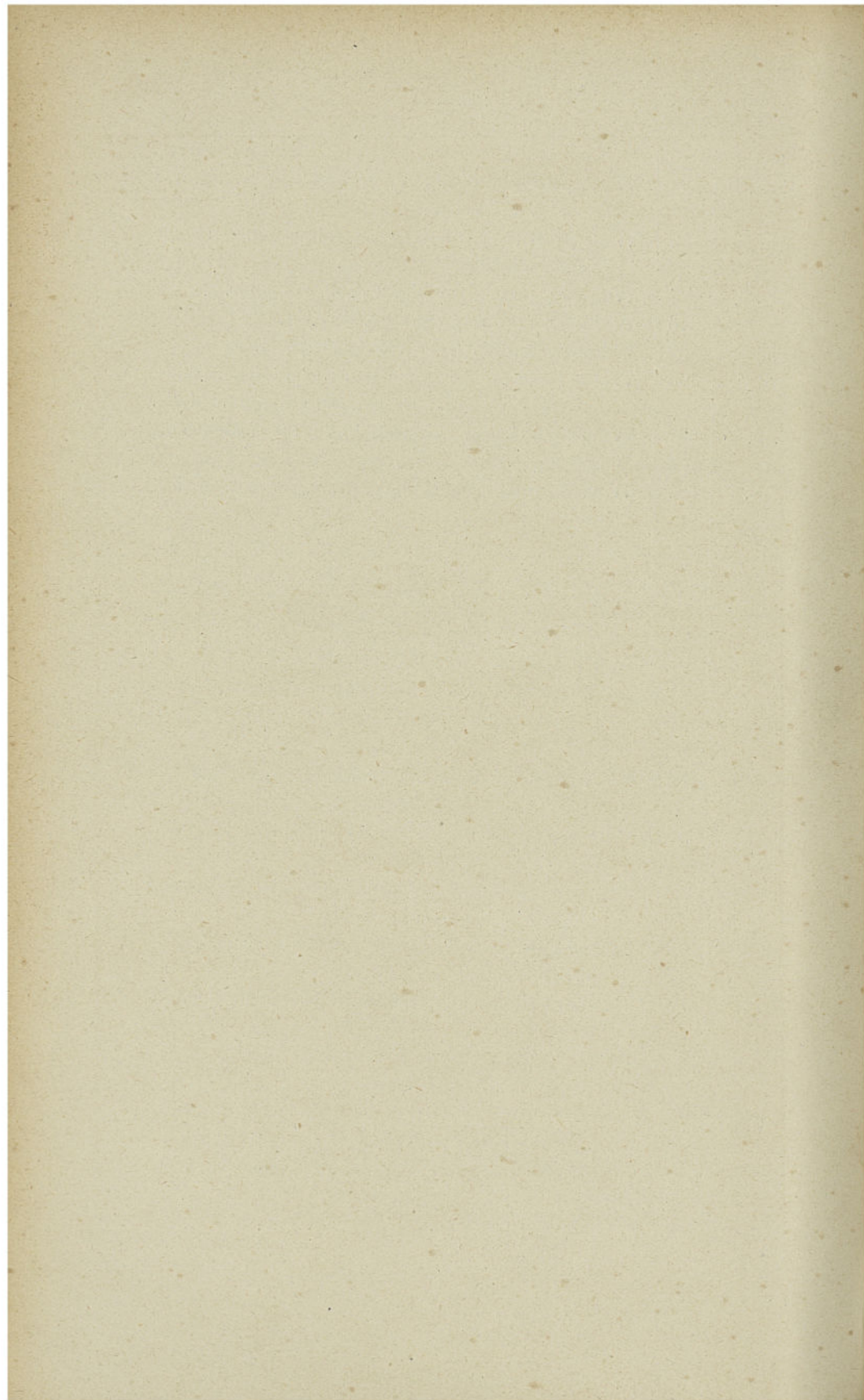
Comités.	N ^{os}	
A. C.	171	Viollette , doyen de la Faculté des Sciences, 43, rue Patou, Lille.
A. C.	46	Virnot (Urbain), salines et savonneries, 2, rue de Gand, Lille.
A. C.	681	Voituriez (Achille), industriel, 135, rue Jacquemars-Giélée, Lille.
F. T.	* 43	Vrau (Philibert), fils à coudre, 11, rue du Pont-Neuf, Lille.
G. C.	25	Vuillemin (Émile), directeur gérant des Mines d'Aniche, Aniche (Nord).
C. B. U.	289	Vuylstèke , négociant en huiles, Consul de Belgique, 10, rue Colson, Lille.
A. C.	755	Waché (Alfred), industriel, 27, rue Morel, Douai.
A. C.	743	Wacès (Alphonse), ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de la distillerie Blanjot et Beauchamps, Soissons-Vauxrot.
A. C.	773	Wagret , maître de verreries à Escautpont.
C. B. U.	* 54	Wahl-Sée (Jules), banquier, 2, rue Baudin, Paris.
C. B. U.	20	Wahl (Oscar), négociant, 121, boulevard de la Liberté, Lille.
G. C.	* 85	Walker fils, construction de métiers, 21, boulevard Montebello, Lille.
F. T.	* 22	Wallaert (Auguste), ingénieur des Arts et Manufactures, manufacturier, 23, rue Macquart, Lille.
F. T.	* 23	Wallaert (Édouard), manufacturier, 146, rue Nationale, Lille.
F. T.	*118	Wallaert (Georges), manufacturier, 27, rue de Bourgogne, Lille.
F. T.	*124	Wallaert (Henri), filateur, 28, rue Gauthier-de-Châtillon, Lille
F. T.	*119	Wallaert (Maurice), manufacturier, 44, boulevard de la Liberté, Lille.
G. C.	* 64	Wargny (Hector), fondeur en cuivre, 185, boulevard de la Liberté, Lille.
A. C.	599	Watrigant (Louis), fabricant d'extraits tinctoriaux et tanniques, 80, quai de la Basse-Deûle, Lille.

Comités.	N ^{os}	
C. B. U.	98	Wattinne-Hovelacque , négociant en laines, rue du Château, Roubaix.
G. C.	110	Wauquier , constructeur-mécanicien, 9, rue de Wazemmes, Lille.
F. T.	274	Wibaux (Achille), fabricant de coton, Roubaix.
F. T.	346	Wibaux (Bonami), fabricant, Roubaix.
F. T.	252	Wilson , négociant, 40, rue Faidherbe, Lille.
G. C.	498	Witz (Aimé), ingénieur des Arts et Manufactures, professeur à la Faculté libre, 29, rue d'Antin, Lille.
C. B. U.	666	Woussen (Lesti), négociant, 18-20, rue de Mordenne, Dunkerque.
C. B. U.	687	Wuillaume (Émile), négociant, 9, parvis St-Michel, Lille.
G. C.	318	Zambeaux (Louis), ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur des manufactures de produits chimiques du Nord, 12, rue des Canonniers, Lille.

