SOMMAIRE DU BULLETIN N° 129.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE
du Nord de la France.

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

BULLETIN TRIMESTRIEL
N° 129

32e ANNÉE. — Quatrième Trimestre 1904.

PREMIÈRE PARTIE

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ.

Assemblée générale mensuelle du 27 Octobre 1904.

Présidence de M. BIGO-DANEL, Président.

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

Excusés.

MM. Guérin, vice-président, Swyngedauw, Stiévenart, Baillet, Dubuisson, inscrits à l'ordre du jour, s'excusent de ne pouvoir assister à la réunion.

Correspondance

La Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon nous fait part de son changement de siège social, dorénavant, 30, quai St-Antoine.

La Société pour la Défense du Commerce et de l'Industrie

nous envoie des documents sur la grève de Marseille et demande de prendre part au mouvement d'opinion pour le salut du commerce. Ces documents sont à la disposition de nos collègues qui désireraient en prendre connaissance.

M. le Ministre de l'Instruction Publique et des Beaux-Arts envoie le programme du Congrès des Sociétés Savantes qui se tiendra à Alger en 1905. Nos sociétaires pourront examiner ce programme.

M. H. Dubreucq-Pérus envoie une notice explicative sur le bazar français de St-Pétersbourg au profit de la Croix-Rouge Russe et demande notre adhésion au comité régional en formation. Nos collègues pourront consulter la notice sur cette œuvre qui a un caractère individuel.

Congrès international de la Tuberculose. Paris 1905.

Le Comité Régional de Lille du Congrès International de la Tuberculose (Paris, octobre 1905) demande l'adhésion de la Société Industrielle. L'assemblée décide d'envoyer une délégation officielle nommée en partie par le Comité du Commerce, de la Banque et d'Utilité Publique, en partie par le Conseil d'administration.

Congrès des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie de Liège 1905.

L'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège, organise un congrès des mines, de la métallurgie, de la mécanique et de la géologie appliquées, à l'occasion de l'Exposition Universelle à Liège en 1905. Elle demande l'adhésion de la Société Industrielle. L'assemblée décide de s'y faire représenter par des délégués désignés par le Comité du Génie Civil et par le Conseil d'administration.

Office Colonial.

Le Directeur de l'Office Colonial au Ministère des Colonies nous prie de faire connaître la note suivante :

L'Office colonial prépare en ce moment une liste des sociétés, négociants, industriels, commissionnaires, etc., en relation d'affaires avec les colonies françaises (Algérie

et Tunisie). Ceux de nos concitoyens qui désireraient profiter de la publicité absolument gratuite que l'Office met ainsi à leur disposition, peuvent envoyer, sans affranchir, à l'adresse suivante : M. le Ministre des Colonies (Office Colonial), Palais-Royal, les indications ci-après : nom, raison sociale et adresse de leur maison, genre d'affaires, articles exportés, produits importés, colonies avec lesquelles ils sont plus spécialement en rapport, etc.

Séance solennelle 1905.

M. le Président fait savoir que la prochaine séance solennelle de distribution des récompenses aura lieu le 22 janvier 1905.

Outre les récompenses de concours 1904, il sera décerné à la Collectivité de l'Industrie du Cuir du Nord, la médaille d'or mise par la Société Industrielle à la disposition de l'Exposition d'Arras. Comme les années précédentes, trois médailles d'argent sont offertes par l'Union Française de la Jeunesse.

Immeuble et emprunt.

M. le Président entretient l'Assemblée de la question de l'Immeuble.

La Société s'est rendue acquéreur des immeubles N°s 110 et 112 de la rue de l'Hôpital Militaire moyennant le prix de 60.000 francs et elle se proposait de les aménager en vue d'y installer les sociétés qui nous demanderaient l'hospitalité. A cet effet, elle avait émis un emprunt de 75.000 francs pour lequel on lui a offert 115.000 francs.

Depuis lors, la Société des Sciences nous ayant demandé de lui réserver un local distinct, nous avons prié M. Cordonnier notre architecte, d'étudier un projet d'agrandissement de notre immeuble sur l'emplacement des maisons N°s 110, 112 et 114. Les constructions projetées permettraient d'abriter à la fois la

Société des Sciences et d'autres Sociétés. Le devis établi évalue les dépenses à 100.000 francs.

M. le Président informe l'Assemblée que nous avons de plus, fait pour la somme de 36.000 francs, l'acquisition de la maison N° 17 de la rue du Nouveau Siècle, maison qui était enclavée dans notre terrain. L'Assemblée approuve à l'unanimité l'achat de cet immeuble.

Pour faire face à ces dépenses, l'Assemblée Générale, à l'unanimité, vote de porter de 75.000 à 200.000 francs le montant de l'emprunt.

Echange.

L'échange de notre bulletin est accepté avec le Mining Magazine de New-York qui en a fait la demande.

Communications. M. Boulez. — Obtention de la glycérine dans l'industrie.

M. Boulez expose l'état actuel de la fabrication de la glycérine.

Dans l'industrie, la totalité de la glycérine est retirée des corps gras naturels ; généralement c'est un sous-produit, quant à sa fabrication synthétique, elle n'a pas encore été réalisée industriellement. La stéarinerie donne souvent un produit plus pur que la savonnerie.

Dans ces derniers temps on a obtenu la glycérine en hydrolisant les corps gras par un réactif spécial et par un ferment de la graine de ricin, mais ces procédés présentent encore des inconvénients que M. Boulez expose à l'Assemblée.

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

M. Schmitt. — Les matières azotées de la glycérine.

Une analyse de glycérine d'huile de palme pure et distillée a montré à M. Schmitt en 1892, que les glycérines renfermaient environ $0^{gr},02$ % de produits azotés : amides, carbylamides et peut-être des dérivés amidés (glycocalle, etc.)

Ces produits d'oxydation des composés albuminoïdes doivent provenir de l'action de l'alcali dans la saponification sur les

matières grasses ; ces matières grasses renferment conséquemment des matières azotées qui sont, sans doute, les principes colorants et odorants des graisses.

Outre la présence de l'azote dans la glycérine et dans les matières grasses, cette analyse a mis en évidence que la saponification est accompagnée d'une oxydation.