SUPPLÉMENT A LA LISTE DES MEMBRES

796	Glorieux (Henri), Industriel, boulevard de Paris, Roubaix.
797	Paulus (Martin), constructeur, route de Tourcoing, à Roubaix.
798	Matignon , professeur à la faculté des sciences, 39, rue Barthélemy-Delespaul, Lille.
799	Gossart (Edmond), ingénieur, rue Jacquemars-Giélée, Lille.





SIXIÈME PARTIE

MÉMOIRES ET TRAVAUX⁽¹⁾

PARUS DANS LES BULLETINS DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DU NORD

depuis l'origine

PAR LISTE ALPHABÉTIQUE D'AUTEURS.

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
AGACHE, E.....	Utilisation des déchets de la filature de lin..	1875
ARNOULD, J. (Docteur)	Questions d'hygiène publique actuellement à l'étude en Allemagne	1878
—	Assainissement de l'industrie de la céruse...	1878
—	De l'écrémage du lait.....	1878
—	Sur l'installation de bains à peu de frais pour les ouvriers.....	1879
—	Le congrès international d'hygiène de Turin	1880
—	Sur un cas d'anémie grave ou intoxication oxycarburée survenue chez un ouvrier d'usine à gaz.....	1880
—	De la pénurie de la viande en Europe et de la poudre-viande du professeur Hoffmann	1881
ARNOULD.....	Formule de M. Villié pour déterminer la quantité de vapeur sèche fournie par une chaudière à vapeur.....	1889
ALEXIS-GODILLOT, G.	Foyer spécial pour l'utilisation des combus- tibles pauvres.....	1887
BAILLEUX-LEMAIRE ...	Note sur l'adjonction d'une barre dite guide- mèche aux bancs à broches pour lin et étoupes.....	1875
BATTEUR, E.....	Communication sur les accidents du travail	1887
—	De la réparation en matière d'accidents industriels	1893
BÉCHAMP, A.....	Recherches sur les modifications de la ma- tière amylacée.....	1883

(1) La liste ne comprend que les travaux publiés in-extenso.

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
BÉCOUR.....	De l'empirisme.....	1878
—	De l'écémage du lait.....	1878
BÈRE.....	Résumé du rapport fait par les délégués ouvriers de Lille à l'Exposition d'Am- sterdam.....	1884
—	La culture du tabac dans le département du Nord.....	1884
BERNARD, H.....	La sucrerie indigène en France et en Alle- magne.....	1877
BIGO, Émile.....	Les cheminées d'usines.....	1885
—	Description d'une installation moderne de générateurs.....	1886
—	De la photogravure.....	1887
BOIVIN.....	Utilisation directe des forces vives de la vapeur par les appareils à jet de vapeur..	1875
—	Des petits moteurs domestiques et de la machine à gaz Langen et Otto.....	1876
—	Indicateur de niveau système Chaudré.....	1876
—	L'injecteur-graisseur Casier.....	1877
BONTE, Adrien.....	Note sur les avantages que la France reti- rerait d'un grand développement de la culture du lin.....	1873
BONPAIN.....	Agencement des filatures de laines.....	1875
BRUNET, Félix.....	La protection des enfants du premier âge...	1885
BUISINE, A. et P.....	Purification des Eaux d'égoût de la ville de Paris.....	1892
CANELLE.....	Notice sur la carte minéralogique du bassin houiller du Nord.....	1878
CARRON.....	Broyage de la céruse.....	1886
CHAVATTE.....	Creusement du puits de Quiévrechain.....	1884
CHAMPION et PELLET..	Action mélassigène des substances contenues dans les jus de betteraves.....	1877
CLEUET.....	Mémoire sur un pyromètre régulateur.....	1878
COLLOT,.....	Essais sur le commerce et la fabrication des potasses indigènes.....	1878
COLLOT,.....	Étude sur les engrais commerciaux.....	1880

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
CORENWINDER	Observations sur les avantages que la France retirerait d'un grand développement de la culture du lin.....	1873
—	Expériences sur la culture des betteraves à l'aide des engrais chimiques	1874
—	Étude sur les fruits oléagineux des pays tropicaux, la noix de Bancoul.....	1875
—	Étude comparative sur les blés d'Amérique et les blés indigènes.....	1875
—	De l'influence de l'effeuillage des betteraves sur le rendement et la production du sucre	1875
—	Note sur la margarine ou beurre artificiel... ..	1876
—	Conférence sur la culture des betteraves	1876
—	Cristallisation simultanée du sucre et du salpêtre	1876
—	Recherche de l'acide phosphorique des terres arables	1877
—	De l'influence des feuilles sur la production du sucre dans les betteraves.....	1878
—	Utilisation des drèches provenant de la distillation du maïs, d'après le procédé Porion et Mehay	1880
—	Recherches biologiques sur la betterave.....	1884
Corenwinder et Contamine...	Le Panais.....	1879
—	Nouvelle méthode pour analyser avec précision les potasses du commerce.....	1879
Corenwinder et Woussen...	Les engrais chimiques et la betterave.....	1875
CORNUT.....	Mémoire sur le travail absorbé par la filature de lin	1873
—	Note sur l'appareil Orsat pour l'analyse des produits de la combustion.....	1874
—	De l'enveloppe de vapeur	1876
—	Pivot hydraulique Girard appliqué aux arbres verticaux de transmission	1876
—	Sur les chaudières forcées	1877
—	Explosion des locomobiles.....	1879

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
CORNUT.	Étude géométrique des principales distributions en usage dans les machines à vapeur fixe	1879
—	Indicateur continu de vitesse de M. Lebreton	1880
—	Études sur les pouvoirs calorifiques des houilles	1886
—	Statistique des essais hydrauliques des chaudières à vapeur.....	1887
—	Note sur l'emploi de l'acier dans la construction des chaudières fixes.....	1888
—	Étude sur la régularité dans les fournitures et sur l'homogénéité des tôles de fer et des tôles d'acier pour générateurs à vapeur.	1889
COQUILLON.....	Méthode nouvelle d'analyse eudiométrique..	1891
COUSIN, Ch.....	Note sur un nouveau parachute équilibré avec évite-molletes.	1879
CRÉPY, Ed	Du recouvrement des effets de commerce par la poste	1874
Le Marq ^{is} D'AUDIFFRET	Le système financier de la France	1882
—	Moyens pratiques de mettre les employés de commerce et de l'industrie à l'abri du besoin.....	1882
DAUSSIN	Note sur le moteur Daussin	1883
DELAMME.....	Sur la durée de la saccharification des matières amylacées.....	1874
DELANOYE.....	Maisons d'ouvriers.....	1874
DE L'AULNOIT (Houzé)	Hygiène industrielle	1874
—	Note sur le congrès international d'hygiène.	1878
—	Bains et lavoirs publics de Rouen, bains publics de la cour de Cysoing.....	1879
DELEBECQUE.....	Rapport sur l'épuration des eaux.....	1884
DELEPORTE-BAYART...	Sur la culture du houblon	1879
—	Culture des pois dans les salines des environs de Dunkerque	1879
—	Invasion des souris, mulots et campagnols dans les campagnes du Midi.....	1881
DE LEYN.	Conservation des viandes par le froid.....	1885

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
DE MOLLINS, Jean....	Note sur un nouveau mode de génération de l'ammoniaque et sur le dosage de l'acide nitrique.....	1879
—	Huiles et graisses de résine.....	1880
—	Fabrication de la diphénylamine.....	1880
—	Épuration des eaux de l'Espierre..	1880
—	Épuration des eaux-vannes.....	1880
—	Fabrication du carbonate de potasse..	1881
—	Alcalimétrie.	1881
—	La question de l'Espierre (3 ^e mémoire).....	1881
—	La question des eaux-vannes	1881
—	Épuration des eaux-vannes des peignages de laines.....	1881
—	Appareil contrôleur d'évaporation	1882
—	Mémoire sur la fabrication des bleus d'aniline et de la diphénylamine	1886
—	Procédé d'Épuration des eaux vannes des peignages de laine.....	1889
—	Note sur un cas particulier de l'action de l'argile sur les eaux vannes Industrielles.	1889
—	Les eaux d'égout.....	1890
—	Contribution à l'étude du fonctionnement des chaudières à vapeur	1891
DEPREZ.....	Basculeur pour le déchargement des wagons	1882
DÉPIERRE, Jos.....	Étude statistique et commerciale sur l'Algérie.....	1879
DESCAMPS, Ange.....	Utilité des voyages.....	1874
—	Étude sur la situation des industries textiles.	1876
—	Excursion à l'exposition de Bruxelles.....	1876
—	Lille; un coup d'œil sur son agrandissement, ses institutions, ses industries....	1878
—	Le Commerce des Cotons	1878
—	Rapport sur le congrès international de la propriété industrielle, tenu à Paris en 1878	1879
—	Rapport sur une proposition de loi relative aux fraudes tendant à faire passer pour français des produits fabriqués à l'étranger ou en provenant.....	1884

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
DESCAMPS, Ange.....	Une visite aux préparatifs de l'Exposition Universelle de 1889.....	1889
—	Étude sur les Contributions Directes.....	1889
—	Étude sur les Contributions Directes. — Impôts fonciers.....	1890
—	L'Exposition française de Moscou.....	1891
—	Le régime des eaux à Lille.....	1891
—	Du service des eaux dans les principales villes de France et de l'étranger	1892
—	Les conditions du travail et les caisses d'épargne	1892
—	L'Hygiène et la désinfection à Lille.....	1892
—	Étude sur un document statistique du Progrès industriel, maritime et commercial en France	1893
DESROUSSEAUX, Léon..	Aide-mémoire des négociants en fils de lin..	1888
DE SWARTE	Étude sur la stabilité manométrique dans les chaudières.....	1888
—	Relation définie entre la vitesse du piston et la consommation dans la machine à vapeur.....	1891
DOMBRE, Louis.....	Étude sur le grisou	1877
DOUMER et THIBAUT..	Spectre d'absorption des huiles.....	1884
DRON, Lisbet.....	Etude technique et pratique sur le graissage et les lubrifiants.	1891
DUBAR	Notice biographique sur M. Kuhlmann père	1881
DUBERNARD	Dosage des nitrates et dosage de l'acide phosphorique.....	1874
—	Recherche de l'alcool	1876
—	Dosage volumétrique de la potasse	1885
DU BOUSQUET.....	Note sur les encombrements par les neiges des voies ferrées.	1888
DUBREUCQ, H.....	La pomme de terre industrielle	1892
DUBREUIL, Victor	Influence des assemblages dans la construction et le prix de revient des planchers métalliques.....	1893
DUBUISSON.....	Cités ouvrières.....	1874

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
DUPLAY,	Note sur les métiers à filer au sec.....	1876
—	Emploi des recettes provenant du magasinage dans les gares de chemins de fer. ..	1877
DU RIEUX.....	Des effets de la gelée sur les maçonneries...	1875
—	Fabrication du gaz aux hydrocarbures.....	1876
—	Autun et ses environs. Exploitation des schistes.....	1876
DUROT, Louis.....	Étude comparative des divers produits employés pour l'alimentation des bestiaux ..	1881
EUSTACHE	Couveuse pour enfants nouveaux-nés	1885
—	Communication sur la reconstitution des vignoles en France.....	1886
EVARD.....	Cordage en usage sur les plans inclinés.....	1877
FAUCHER	Extraction du salpêtre des sels d'exosmose..	1883
FAUCHEUR-DELEDICQUE	Considérations sur les avantages que la France retirerait d'un grand développement de la culture du lin	1873
FAUCHEUR, Ed.....	Allumeurs électriques de Desruelles	1881
—	Communication sur le lin et l'industrie linière.....	1888
—	Accidents du travail. — Congrès international de Paris. — Rapport.....	1889
FAUCHEUX	Procédé de fabrication des carbonates alcalins	1878
FAUCHEUX, Louis ...	Sur la production de divers engrais dans les distilleries	1880
FAUCHILLE, A.....	Rapport sur la ligue pour la défense des marques de fabrique française	1888
FELTZ	Influence des matières étrangères sur la cristallisation du sucre	1874
FLOURENS, G.....	Valeur de quelques résidus des industries agricoles	1875
—	Étude sur les moteurs proposés pour la traction mécanique des tramways.....	1876
—	Étude sur la cristallisation du sucre	1876
—	Appareils d'évaporation employés dans l'industrie sucrière..	1877