M. le Président remercie M. Schmitt de sa lecture qui vient compléter celle de M. Boulez.

M. Rolants. — Epuration biologique des eaux résiduaires de sucrerie.

Les eaux résiduaires de sucrerie contiennent du sucre qui fermente très rapidement en donnant des acides butyrique et acétique très nuisibles à la vie des poissons. Aussi ces eaux doivent-elles être épurées avant d'être rejetées dans les cours d'eaux. Les produits chimiques employés dans ce but ne séparant pas le sucre doivent être écartés. L'épandage peut donner de bons résultats s'il est conduit avec grand ménagement ; mais cela est souvent difficile par suite des grandes superficies exigées. Les procédés bactériens ont été essayés en Allemagne et récemment à la sucrerie de Pont-d'Ardres. Dans son rapport au Congrès d'hygiène d'Arras, M. Vié, ingénieur, chargé de ces essais a résumé les résultats obtenus.

La fermentation anaérobie en fosse septique doit être proscrite, seule l'épuration doit se faire par l'oxydation dûe au travail des ferments aérobies. On obtient ainsi rapidement la disparition du sucre et l'eau n'est plus nuisible à la vie des poissons. M. Rolants a isolé de ces eaux un certain nombre de ferments parmi lesquels des levures dont il a pu montrer le rôle par la présence de l'alcool en très petites quantités pendant le 1er traitement de ces eaux.

M. Rolants conclut que les procédés biologiques sont actuellement les seuls ayant donné pour l'épuration de ces eaux des résultats pratiques. Les frais d'installation sont seuls à considérer, car ceux de main-d'œuvre peuvent être négligés.

M. Guermonprez à propos de ce que vient de dire M. Rolants, signale les nouvelles installations hygiéniques qui transforment l'engrais humain en eau pouvant être sans inconvénient versée à la rivière.

M. Rolants fait remarquer que dans ce cas il y a une fermentation ammoniacale tandis que dans les eaux de sucrerie, il se forme presque instantanément de l'acide butyrique qu'il faut traiter d'une façon spéciale.

M. le Président remercie MM. Rolants et Guermonprez des notions qu'ils nous ont fait connaître sur cette intéressante question d'épuration.

Scrutin. MM. R. Conseil, J. Delemer, M. Dervaux, H. Franchomme, P. Freyberg, A. Turbelin sont élus membres ordinaires de la Société à l'unanimité des membres présents.

Assemblée générale mensuelle du 24 novembre 1904.

Présidence de M. BIGO-DANEL, Président.

Excusés. MM. Parent, Guermonprez et Stiévenart, s'excusent de ne pouvoir assister à la réunion.

Correspondance MM. Dervaux, Conseil, Turbelin, Freyberg, accusent réception de leur nomination de membres et indiquent les comités auxquels ils désirent être inscrits.

MM. Flament frères acceptent d'acheter l'immeuble que la Société vient d'acquérir, rue du Nouveau-Siècle, 16, au prix de l'adjudication et de prendre à leur charge tous les frais d'adjudication et de rachat.

La Société Internationale des Études Pratiques d'Économie Sociale envoie le programme de ses conférences avec une carte permanente, qui est mise à la disposition de nos collègues.

Concours 1904.

M. le Président prie les Comités de terminer le plus tôt possible l'examen des dossiers présentés au Concours de 1904.

M. le Président rappelle à nos collègues que des récompenses particulières sont attribuées aux directeurs, contremaîtres et ouvriers ayant amélioré les procédés de fabrication ou les méthodes de travail dans leurs occupations journalières. De même la Société offre des médailles d'argent aux comptables pour longs et loyaux services chez l'un des membres de la Société Industrielle.

M. le Président annonce que la séance solennelle de distribution des récompenses aura lieu le 22 janvier 1905.

Communications : M. Baillet. — Pratique de contrôle permanent de la chauffe dans les foyers industriels. —

M. Baillet présente, dans sa disposition d'ensemble, l'appareil qu'il a mis au point avec le concours de M. Dubuisson, et spécialement destiné au contrôle de la combustion dans les foyers industriels.

Cet appareil comprend : 1° un échantillonneur de fumée où s'accumulent durant chaque journée une dizaine de litres de gaz, d'une façon régulière et continue pour constituer un échantillon de la qualité moyenne de la fumée produite ; 2° un analyseur de gaz pour doser la teneur en acide carbonique, oxygène, oxyde de carbonne et même gaz explosifs. Destiné aux praticiens, cet appareil n'exige aucune connaissance chimique, quelques essais de manipulation suffisent. Il en est de même, pour les déductions à tirer des indications de l'analyse. Un tableau synoptique de calculs tout faits les présente à première vue, en partant de la connaissance, de la composition et de la température de la fumée.

M. le Président félicite M. Baillet de son ingénieuse invention et le remercie de nous la faire connaître. Elle est appelée à rendre de grands services aux industriels.

M. Swyngedauw.

La densité et l'intensité de courant les plus profitables pour le transport d'énergie à distance.

M. Swyngedauw recherche mathématiquement dans quelles conditions il faut installer une ligne électrique pour obtenir la densité et l'intensité les plus profitables, en faisant remarquer que le principal but ne doit pas être de dépenser le moins en installation première, mais de gagner le plus en service courant.

M. Swyngedauw, sans refaire les calculs, communique deux formules qu'il discute en fonction des prix de revient établis et des données de la ligne.

M. le Président remercie M. Swyngedauw des intéressants renseignements qu'il nous communique sur cette importante question.

MM. E. Muhlhoff, W. Ryding, H. Kennedy, R. Dhont, E. Nourtier, G. Nicodème, P. Yon, M. Maire, L. Thiriez fils, J. Faure, D. Agache, G. Fontaine, O. Godin, sont élus membres ordinaires à l'unanimité des membres présents.

Assemblée générale mensuelle du 22 décembre 1904.

Présidence de M. BIGO-DANEL, Président.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

Excusés.

MM. Parent, vice-président, Stiévenart, Dubuisson, Guermonprez, inscrits à l'ordre du jour, s'excusent de ne pouvoir assister à la réunion.

Correspondance

MM. Kennedy, Nourtier et Yon accusent réception de leur nomination de membres de la Société et choisissent les comités auxquels ils désirent être inscrits.

Congrès de la Tuberculose. Paris 1905.

Les délégués désignés pour représenter la Société Industrielle au Congrès de la Tuberculose tenu à Paris en 1905 sont pour le Conseil : MM. Bigo-Danel, président, Hochstetter et Dele-

BECQUE, vice-présidents ; pour le Comité du Commerce de la Banque et de l'Utilité Publique : MM. le Dr GUERMONPREZ, le colonel ARNOULD et ARQUEMBOURG.

Concours 1904.

M. LE PRÉSIDENT donne un aperçu général du concours 1904, pour lequel nous avons reçu de nombreuses inscriptions.

Séance solennelle 1905.