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
FLOURENS, G.....	Procédé de clairçage et fabrication du sucre raffiné en morceaux réguliers	1877
—	La locomotive sans foyer de M. Francq.....	1878
—	Observations pratiques sur l'influence mélasigène du sucre cristallisable.....	1879
—	Résumé analytique du guide pratique des fabricants de sucre de M. F. LEURS.....	1879
—	Nouvelles observations pratiques sur les transformations du sucre cristallisable...	1889
—	Sur la saccharification des matières amylacées par les acides.....	1891
FOUGERAT	Moyens mécaniques employés pour décharger les wagons de houille.....	1882
FOUQUÉ....	Les Volcans	1884
FRANÇOIS, Gustave...	Clearing-Houses et Chambre de compensation.....	1887
—	Essai sur le commerce et son organisation en France et en Angleterre.. ..	1891
FRICHOT	Filature de lin à l'eau froide.....	1882
GAILLET	Rapport sur les diverses applications de l'électricité dans le Nord de la France....	1884
GAUCHE, Léon.....	Rapport sur le congrès international du numérotage des fils.....	1878
—	Oblitération des timbres mobiles de quittance.	1886
GAVELLE, Em.....	Rapport sur la machine Marc à décortiquer la Ramie	1893
GIMEL	De la division de la propriété dans le département du Nord.....	1877
GIRARD, Aimé.....	Le papier, ses ancêtres et son histoire.....	1892
GOGUEL	Note sur un appareil destiné à préciser le nombre des croisures dans un tissu diagonal	1876
—	Appareil Widdemann pour le tissage des fausses lisières.....	1878
—	Ouvrage de M. SORET : Revue analytique des tissus anciens et modernes	1878
—	Renvidage des mèches de bancs à broches..	1880

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
GOGUEL.....	Tracé des excentriques pour bobinoirs.....	1883
—	Nouvelle broche pour métiers à filer à bague	1883
—	Appareil à aiguiser les garnitures de cardes.	1883
—	Théorie du cardage.....	1885
—	Détermination pratique du nombre de croisures dans les tissus croisés mérinos ou cachemires	1885
GOSSELET	Étude sur le gisement de la houille dans le Nord de la France	1874
GRIMAU.....	Conférence sur les phénomènes de la combustion et de la respiration.....	1879
GRUSON.....	L'ascenseur hydraulique des Fontinettes.	1889
GUÉGUEN et PARENT..	Étude sur l'utilisation pratique de l'azote des houilles et des déchets de houillères.....	1885
HENRIVAUX	Étude sur la transformation des carbures d'hydrogène.....	1889
—	Projet de caisses de prévoyance	1891
HENRY.....	Note sur les colonies anglaises et françaises de la Sénégambie et de la Guinée.....	1891
HOCHSTETTER G.....	Nouvelle méthode pour le dosage des nitrates	1876
HOCHSTETTER, J.....	De l'emploi de la pâte de bois dans la fabrication des papiers.....	1889
—	De l'attaque du plomb par l'acide sulfurique et de l'action protectrice de certaines impuretés telles que le cuivre et l'antimoine.	1890
—	Quelques détails sur les travaux sous l'eau par scaphandres	1891
—	Le Yaryan.....	1893
JANVIER.....	Métier à deux toiles.....	1881
JUNKER, Ch.....	Note sur la patineuse mécanique de Galbiati	1879
JURION.....	Frein modérateur pour machines à coudre ..	1882
KESTNER.....	Nouvel élévateur de liquide par l'air comprimé	1892
—	Fabrication simultanée de la Baryte caustique et des chromates alcalins.....	1892

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
KRETSNER.....	Nouveau procédé d'extraction des pyrites grillées avec production simultanée de chlore.....	1893
KOLB, J.....	Note sur le pyromètre Salleron.....	1873
—.....	Étude sur les phosphates assimilables.....	1874
—.....	Note sur les incrustations de chaudières.....	1875
—.....	Évolution actuelle de la grande industrie chimique.....	1883
—.....	Le procédé Deacon.....	1892
—.....	Principe de l'énergie et ses conséquences...	1886
KUHLMANN, fils.....	Note sur la désagrégation des mortiers.....	1873
—.....	Note sur quelques mines de Norwège.....	1873
—.....	Transport de certains liquides industriels...	1874
—.....	De l'éclairage et du chauffage au gaz, au point de vue de l'hygiène.....	1875
—.....	Note sur l'Exposition de Philadelphie.....	1876
—.....	Condensation des vapeurs acides et expériences sur le tirage des cheminées.....	1877
—.....	Note sur l'explosion d'un appareil de platine	1879
KOEHLIN, A.....	De la filature américaine.....	1886
LABBE-ROUSELLE.....	Examen du projet de la Commission parlementaire relatif à la réforme de la loi sur les faillites.....	1884
LABROUSSE, Ch.....	Moyens préventifs d'extinction des incendies	1878
LACOMBE.....	Dosage des métaux par l'électrolyse.....	1875
—.....	Dosage des nitrates en présence des matières organiques.....	1876
—.....	Aéromètre thermique Pinchon.....	1877
—.....	Dosage de la potasse.....	1877
—.....	Dosage des huiles végétales.....	1883
—.....	Sur certaines causes de corruption des eaux de Lille.....	1890
—.....	Sur certaines propriétés optiques des huiles minérales.....	1891
LACROIX.....	Procédés mécaniques de fabrication des briques.....	1874

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
LADUREAU	Utilisation des eaux industrielles et ménagères des villes de Roubaix et de Tourcoing.....	1874
—	Sur la teinture en noir d'aniline	1875
—	Sur le bois de Caliatour.....	1875
—	Sur la composition élémentaire de quelques couleurs d'aniline.....	1875
—	Influence de l'écartement des betteraves sur leur rendement	1876
—	Influence des engrais divers dans la culture de la betterave à sucre.....	1876
—	Étude sur les causes des maladies du lin....	1876
—	Sur les maladies du lin.....	1877
—	Composition de la laine.....	1877
—	Culture des betteraves.....	1877
—	Étude sur la brûlure du lin.....	1878
—	Études sur la culture du lin à l'aide des engrais chimiques	1878
—	Note sur la présence de l'azote nitrique dans les betteraves à sucre.....	1878
—	Études sur la culture des betteraves, influence de l'époque de l'emploi des engrais	1878
—	Note sur la luzerne du Chili et son utilisation agricole	1879
—	Études sur la culture de la betterave à sucre	1879
—	Étude sur l'utilisation agricole des boues et résidus des villes du Nord	1879
—	Du rôle des corps gras dans la germination des plantes	1879
—	Composition de la graine de lin	1880
—	Préparation de l'azotine	1880
—	La section d'agronomie au Congrès scientifique d'Alger en 1881	1881
—	Culture de la betterave à sucre. Expériences de 1880.....	1881
—	L'acide phosphorique dans les terres arables	1882
—	L'acide sulfureux dans l'atmosphère de Lille	1882