Les récompenses seront décernées aux lauréats de ce concours en séance solennelle, le 22 janvier 1905. Le Conseil s'est assuré le concours de M. le capitaine J. Ferrié, attaché à l'établissement Central du Matériel et de la Télégraphie militaire, qui nous fera une conférence avec expériences et projections sur les ondes hertziennes et la télégraphie sans fil.

Communications.

M. BOULEZ.

A propos des huiles qui moussent au chauffage.

M. BOULEZ communique des observations personnelles sur les causes qui font mousser certains corps gras quand on les chauffe au dessus de 100° C. Monsieur Jean, dans la Revue Jaubert, attribue à des composés sulfurés ce grave inconvénient qui constitue un danger et une dépréciation et que l'on peut faire disparaître en faisant barbotter un courant d'air chaud dans la graisse chauffée à 130°. M. BOULEZ pense que la mousse se produit avec les corps gras extraits à chaud en présence d'humidité ; l'eau alors décompose certaines substances contenues dans les corps gras, les dissout et causerait cette ébullition.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. BOULEZ de son intéressante remarque.

M. LESCŒUR.

La composition des eaux de forage des environs de Lille.

M. LESCŒUR entretient l'Assemblée des remarques qu'il a pu faire lors des sondages effectués à Saint-André pour l'hospice des Incurables, actuellement en construction. On trouve à cet endroit trois nappes d'eau de compositions différentes. La première nappe que l'on rencontre donne de l'eau potable, analogue à l'eau d'Emmerin ; la seconde nappe est à la fois alcaline et calcaire et ne semble pas avoir le moindre

contact avec celle qui précède. Aux grandes profondeurs est encore une nappe dans le carbonifère qui paraît peu abondante et aurait des tendances à se mêler à la deuxième nappe.

M. Lescœur discute la valeur de chacune de ces eaux au point de vue hygiènique, économique, industriel et alimentaire.

M. le Président remercie M. Lescœur de son intéressant communiqué.

M. Bonnin. — Locomotive à circulation d'eau Brotan. —

M. Bonnin décrit une nouvelle locomotive à circulation d'eau qu'il a eu mission d'aller examiner en Autriche pour la Compagnie du Chemin de fer du Nord.

La chaudière Brotan supprime les plaques et les entretoises de foyer qui doivent être fréquemment remplacées. Le corps cylindrique est fermé du côté foyer par une plaque tubulaire, la boîte à feu est constituée par une série de tubes en acier cintrés concentriquement au corps cylindrique, dont les extrémités s'engagent l'une dans un collecteur supérieur, l'autre dans une boîte inférieure. La conception de M. Brotan augmente considérablement la surface de chauffe, réalise ainsi une économie de combustible et évite les remplacements coûteux des plaques et entretoises.

M. le Président remercie M. Bonnin de son intéressante communication, qui nous prouve combien la Compagnie du Nord se préoccupe d'améliorer son matériel déjà si perfectionné.

M. Henneton. — Concept nouveau de la valeur énergétique des ions. —

M. Henneton, fait actuellement un travail sur la théorie des accumulateurs. Il donne les définitions préliminaires relatives à cette étude et prend en particulier l'électrolyse de l'eau.

Pour décomposer l'eau en ses éléments simples il faut une énergie étrangère (un courant électrique). Cette énergie est partiellement transformée et partiellement emmagamisée. Quant aux éléments on peut les considérer comme étant de l'hydrogène et de l'oxygène ozonisé. Ces éléments simples

peuvent être détachés ou rattachés suivant le sens du courant dans l'électrolyse.

M. Henneton cite quelques expériences qui sont les bases de son étude.

M. le Président remercie M. Henneton de sa communication qui nous fait entrevoir un travail très documenté sur les accumulateurs.

MM. J. Dubois, A. Dujardin, P. Droulers, J. Haemers, P. E. Sarasin, sont élus membres ordinaires de la Société à l'unanimité des membres présents.

DEUXIÈME PARTIE

TRAVAUX DES COMITÉS.

Procès-verbaux des Séances.

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

Séance du 17 Octobre 1904.

Présidence de M. LE CLERCQ

S'excusent de ne pas assister à la réunion MM. Messier, président, Cousin, vice-président, Cocard, membre; M. Charpentier, secrétaire, obligé de s'absenter au milieu de la séance, prie M. Le Clercq de vouloir bien prendre la présidence.

L'ordre du jour porte d'abord la présentation des mémoires pour le concours de 1904. Le Comité nomme les commissions suivantes :

MM. Charpentier, Henneton, Meynier, Swyngedauw pour l'accumulateur électrique système Dorez.

MM. Bellanger, Borrot, Le Clercq et Mouchel pour : *des causes et des effets des explosions de chaudières à vapeur et examen des moyens préventifs.*

MM. Bonet, Bonnin, Gaillet, Witz pour *Etude sur la circulation de l'eau dans les chaudières.*

MM. Bressac, Butzbach, Garnier, Pittet, pour 1° Compteur d'eau, contrôleur de l'alimentation pour les chaudières à

vapeur ; 2° Graisseur automatique et mécanique à entraînement direct pour obturateur, tiroirs, pistons des machines à vapeur.

MM. Cocard, Lemoult, Meynier pour la fabrication française d'articles en métal nickelé et argenté.

MM. Messier, Charpentier, Bellanger, Lefèvre pour l'écartographe.

MM. Neu, Paillot, Swyngedauw pour le pont à fil modifié et la table pour électrolyse.

Dans l'intérêt du concours, le Conseil d'Administration ayant manifesté le désir de lancer dorénavant les programmes de concours vers janvier, les membres du Comité sont invités à étudier le programme de l'année dernière et à présenter les modifications qu'ils ont à proposer dans la prochaine réunion.

La liste des périodiques que nous recevons à la bibliothèque est soumise au Comité qui charge MM. Messier, Cousin, Charpentier, Candelier, Paillot, Smits de proposer des modifications, s'il y a lieu.

La parole est donnée à M. Henneton sur la théorie des accumulateurs électriques.

M. Henneton montre l'utilité dans cette délicate question d'être à la fois chimiste et électricien. Il rappelle les principes fondamentaux de l'étude des accumulateurs au plomb basés sur la réaction réversible.

$$PbO^2 + Pb + 2SO^4 H^2 = 2SO^4 Pb + 2H^2O$$

Il refait rapidement la théorie de Grothus qui suppose entre les deux électrodes une chaîne des molécules de l'électrolyte dans chacune desquelles les atomes électro-positifs vont successivement rejoindre les atomes électro-négatifs de la molécule suivante cela d'une façon continue et réciproque.

M. Henneton démontre ensuite l'impossibilité de la sulfata-

tion de l'un ou l'autre des électrodes ou des deux ensemble ; il détruit de même l'hypothèse de l'oxydation de l'électrode négative.

M. le Président remercie M. Henneton de ce début d'étude qu'il le prie de vouloir bien continuer dans la prochaine séance.

Séance du 7 Novembre 1904.

Présidence de M. MESSIER, Président.

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

Outre les mémoires présentés dans la précédente séance actuellement entre les mains des commissions, le Comité a encore reçu :

La lampe électrique des mines, contruite par la Société d'Eclairage Electrique d'Arras, que MM. Charpentier, Henneton, Meynier, Swyngedauw sont chargés d'examiner.

La Tannerie par MM. Vaney et Meunier que verront MM. Boulanger, Boulez, Rogie et Franchomme.

M. le Président fait savoir que le programme de concours 1905 sera adopté définitivement dans la séance prochaine.

MM. Cormorant et Meynier proposent d'ajouter une question sur les moteurs à benzol et à naphtaline. Après discussion, le Comité ajoute au programme la question suivante :

24° bis — *Moteurs utilisant divers combustibles tels que benzol, naphtaline, etc.*

A cause de l'heure avancée, M. Henneton remet sa communication à la réunion de décembre. Il donne cependant des explications à l'appui des photographies stéréoscopiques concernant son étude microstéréographique des accumulateurs.

Séance du 8 décembre 1904.

Présidence de M. MESSIER, Président.

S'excusent de ne pouvoir assister à la réunion MM. Belanger et Cousin.

Le Comité, après examen des rapports sur les mémoires et appareils présentés à la Société pour 1904, propose de donner : une médaille de bronze à M. Lagache, pour son compteur d'eau, contrôleur de l'alimentation pour les chaudières et son graisseur automatique et mécanique à entraînement direct ;

une médaille de bronze à l'auteur du pont à fil modifié et d'une nouvelle table pour électrolyse ;

une médaille de vermeil à l'auteur des mémoires « *Des causes et des effets des explosions des chaudières à vapeur et examen des moyens préventifs* » et « *Étude sur la circulation de l'eau dans les chaudières.* »

une médaille de vermeil pour l'écartographe Bot ;

une médaille de vermeil pour la lampe portative électrique pour mines Neu-Catrice.

Quant à l'ouvrage « La Tannerie » de MM. Vaney et Meunier, le Comité transmet son avis au Conseil qui statuera sur la récompense à attribuer.

Le Comité approuve le rapport de M. Smits sur le concours de dessin industriel.

Le programme de concours 1905 est adopté définitivement.

M. Henneton rappelle en quelques mots les considérations qu'il a précédemment communiquées sur les accumulateurs électriques.

M. le Président remercie M. Henneton et l'invite à le compléter à la prochaine réunion.

ANNEXE

COMMISSION D'ÉTUDES SUR LA SURCHAUFFE.

Séance du 1er Décembre 1904.

Présidence de M. Messier, Président.

M. Charpentier s'excuse de ne pouvoir assister à la réunion.

M. le Président a réuni la Commission d'étude de la surchauffe pour le dépôt du rapport de M. Bonet, sur les essais faits aux ateliers Dujardin.

M. Bonet expose les grandes lignes de son rapport et se met à la disposition de chacun individuellement pour lui donner tous les renseignements complémentaires sur les essais effectués par l'Association. Trois tableaux résument les opérations et les résultats, qui permettent, sinon de tirer une conclusion générale, au moins de voir l'avantage dû à la surchauffe dans un cas déterminé.

M. le Président fait remarquer que, dans une machine dont les cylindres ne seraient pas munis d'enveloppes, l'économie de vapeur dans la marche en surchauffe serait sans doute plus élevée.

M. le Président remercie, au nom de la Société, l'Association des Propriétaires d'Appareils à Vapeur du Nord de la France de s'être si aimablement mis à notre disposition pour faire les essais et en particulier il adresse ses félicitations à M. Bonet pour le rapport aussi complet que précis remis à la Commission.

La Commission vote aussi des remercîments à la maison Dujardin pour l'obligeance qu'elle a mise en nous offrant son installation comme champ d'expériences, ainsi qu'à M. Buisine pour avoir bien voulu se charger des analyses de charbon.

La Commission subsistera pour examiner toutes les questions qui lui seront présentées intéressant la surchauffe.

Comité de la filature et du tissage.

Séance du 18 Octobre 1904.

Présidence de M. LEAK, président.

M. le colonel Arnould, après la lecture du procès-verbal de la dernière réunion, signale que la culture du chanvre dit de Manille n'est qu'à l'état d'essai au Tonkin, tandis qu'elle semble avoir donné d'excellents résultats en Espagne.

Le Comité prend connaissance des mémoires reçus pour le concours de 1904 et nomme les commissions suivantes :

MM. Ernest Crépy, Gaston Le Blan, Pascalin, A. Scrive-Loyer pour 1° L'installation complète des carderies d'étoupes et ventilation ; 2° l'enlèvement des duvets, simplification du pesage, suppression des causes de propagation d'incendie. système H. R. Carter.

MM. le colonel Arnould, Berthomier, G. Crépy pour le cliquet double pour le renvidage de métier self-acting, système Roth.

MM. de Bailliencourt, Dantzer, Gavelle, Miellez pour : *Le lin.*

MM. G. Crépy, Debuchy, Ed. Delesalle pour : *Formation et organisation d'une filature de coton.*

MM. le colonel Arnould, Leclerq-Mulliez, Alb. Motte pour : *La fabrication des fils de fantaisie en tous genres, fils flammes, coupés, boutons*, etc.

MM. Leak, Fockedey-Pouilier, Paul Le Blan, J. Walker pour : *Filage et retordage des brins longs végétaux.*

MM. Berthomier, Caussidière, Debuchy, Julien Thiriez fils pour : *Les Renvideurs.*

MM. le colonel Arnould, Arth. Guillemaud, Pascalin pour les examens du cours municipal de filature.

MM. Arquembourg, A. Scrive-Loyer, J. Walker, pour les examens du cours municipal de tissage.

Le Comité adresse ses félicitations à M. Albert Agache qui lui a présenté un tableau avec mise en carte à la main et regrette que ce genre de travail ne rentre pas dans le programme de concours pour pouvoir lui attribuer une récompense justement méritée.

Le programme de concours 1905 devant paraître en janvier prochain, les membres du Comité sont invités à examiner le programme de concours 1904 et à proposer dans la prochaine séance du comité les modifications qu'ils proposent.