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
LADUREAU	Procédé de distillation des grains de M. Billet.....	1883
—	Du rôle de l'acide carbonique dans la formation des tissus végétaux	1883
—	Recherches sur le ferment ammoniacal.....	1885
—	L'agriculture dans l'Italie septentrionale....	1885
—	La betterave et les phosphates.....	1885
—	Études sur un ferment inversif de la saccharose	1885
—	Sur les variations de la composition des jus de betteraves aux différentes pressions...	1886
LAMBERT	L'extraction de chlorure de potassium des eaux de la mer.	1891
—	Étude sur la transmission de la chaleur.....	1893
LAMY	Une visite à la fabrique de la levûre française de Maisons-Alfort	1876
—	Du rôle de la chaux dans la défécation.....	1876
LAURENT, Ch.....	Notice biographique sur M. Kuhlmann fils.	1881
LEBLAN, J.....	Appareil avertisseur des commencements d'incendie	1876
LE BLAN, P.....	Rapport sur le projet de loi relatif à la réduction des heures de travail.....	1884
LECLERCQ, A.	Tracé géométrique des courbes de pressions dans les machines à deux cylindres d'après la loi de Mariotte.....	1886
LECOMTE, Maxime ...	Manuel du commerçant	1878
—	Étude comparée des principales législations européennes en matière de faillite	1878
LECOUTEUX et GARNIER	Nouvelle machine verticale à grande vitesse pour la lumière électrique.....	1886
LE GAVRIAN, P.....	Causerie sur l'Exposition de Vienne. Les machines motrices.....	1873
LEMOINE	Note sur l'éclairage au gaz.....	1875
LELOUTRE, G.....	Recherches expérimentales et analytiques sur les machines à vapeur	1873
—	Recherches expérimentales et scientifiques sur les machines à vapeur (suite).....	1874

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
LELOUTRE	Les transmissions par courroies, cordes et câbles métalliques	1882
LENOBLE.....	L'Hydrotimétrie.....	1892
—	Sur la fabrication de l'éther.....	1893
LESCŒUR.....	Rapport sur le traité pratique des matières colorantes de M. Villon.....	1890
—	Observations comparatives sur les procédés chimiques d'essai de la matière grasse du beurre.....	1890
—	Analyses de deux produits commerciaux...	1891
—	Purification de l'acide chlorhydrique du commerce	1892
—	Purification du zinc du commerce.....	1893
LONGHAYE.....	Conférence sur l'œuvre des invalides du travail.....	1876
MARSILLON.....	Le chasse-corps	1879
MATHÉLIN	Étude sur les différents systèmes de compteurs d'eau	1874
—	Moyens de sauvetage en cas d'incendie	1874
MATHIAS, F.	Observations sur la manière dont on évalue à Lille et dans les environs la force des machines et des générateurs.....	1873
MELON.....	L'éclairage électrique et l'éclairage au gaz au point de vue du prix de revient	1884
—	Note sur le compteur à gaz.....	1885
—	Principe de l'éclairage au gaz.....	1886
MERIAU	Histoire de l'industrie sucrière	1890
MEUNIER.....	Renseignements pratiques sur les contrats et opérations d'assurances contre l'incendie.....	1878
—	Quelques mots sur les assurances pour le compte de qui il appartiendra.....	1889
MILLE, A.....	Les eaux d'égout et leur utilisation agricole.	1874
—	Utilisation des eaux d'égout	1874
Mourmant-Wackernie	Machines à peigner du système Vanoutryve	1875
NEU.	La traction électrique dans les Mines.....	1892
NEUT.....	Question monétaire.....	1891

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
NEWNHAM	Constructions des théâtres	1873
—	Forage des puits d'après le système Pagniez-Mio	1881
NICODÈME	Appareils fumivores de M. THIERRY fils	1873
ODIN, Léonel.....	Étude sur les sociétés anonymes	1878
PARSY, P.	Rouissage industriel du lin.....	1886
PASTEUR.....	Nouveau procédé de la fabrication de la bière	1874
PELLET.....	Achat des betteraves suivant leur teneur réelle en sucre.....	1889
—	Nouveau tube fixe polarimétrique.....	1891
—	Méthode rapide pour doser l'eau dans les masses cuites.....	1891
PÉROCHE	Détermination de la richesse saccharine de la betterave par la densité ...	1891
PHILIPPE, G.....	L'humidité, ses causes, ses effets, les moyens de la combattre.....	1879
PIÉRON	Sur la durée des appareils à vapeur.....	1884
—	Agrandissement de la gare de Lille.....	1885
—	Le nickel et ses plus récentes applications..	1885
—	Considérations générales sur les gares de voyageurs.....	1885
PORION	Sur un nouveau mode d'emploi de la diastase en distillerie.....	1886
—	Alimentation automatique des chaudières...	1892
RAGUET.....	Utilisation des fonds de cuves de distillerie.	1875
RENOUARD, A.....	Du conditionnement en général et de son application aux cotons et aux lins.....	1873
—	Étude sur le peignage mécanique du lin ...	1874
—	De quelques essais relatifs à la culture et à la préparation du lin.....	1874
—	Des réformes possibles dans la filature du lin	1874
—	Du tondage des toiles	1874
—	Distinction du lin et du chanvre d'avec le jute et le phormium dans les fils et tissus	1875
—	Nettoyage automatique des gills et des barrettes dans la filature du lin.....	1875

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
RENOUARD, A.....	Le lin en Russie	1876
—	Théorie des fonctions du banc-à-broches ; analyse du travail de M. Grégoire	1876
—	Étude sur la cardé pour étoupes.....	1876
—	Culture du lin en Algérie.....	1877
—	Nouvelles observations sur la théorie du rouissage du lin	1877
—	Nouvelles recherches micrographiques sur le lin et le chanvre.	1877
—	Note sur le rouissage du lin.....	1877
—	Blanchiment des fils.....	1878
—	Étude sur la végétation du lin	1878
—	Note sur les principales maladies du lin....	1878
—	Le lin en Angleterre	1878
—	Le lin en Belgique, en Hollande et en Alle- magne	1880
—	Les fibres textiles en Algérie.....	1881
—	Étude sur la ramie.....	1881
—	Les tissus à l'Exposition des arts industriels de Lille	1881
—	L'abaca, l'agave et le phormium.....	1882
—	Les crins végétaux.....	1884
—	Biographie de M. Corenwinder	1884
—	Production et commerce des laines d'Aus- tralie.....	1886
REUMAUX	Serrement exécuté dans la mine de Douvrin	1884
ROGEZ, Ch.....	Le rouble, ses fluctuations et ses consé- quences	1890
ROUSSEL F.....	Sur les fourneaux économiques.	1877
ROUSSEL, Ém.....	La teinture par les matières colorantes déri- vées de la houille.....	1881
ROUSSEL, Ém.....	Matières colorantes dérivées de la houille...	1882
—	Les matières colorantes dérivées de la houille	1883
RUFFIN, A.....	Étude du beurre et de ses falsifications....	1889
RYO	Machine à réunir et à peser les fils.....	1884
RYO-CATTEAU.. ..	Note sur un nouveau système de bobinage et d'ourdissage.....	1888

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
SAGNIER	Les gazogènes	1893
SARRALIER	Compensateur Sarralier	1877
SAVY.....	Note sur le foyer système Cohen	1892
SCHMITT	Le beurre, ses falsifications et les moyens de les reconnaître.....	1883
—	Dosage des acides gras libres dans les huiles	1883
—	Analyse du beurre par le dosage des acides gras volatils.....	1884
SCHMITT	Étude sur la composition des beurres de vache, de chèvre et de brebis.....	1885
—	Les produits de l'Épuration chimique du gaz. — Dosage du cyanogène actif.....	1883
—	La saccharine de Fhalberg.....	1889
SCHOURER-KESTNER ..	Chaleur de combustion de la houille du bassin du Nord de la France.....	1888
SÉE, Ed.....	Havage mécanique dans les mines de charbon	1873
—	Nouveau procédé de conservation des bois..	1875
SÉE, Paul.....	Des expertises en cas d'incendie.....	1876
—	Observations sur un nouveau système de chauffage	1879
—	Industrie textile. Machines et appareils à l'Exposition de 1878.....	1879
—	Note sur les récentes améliorations apportées dans la construction des transmissions de mouvement.....	1879
—	Étude sur la meunerie.	1883
—	Communication sur une installation de deux courroies superposées pour commande d'une force de 700 chevaux.	1888
—	Une nouvelle cardé à coton.....	1889
SÉE, Paul.....	Nouveau matériel électrique.....	1893
—	Perfectionnements dans les appareils de chauffage industriel	1893
SEIBEL.....	Les fours à cokes	1885
SIDERSKY	Procédé volumétrique pour le dosage des sulfates en présence d'autres sels	1888

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
STORHAY, Jean	Renseignements pratiques sur les conditions publiques.....	1888
—	Nouvelle étude de conditionnement à réglage rationnel de température.. ..	1890
—	Observations sur les conditionnements hygrométriques des cotons en Angleterre et en France	1890
TERQUEM.....	Production artificielle de la glace (1 ^{re} partie)	1874
—	Thermomètre avertisseur	1875
—	De l'éclairage électrique par l'appareil Gramme.	1876
—	Appareil Meidinger pour la préparation des glaces alimentaires	1876
—	Procédé pour écrire sur le verre	1876
—	Lampe à gaz et lampe monochromatique...	1880
THIBAUT	La bière à Lille.....	1884
THIRIEZ, A.....	Les institutions de prévoyance au Congrès de Bruxelles.....	1876
THOMAS, A.....	Planimètre polaire d'Amster. Théorie démonstrative	1874
THOMAS.....	Méthode d'analyse des laines peignées.....	1875
TRANNIN.....	Saccharimètre des raperies	1884
VALDELIÈVRE	Le Peet-Valve	1877
VASSART (l'abbé).....	Application de l'électricité à l'éclairage des ateliers	1877
—	Etude sur l'alizarine artificielle	1887
—	Sur une nouvelle série de colorants tétra- zoïques.....	1891
—	Étude sur la composition des noirs d'aniline.	1891
VALROFF	Des caisses de secours dans les établissements industriels	1877
VANDEBOSSCH.....	Machine à piénner	1882
VILLAIN.....	Machine à gazer les fils.....	1889
VILLAIN, Alfred.....	Impression sur étoffe par photo-teinture.....	1893
VILLOQUET.....	Tableau des fluctuations du Rouble.....	1891
VINSONNEAU	Vanne double.....	1883
VIOLETTE.....	Analyse commerciale des sucres.....	1874

NOMS.	TITRES.	ANNÉES
VRAU.....	Utilité des voyages.....	1874
—	Étude sur les caisses d'épargne, les caisses de secours et les caisses de retraite pour les ouvriers industriels.	1875
—	Hygiène des habitations.....	1878
WILSON.....	L'extincteur « <i>Le Grinnell</i> ».....	1884
WITZ, A.....	De l'action de paroi dans les moteurs à gaz tonnant	1883
—	Chaleur et température de combustion du gaz d'éclairage	1885
—	Réponse à quelques objections contre l'action de paroi	1886
—	Conférence sur l'électricité	1887
—	Les accumulateurs électriques.....	1887
—	Graissage des moteurs à gaz.....	1888
—	Production et vente de l'énergie électrique par les stations centrales	1883
—	Les unités de puissance : Cheval heure. Kilowatt et Poncelet.....	1889
—	Étude théorique et expérimentale sur les machines à vapeur à détentes successives.	1890
—	Étude photométrique sur les lampes à récupération	1891
—	Étude sur les explosions de chaudières à vapeur	1892
—	Du rôle et de l'efficacité des enveloppes de vapeur dans les machines Compound.....	1892
WOUSSEN, H.....	Note sur quelques moyens d'apprécier le travail des presses et des râpes dans les sucreries	1873
—	Note additionnelle sur les moyens d'apprécier le travail des presses et des râpes dans les sucreries	1873

La Société Industrielle a organisé en 1887 des conférences publiques sur des sujets scientifiques ou industriels dans le but de mettre certaines connaissances utiles à la portée de tous.