Le Comité, après en avoir pris connaissance, ne voit pas à priori de modifications à apporter à la liste des périodiques reçus à la bibliothèque.

M. Dubuisson présente plusieurs appareils qui sont des variantes d'une nouvelle balance romaine à l'usage de l'industrie textile, pouvant s'appliquer aux pesées, au numérotage des fils et autres emplois courants.

M. Dubuisson remplace l'ancien couteau par un axe en acier qui s'appuie des deux côtés sur un secteur également en acier pouvant pivoter par son arête sur un plan d'agate ; on obtient ainsi sur un cadran gradué soit en grammes soit en numéros de fils un déplacement de l'aiguille assez grand pour permettre une lecture facile et proportionnel à la variation de poids quel que soit le poids.

M. Dubuisson a aussi apporté au pied de l'appareil des dispositions spéciales pour en vérifier aisément la verticalité et fixer la romaine à la hauteur le plus commode pour l'opérateur.

M. le Président remercie M. Dubuisson de son intéressante

communication, le félicite des ingénieux dispositifs qu'il a imaginés et le prie de présenter ses appareils à la prochaine assemblée générale.

Séance du 15 Novembrs 1904

Présidence de M. LEAK, président.

M. Pascalin s'excuse de ne pouvoir assister à la réunion

Le comité parcourt les rapports terminés sur le concours 1904 et statuera dans la prochaine séance.

Le comité examine le programme de concours pour 1905 et garde le libellé de 1904 en y ajoutant les questions :

(*F. Tissage*). — Enlèvement des poussières et ventilation des salles de gazage.

(*I. Travail de la laine*). — Appareils à métrer et plier automatiquement les toiles et tissus.

Séance du 13 décembre 1904.

Présidence de M. LÉAK, Président.

Le Comité examine les rapports du concours 1904 et propose les récompenses :

une médaille de bronze pour « *La fabrication des fils fantaisies de tous genres* ;

une médaille de bronze pour le travail sur « *les Renvideurs* » ;

une médaille d'argent à M. Roth pour son cliquet double pour renvidage de métier self-acting.

M. H. R. Carter a présenté deux mémoires sur les carderies d'étoupes et un volume sur le filage et le retordage des brins

longs végétaux. Le Comité félicite M. H. R. Carter, mais regrette que les propositions énoncées dans les mémoires n'aient pas encore reçu de sanction pratique et que le volume soit écrit en anglais, ne pouvant ainsi profiter qu'à un nombre restreint d'industriels ; néanmoins, il propose M. H. R. Carter pour une distinction spéciale qu'appréciera le Conseil d'administration.

Le programme de concours est adopté définitivement pour l'année 1905.

Comité des Arts chimiques et agronomiques.

Séance du 19 Octobre 1904.

Présidence de M. SCHMITT, Président.

Le Comité prend connaissance des mémoires présentés au concours 1904 et nomme les commissaires comme suit :

MM. J. Bernard, Buisine, Lacombe, Verbièse pour *le dosage général du sucre dans la betterave par la méthode de diffusion aqueuse instantanée et à froid à l'aide de la presse « Sans Pareille »*.

MM. Bouriez, Lemoult, Pelabon, Schmitt pour le *dosage volumétrique rapide du zinc dans les alliages contenant du cuivre*.

MM. Hochstetter, Schotsmans, Wauquier, pour *la transformation des appareils à distiller de tous systèmes continus ou discontinus en autorectificateurs*.

MM. Barrois-Brame, Dubernard, Lescœur, auxquels on joint M. F. Desprez de Cappelle, pour *essais d'acclimatation d'une nouvelle plante industrielle dans le Nord*.

MM. Corman-Vandame, Lenoble, Vandame pour *procédé de fabrication de bière de conserve sans l'emploi d'agents nuisibles ou difficilement digestifs*.

MM. Blattner, Lemaire, Schmitt pour *fabrication industrielle de l'acide chlorhydrique synthétique, chimiquement pur*.

MM. Boulez, Rolants, Schmitt pour *fabrication des vernis et enduits, mettant les locaux industriels à l'abri des végétations et moisissures*.

MM. Lemoult, Lescœur, Swyngedauw pour *application industrielle de l'alcool*.

MM. Paillot, Trannin, Witz pour *le réfractomètre comparateur pour liquides de Boubers*.

L'ouvrage intitulé *la Tannerie* par MM. Meunier et Vaney est renvoyé devant le Conseil d'administration, cet ouvrage étant déjà publié.

Pour pouvoir publier le programme de 1905 dès janvier, les membres du Comité sont priés d'examiner le programme de 1904 et de présenter leurs observations à la prochaine réunion.

MM. Boulez, Lemoult, Lescœur, Rolants, sont chargés d'adresser au Comité leurs observations sur la liste des périodiques reçus à notre bibliothèque.

M. Boulez donne lecture d'une note qu'il a rédigée sur le parfum (1).

M. Rolants entretient le Comité de l'épuration des eaux résiduaires de sucrerie ; il passe en revue les procédés que l'on a essayés : la méthode de précipitation ne peut éliminer le sucre, celle d'épandage exigerait pour être rationnelle des surfaces trop grandes de terrain ; reste l'épuration biologique, que l'on a particulièrement étudiée ces dernières années : on a tenté la fermentation anaérobie et la fermentation aérobie séparément, puis successivement, puis deux fois de suite cette dernière. D'après les récents travaux de M. Vié et de M. Rolants à la sucrerie de Pont d'Ardres, il résulte que l'on doit préconiser l'oxydation par ferments aérobies. M. Rolants détaille cette dernière manière et rapporte ses observations sur la composition des ferments et microbes observés dans les eaux de Pont d'Ardres.

M. le Président remercie M. Rolants de son intéressante étude et le prie de la faire connaître en assemblée générale.

---

(1) Cette note est reproduite in extenso à la suite du présent procès-verbal.

NOTE SUR LE PARFUM, PAR M. BOULEZ.

Ma communication a pour but de provoquer une discussion sur ce sujet et devrait plutôt s'intituler :

Qu'est-ce que le parfum ?

Le parfum est le terme qui s'applique à l'odeur que dégagent les plantes, les fleurs ou les essences qui en proviennent et en général à toute odeur qui affecte agréablement l'odorat.