Les sujets traités ont été les suivants :

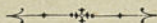
- Le 24 Avril 1887. — M. WITZ. — L'Electricité, forme de l'Energie.
Le 8 Mai 1887. — M. WITZ. — Les Unités électriques.
Le 22 Mai 1887. — M. WITZ. — Les générateurs et transformateurs d'Electricité.
Le 27 Novembre 1887. — M. KEROMNÈS. — Historique de la fabrication des principaux métaux employés dans la construction mécanique ; le fer et ses dérivés ; l'acier et la fonte ; le cuivre et le bronze.
Le 11 Décembre 1887. — M. KEROMNÈS. — Le travail des métaux.
Le 11 Mars 1888. — M. LAURENT. — Causerie populaire sur la grande industrie chimique. Les acides minéraux.
Le 25 Mars 1888. — M. FAUCHER. — La Poudre Noire. Invention. Fabrication. Emplois divers.
Le 29 Avril 1888. — M. FAUCHER. — Les Explosifs modernes : Coton poudre, dynamite, etc.
Le 18 Novembre 1888. — M. MAMY. — L'Envers du théâtre : machinisme théâtral ; trucs ; changements à vue ; décors ; artillerie de théâtre.
Le 16 Décembre 1888. — M. MELON. — Le Gaz, source de lumière, de chaleur et de force.

La séance solennelle annuelle de distribution des récompenses est précédée d'une conférence.

Depuis la fondation, les conférenciers ont été :

- Le 19 Décembre 1875. — M. LAVALLEY. — Le tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre.
Le 24 Décembre 1876. — M. WURTZ. — Histoire d'un bloc de houille.
Le 23 Décembre 1877. — M. BRÉGUET. — Etat actuel de l'éclairage électrique. — Le Téléphone.
Le 22 Décembre 1878. — M. MASCART. — Composition physique des couleurs.
Le 21 Décembre 1879. — M. GRIMAUX. — Les Phénomènes de la combustion et de la respiration.
Le 23 Janvier 1881. — M. CHAMBERLAND. — Rôle des organismes microscopiques dans la nature. — Les travaux de M. Pasteur.

- Le 22 Janvier 1882. — M. GÉRALDY. — Etat actuel de la science de l'électricité ; la lumière et la distribution de force.
- Le 21 Janvier 1883. — M. WOLF. — Conférence sur les comètes.
- Le 20 Janvier 1884. — M. SARTIAUX. — Les chemins de fer.
- Le 25 Janvier 1885. — M. FOUQUÉ. — Les Volcans.
- Le 24 Janvier 1886. — M. Gaston TISSANDIER. — La navigation aérienne.
- Le 23 Janvier 1887. — M. Aimé GIRARD. — La Betterave et son ennemi, le Nématode.
- Le 22 Janvier 1888. — M. Léon SAY. — Les grands réformateurs et l'amour de l'humanité.
- Le 20 Janvier 1889. — M. Jules SIMON. — L'éducation.
- Le 19 Janvier 1890. — M. E. CORNU. — L'analyse spectrale en astronomie.
- Le 18 Janvier 1891. — M. GOSSELET. — Les richesses minérales de la région du Nord.
- Le 24 Janvier 1892. — M. Georges VILLE. — Les Lois de la production végétale.
- Le 22 Janvier 1893. — M. JANSSEN. — L'Observatoire du Mont Blanc.



SEPTIÈME PARTIE.

DOCUMENTS DIVERS

OUVRAGES REÇUS PAR LA BIBLIOTHÈQUE

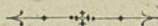
La bibliothèque a reçu :

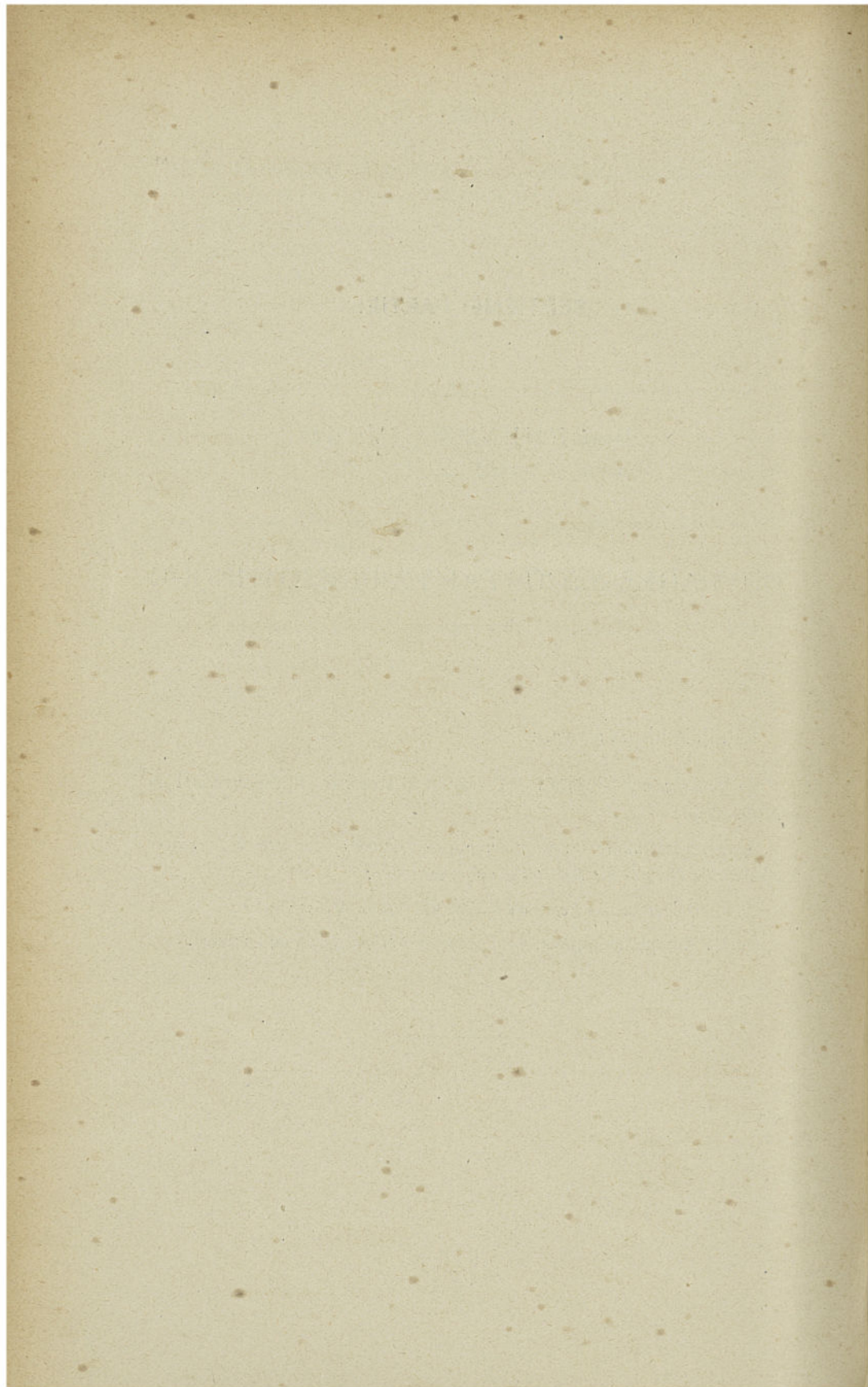
De M. Janssen. — *Statuts de l'Association provisoire de l'observatoire du Mont-Blanc* ;