Le parfum est-il une émanation volatile des corps qui le dégagent ou est-ce une énergie comparable à la lumière, la chaleur, l'électricité ou un phénomène physique comme le son ? C'est un point qui demanderait à être élucidé et sur lequel j'ai une opinion que je vous demande la permission de vous exposer, tout en sollicitant vos avis. L'intérêt qui s'y rattache n'est pas en apparence primordial, comme pour la lumière, etc, mais toutes les manifestations de la nature sont, me semble-t-il, intéressantes à éclaircir. A mon avis donc, le parfum est une énergie de la substance dont c'est la propriété, soit que la matière dégage spontanément son parfum, soit qu'il faille le concours de la chaleur, par exemple pour le dégager. C'est une énergie que certains corps possèdent d'une manière comparable à celle du radium pour les phénomènes de radio-activité. En effet, la puissance odorante de certaines espèces est telle que la quantité de substance pour parfumer est impondérable. Cette puissance même ne s'épuise pas, car le corps en l'émettant peut ne pas perdre de poids. Ce n'est donc pas comme on l'admet généralement la substance elle-même qui, transportée par l'air, vient frapper notre odorat ; mais bien des effluves énergitiques qui partent de la substance.

Cette énergie disparaît avec une altération de la matière, cela n'infirme en rien cette manière de voir, car les propriétés électriques par exemple d'un corps sont modifiées par son altération. Le parfum est souvent un phénomène biologique, une manifestation de la vie et il est très possible qu'on découvre que c'est un phénomène électrique. Le jour où l'on découvrira à quelles lois il obéit, non seulement la découverte sera intéressante, mais peut-être d'un intérêt pratique, car il peut jouer peut-être un autre rôle que celui de nous charmer et du même coup on aura peut-être trouvé le moyen de supprimer

les mauvaises odeurs qui, comme chacun sait, sont plus répandues que les bonnes

Voici sur quelles expérience se base mon opinion.

Si j'enferme sous une cloche une matière odorante et des bandes de papier par exemple, ces bandes de papier sont parfumées plus ou moins fortement et sans que le poids de la substance ait varié.

Les substances odorantes qui parfument le plus fortement sont souvent les plus fixes.

Dans le vide même remarque.

Les essences bouent à température élevée ou ne bouent pas sans décomposition.

Séance du 11 Novembre 1904.

Présidence de M. SCHMITT, Président.

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

M. Garçon écrit pour demander de nouveau la souscription de la Société Industrielle à l'*Encyclopédie universelle des Industries Tinctoriales et des Industries annexes*. Le Comité a déjà examiné la proposition et ne pense pas devoir donner un avis favorable.

M. Rogie fait remarquer qu'il est chargé d'examiner un mémoire présenté au concours et qui avait été refusé par le Comité de Chimie dans sa précédente séance. Le Comité n'a pas accepté le mémoire en question parce qu'il était signé et publié, conformément au règlement ; le Conseil d'administration a fait nommer une Commission pour lui rendre compte si les auteurs de l'ouvrage pouvaient prétendre à une récompense, comme ayant rendu des services à l'industrie.

Le Comité vote de maintenir sa décision précédente.

M. Martine, sur sa demande, est ajouté sur la liste des commissaires chargés d'examiner : *Dosage général du sucre*

dans la betterave par la méthode de diffusion aqueuse instantanée et à froid de H. Pellet à l'aide de la presse Sans Pareille.

Le Comité prend connaissance des rapports terminés sur les mémoires de concours.

Pour *La fabrication industrielle de l'acide chlorhydique synthétique, chimiquement pur,* la Commission estime que le procédé indiqué par l'auteur mériterait une très haute récompense s'il donnait industriellement de bons résultats pratiques et économiques; le mémoire ne permet pas de s'en rendre compte. On priera l'auteur de présenter pour 1905 plus de renseignements à ce sujet.

Le Comité décide de n'attribuer aucune récompense au mémoire : *Fabrication de vernis ou enduits mettant les locaux industriels à l'abri des végétations et moisissures.*

L'ordre du jour porte la révision du programme de concours 1905. Le Comité propose qu'on ajoute un chapitre concernant la photographie : MM. Decroix, Lemaire et Paillot sont chargés de présenter à la prochaine réunion le libellé des questions à insérer après « Electrochimie » et avant « Métallurgie ».

Le Comité propose pour le chapitre : « Brasserie » :

67° *Etudes de matières premières de brasserie (eau, orge, malt, levure, houblon, etc.).*

68° *Etudes des différentes opérations de brasserie.*

69° *Procédés de fabrication de bière de conserve sans l'emploi d'agents nuisibles ou difficilement digestifs.*

70° *Analyse des bières.*

71° *Utilisation de la levure de bière. — Rechercher les moyens de donner à la levure de brasserie la couleur blanche et la saveur sucrée qui caractérisent la levure de distillerie.*

Pour le chapitre « Tannerie », le Comité décide de renverser l'ordre des questions actuel :

81° *Traité de tannerie. — Cet ouvrage devrait contenir une partie s'occupant de la préparation des peaux et une autre consacrée à la tannerie proprement dite.*

82° *Etude des procédés nouveaux employés en tannerie, indiquer les avantages et les inconvénients de chaque procédé et le prix de revient.*

83° *Tannage au chrôme, aux sels d'alumine ou de fer. — Etude des procédés proposés et comparaison des résultats obtenus par ces procédés avec ceux obtenus par les procédés au tannin.*

84° *Tannage électrolytique,*

85° *Teinture des peaux. — Etude comparative des divers procédés et résultats obtenus.*

86° *Perfectionnement dans le dosage du tannin dans les matières tannantes.*

Etant donnée l'heure avancée les communications annoncées sont remises à la prochaine séance.

Séance du 9 décembre 1904.

Présidence de M. SCHMITT, Président.

Le Comité examine les rapports faits sur les mémoires présentés au Concours de 1904 et propose les récompenses suivantes :

une mention honorable pour le « *Procédé de fabrication de bière de conserve sans l'emploi d'agents nuisibles ou difficilement digestifs* ».

une médaille de bronze à M. de Boubers, pour son réfractomètre comparateur à l'usage des liquides ;

une médaille de vermeil à MM. Mastain et Delfosse, pour *le dosage général du sucre dans la betterave, par la*

méthode de diffusion aqueuse et à froid de H. Pellet, à l'aide de la presse « Sans Pareille ».

Le programme de Concours 1905 est adopté définitivement :

Une question sur l'échantillonnage a été ajoutée au chapitre A. — *Produits chimiques*, ainsi qu'un chapitre C. — *Photographie* dans le texte a été rédigé par MM. Lemaire et Paillot.

M. Boulez, à propos d'une note parue récemment de M. Jean dans la *Revue de Chimie appliquée* sur les huiles qui moussent au chauffage, rappelle les explications qui jusqu'ici ont été données de ce phénomène et fait part de ses expériences personnelles à ce sujet. M. Boulez, dit que l'on peut attribuer cette sorte d'ébullition à la présence de matières albuminoïdes qui se dissolvent dans la graisse. Il discute ensuite cette hyppthèse.

M. le Président remercie M. Boulez de son intéressante remarque et sur l'avis du Comité remet les autres communications à une réunion ultérieure.

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

Séance du 18 Octobre 1904.

Présidence de M. GUERMONPREZ, Président.

Le Comité nomme les commissions de concours 1904 :

pour les langues étrangères outre M. Kestner, organisateur des concours, MM. Blattner, Berthomier, Schmitt pour l'allemand, MM. Garnier, Leak, Messier, pour l'anglais :

MM. le colonel Arnould, P. Decroix, Ledieu-Dupaix, Vandame, pour *Monographie comptable et administrative de la brasserie coopérative* ;

MM. Ed. Faucheur, Guérin, Vanlaer pour *l'établissement des zônes franches dans les ports de commerce* ;

MM. Guermonprez, de Swarte, Caen, pour *Retraite et assurance pour la vieillesse* ;

MM. Guérin, L. Crépy, A. Faucheur, Vanlaer pour *La crise de l'industrie linière et la concurrence victorieuse de l'industrie cotonnière*, par A. Aftalion ;

Il a été présenté aussi un appareil sanitaire perfectionné pour maisons d'ouvriers, il sera répondu que le Comité demande un mémoire explicatif indiquant le progrès réalisé par l'appareil, l'examen de l'appareil en lui-même n'étant pas de son ressort.

Pour pouvoir faire paraître dès janvier prochain le programme de concours 1905, les membres du Comité sont priés de présenter dans la prochaine réunion les modifications qu'ils proposeraient au programme de 1904.

La liste des périodiques reçus à la bibliothèque est soumise au Comité qui juge opportun de n'apporter aucune suppression

aux documents que nous recevons et pouvant constituer des collections importantes.

Séance du 15 novembre 1904.

Présidence de M. GUERMONPREZ, Président.

M. Ledieu-Dupaix s'excuse de ne pouvoir assister à la réunion.

M. Wuillaume envoie une note (1) relative au travail de M. Aftalion sur « *la crise de l'industrie linière et la concurrence victorieuse de l'industrie cotonnière* », note dont il est donné lecture au Comité.

M. Bocquet, à propos de la même question, remet au Comité deux volumes : *Examen critique du rapport d'enquête du docteur Glibert* (1902) *sur l'hygiène dans les filatures de lin* », par MM. Morel de Boucle Saint-Denis et Christophe.

---

(1) *L'hygiène dans les filatures de lin.* — Dans le dernier numéro de la circulaire du marché linier, nous avons reproduit le passage de l'ouvrage de M. Aftalion, professeur à la Faculté de droit à Lille (La crise de l'industrie linière) relatif à l'insalubrité du travail dans la filature de lin et dans lequel l'auteur basait ses critiques sur l'enquête faite par M. le docteur Glibert sur l'hygiène du travail dans la filature de lin. A ce propos un groupe de filateurs belges nous envoie la rectification suivante : Le rapport Glibert a été péremptoirement réfuté, paragraphe par paragraphe, dans une brochure élaborée par MM. Morel, filateur de lin et Chritsophe, avocat. Ce travail a été édité par la maison F. et R. Buyck frères, à Gand, où on peut se le procurer. A une des réunions du Conseil supérieur du travail à Bruxelles, la question de l'hygiène dans les filatures de lin a été discutée et le rapport présenté par l'un des membres les plus autorisés de l'industrie de la filature de lin, rapport réfutant les assertions erronées de l'enquête Glibert, n'a pas rencontré de contradicteurs, malgré la présence d'un membre éminent du parti socialiste, très versé dans les questions sociales et économiques. Nous en concluons, que la soi-disant nocivité du travail dans les filatures de lin n'existe pas, ou a été singulièrement exagérée par l'enquête Glibert, dont les affirmations ont été victorieusement réfutées dans les diverses répliques auxquelles cette enquête a donné lieu.

« *Réplique des auteurs de l'examen critique du rapport d'enquête du docteur Glibert* (1902) *sur l'hygiène dans les filatures de lin à la réponse adressée par M. le docteur Glibert* (1903), *à M. le Ministre de l'Industrie et du Travail* ».

Le Comité décide de communiquer ces documents à la commission chargée d'examiner l'ouvrage de M. Aftalion.

Le Comité charge la même Commission d'examiner « *Considérations hygiéniques sur la filature de laine* », par M. le Dr Vermersch.

MM. le colonel Arnould et Bocquet signalent la tendance actuelle très dangereuse de combattre trop brutalement les conditions hygiéniques de l'industrie.

Le Comité a reçu de l'Association des Industriels du Nord de la France une demande d'examen du nouveau projet de loi concernant l'affichage dans les usines de l'emploi du temps des ouvriers. M. Bocquet met les membres présents au courant de la question. Le Comité le prie de préparer un rapport pour la prochaine séance.

Le Conseil d'administration a chargé le Comité de désigner ses délégués au Congrès international de la Tuberculose, à Paris 1905. Le Comité nomme à l'unanimité :

MM. le docteur Guermonprez ;
le colonel Arnoucd ;
Arquembourg.

MM. Schmitt et Berthomier qui avaient été nommés commissaires du concours de langues étrangères se récusent ; la proposition de désigner MM. Freyberg, Muhlhoff et Ryding est approuvée à l'unanité.

Dans le concours 1905, le Comité ajoute dans la section I ;

Du warrant agricole.. — Etudier le warrant agricole tel qu'il résulte des lois actuelles ; voir comment il peut être

utilisé par les agriculteurs. Ses avantages, ses inconvénients. Modifications désirables : 1° au point de vue des formalités à remplir, en respectant les droits du prêteur ; 2° au point de vue des frais. Avantages de l'emploi de magasins communs, analogues aux « elevators » américains. Rôle des coopératives de crédit dans l'établissement de ces magasins et dans la négociation des warrants.

Le Comité supprime la question 6°, de la section II, relative à la réglementation des heures de travail, question qui n'est plus d'actualité.