De M. le Ministre du Commerce. — *Discours prononcé à la séance générale du Congrès des Sociétés savantes en 1893* ;

De M. Delecroix. — *Revue de la Législation des Mines* :

De M. Maxime Descamps. — *Voyage en Espagne* (Don de l'auteur).





BIBLIOGRAPHIE

Notes et Formules de l'Ingénieur et du Constructeur-Mécanicien, par Cl. de LAHARPE. 9^e édition, revue, corrigée et augmentée par MM. L.-A. BARRÉ, Ch. VIGREUX et R.-P. BOUQUET, ingénieurs des Arts et Manufactures. Un vol. cartonné de 804 pages, avec plus de 700 figures. Prix : Paris, 7 fr. 50; franco : Province et Etranger 8 fr. 50.

La Maison *E. Bernard et C^o* vient de faire paraître la 9^{me} édition de cet ouvrage devenu classique dans le monde industriel. Le nombre même des éditions successives parues depuis 1881 est une preuve du succès de ce volume. La mort de M. de LAHARPE a empêché l'auteur de faire lui-même les modifications qu'il songeait à apporter à cette édition, aussi les éditeurs ont-ils confié ce travail à MM. L.-A. BARRÉ, Ch. VIGREUX, et R.-P. BOUQUET. On avait reproché aux premières éditions de cet aide-mémoire de renfermer encore un grand nombre de formules très employées à l'étranger et nécessitant de la part des lecteurs français un certain travail d'assimilation, surtout pour ce qui concernait les symboles et unités employés. Cette nouvelle édition ne peut encourir de reproche.

Quelques chapitres ont été remaniés et mis au courant des dernières conventions ou découvertes. Grand nombre d'additions ont été faites et nous en citerons les principales :

La réduction et l'amplification d'un dessin dans un rapport donné sans faire usage du compas de proportion. — Un exemple de calcul graphique se rapportant à la mesure linéaire de l'arc d'un cercle. — Une formule donnant la charge pratique d'un poteau en bois d'après les anciennes expériences de Rondelet. — Une formule pour calculer les colonnes en fonte, et réunissant en une seule les deux formules de Lowe. — La résistance à la compression de divers terrains. — Des formules donnant les charges de ressort sollicitées diversement. —

Une règle rapide pour calculer une solive chargée de poids isolés, égaux et équidistants. — Plusieurs manchons d'accouplements. — La chaîne Burton à maillons détachables. — Un tracé détaillé des aubes de turbines. — La régularisation des pompes Worthington au moyen de cylindres compensateurs oscillants. — L'usage des pulsomètres. — L'ancien bélier hydraulique et les modifications qu'il a subies. — Des tableaux donnant les modules de section des fers laminés des principales usines. — Des renseignements pratiques sur les usines à gaz et sur l'emploi du gaz pauvre. — La circulaire complète du 29 août 1891 sur les ponts métalliques. — Les dimensions courantes des bois équarris du commerce.

Enfin le chapitre d'électricité industrielle a été refait complètement et mis sous une forme pratique. Sans renfermer tout ce qui est relatif à la Science électrique, ce chapitre donne toutes les formules essentielles et d'un emploi courant dans la pratique. Cette innovation fait que les « **Notes et formules** » sont sans contredit le premier aide-mémoire général et complet qui ait paru jusqu'ici.

Nous souhaitons à cette 9^e édition tout le succès de ses devancières. Les ingénieurs, les constructeurs-mécaniciens, les industriels et les élèves de nos grandes écoles, tous ceux qui en un mot s'occupent de l'art de l'ingénieur ou du constructeur, consulteront utilement cet ouvrage qui leur épargnera des recherches toujours pénibles et souvent infructueuses.

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

19, rue Hauteville (près du boulevard Saint-Germain), à Paris.

Le Cuivre, par Paul WEISS, ingénieur au corps des Mines, 1 vol. in-16 de 344 pages, avec 96 figures, cartonné. (*Encyclopédie de chimie industrielle et de métallurgie*). Prix : 5 fr.

Après avoir visité les principales mines et usines à cuivre d'Europe, M. P. Weiss vient de résumer en un volume portatif toutes les données actuelles sur les gisements, la métallurgie et les applications du cuivre. Ce travail sera très utile aux ingénieurs et aux industriels, désireux de se mettre au courant de l'industrie du cuivre.

Dans une première partie, M. Weiss passe en revue l'origine, les gisements, les propriétés et les alliages du cuivre. Pour la description des gisements, il a adopté les divisions indiquées par M. Fuchs et professées à l'École des mines par M. Delaunay.

Dans la deuxième partie, consacrée à la métallurgie, l'auteur passe successivement en revue le grillage des minerais, la fabrication de la matte bronze, la transformation de la

matte bronze en cuivre noir, l'affinage du cuivre brut et le traitement des minerais de cuivre par la voie humide.

La troisième partie traite des applications du cuivre, de son marché, de son emploi, de la fabrication et de l'emploi des plaques de cuivre (chaudronnerie, etc.), de l'emploi du cuivre en électricité (tréfilerie, etc.), de la fonderie du cuivre et de ses alliages, enfin des bronzes et laiton.

Dans l'étude des alliages du cuivre, l'auteur a longuement parlé de la notion moderne de la structure moléculaire des métaux et des expériences toutes récentes de M. Guillemin sur la reproduction photographique de la structure du cuivre et de ses alliages.

L'ouvrage est illustré de 96 figures et se présente sous un élégant cartonnage maroquiné.

La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses membres dans les discussions, ni responsable des notes ou mémoires publiés dans le Bulletin.