M. le Dr Guermonprez vient de faire en Angleterre deux voyages consécutifs, l'un individuel sous les auspices de M. Bigo-Danel, qui l'avait présenté à M. l'Ambassadeur de France à Londres, et de M. J. Walker, qui l'avait adressé à l'Architecte en chef des hôpitaux, le second, avec un groupe du corps médical français. M. le Dr Guermonprez adresse d'abord des remerciements à MM. Bigo-Danel et Walker, de leurs aimables recommandations qui lui ont été très utiles et donne ensuite un aperçu au Comité de ses visites dans les établissements hospitaliers britanniques. Ces derniers sont de deux sortes : ceux qui sont entretenus par les donations volontaires, ceux qui relèvent de l'Etat. Au début, ils avaient des buts différents, actuellement on paraît tendre à une lutte entre ces deux genres d'hôpitaux, lutte intéressante et émulatrice, mais dont on ne peut discerner l'issue.

M. le Dr Guermonprez présente une bibliographie très complète à l'appui de son intéressante communication, que le Comité le prie de développer en assemblée générale.

Séance du 13 décembre 1904.

Présidence de M. GUERMONPREZ, President.

S'excusent de ne pouvoir assister à la réunion MM. FAUCHEUR, GUÉRIN, G. VANDAME.

M. LE PRÉSIDENT présente un travail qui nous a été envoyé par M. le Dr Fichaux, lauréat 1903, relatif à la dépuration biologique en fosse septique des liquides résiduaires organiques, appliquée aux cabinets d'aisance, citernes rurales à engrais, égouts et établissements industriels. M. LE PRÉSIDENT signale les données essentielles indiquées par l'auteur et notamment les dispositions de la fosse Mouras (1).

M. LE PRÉSIDENT donne lecture d'une lettre de notre collègue, M. MEUNIER, qui, « *au nom du Conseil d'administration* » *de la Compagnie l'Union Générale du Nord, offre un* » *prix de cent francs à l'auteur d'un travail sur les moyens* » *pratiques à employer pour empêcher la combustion* » *spontanée des charbons, tant sur le carreau de la fosse* » *que dans les cours des usines à gaz ou autres établisse-* » *ments industriels, si elle se produisait, l'arrêter et en* » *paralyser les effets, de manière à restreindre et même*

---

(1) La fosse Mouras doit avoir :

1° Une *surface* déterminée par le 10e du nombre des personnes qui doivent s'en servir : soit pour 15 à 20 personnes une surface de $20 \times 0,1 = 2^{mq}$.

Pour 40 à 45 personnes : $45 \times 0,1 = 4^{mq},50$.

2° Une *profondeur* au-dessous du trop plein, de 1^m, quelque soit le nombre des personnes, si la fosse ne doit contenir que de l'eau et des excreta. Mais en raison des corps étrangers qui y sont inévitablement jetés, Mouras fait ajouter une longueur déterminée par le nombre des personnes multiplié par le coëfficient 0,02.

Soit pour 20 personnes : $1^m + 20 \times 0,02 = 1^m,40$.

3° Le *tuyau adducteur* doit plonger de $0^m,18$ dans l'eau.

4° Le *tuyau abducteur* doit pareillement plonger dans l'eau.

Ces tuyaux doivent être en poterie.

» *rendre nul le dommage qui pourrait en être la consé-*
» *quence.* »

M. le Président au nom du Comité remercie M. Meunier, ainsi les membres du Conseil d'administration de l'Union Générale du Nord, et félicite cette Compagnie de son initiative pour la recherche des moyens préventifs.

Le Comité approuve le rapport de M. Kestner, sur le concours de langues étrangères 1904 et vote des remercîments à MM. les Commissaires Kestner, Blattner, Freyberg, Garnier, Leak, Muhlhoff et Ryding, qui ont bien voulu se charger de son organisation.

Le Comité statue sur les mémoires qui lui ont été présentés au concours 1904, et propose une médaille d'argent pour l'auteur de la « *Monographie comptable et administrative* » *de la brasserie coopérative.* »

Le Comité approuve définitivement le programme du concours pour 1905.

TROISIÈME PARTIE.

TRAVAUX DES MEMBRES

L'IMPOT SUR LE REVENU

EN ANGLETERRE ET EN PRUSSE

Par Maurice VANLAER.

Puisque la question de l'impôt sur le revenu est posée en France, il est naturel que l'attention soit portée sur les applications que l'impôt sur le revenu a pu recevoir à l'étranger, notamment dans les deux grands pays voisins, l'Angleterre et la Prusse. Quels sont, du moins dans leurs grandes lignes, les deux systèmes de l'*Income-tax* anglais, et de l'*Einkommensteuer* prussien, c'est ce que nous nous proposons d'exposer.

I. — L'INCOME-TAX EN ANGLETERRE (1).

Ce qui caractérise le système anglais, c'est qu'il est un impôt « réel » et non personnel ; c'est qu'il est un impôt sur « les » revenus et non pas sur « le » revenu.

L'impôt personnel est celui qui est basé sur le revenu global du contribuable, dans lequel le contribuable est visé directement en proportion de la somme totale de revenus qu'il possède. L'impôt réel au contraire celui qui est basé sur les diverses sources de revenus,

(1) Cf. un excellent exposé du système anglais, publié par M. Ed. Van der Smissen, professeur à l'Université de Liège, sous le titre : « *L'impôt sur le revenu selon le système de l'income-tax*, (Bruxelles, Falk, 1904),

terre, maisons, valeurs mobilières, professions ; dans lequel la personne du contribuable n'est pas directement visée, mais seulement les différentes catégories de revenus qu'il possède. Tel est bien le caractère de « l'income-tax », à tel point qu'on a pu dire que ce n'est nullement un impôt unique, mais une collection d'impôts sensiblement analogue à celle qui fonctionne en France sous le nom des « quatre grandes contributions ».

Par sa division en cinq cédules, qui sont cataloguées par les cinq premières lettres de l'alphabet, « l'income-tax » anglais nous apparaît à première vue comme constituant cinq impôts tout à fait différents, réglés chacun par des procédés spéciaux, n'ayant les uns avec les autres aucun point de contact.

La cédule A vise les revenus de la propriété immobilière : c'est notre impôt foncier.

La valeur imposable est la valeur locative annuelle, déduction faite d'un huitième pour les terres, d'un sixième pour les maisons.

Contrairement à ce qui se passe chez nous, c'est l'occupant qui est passible de l'impôt, et non pas le propriétaire. Le revenu s'établit par la déclaration de l'occupant, qui fait connaître le loyer par lui payé s'il n'est pas propriétaire, ou qui donne son évaluation s'il est propriétaire. Le fisc a, bien entendu, le droit de contrôler l'exactitude de la déclaration.

La cédule B atteint les bénéfices de l'exploitation agricole. On ne trouve rien d'analogue en France, puisque la profession de cultivateur n'est pas imposée à la patente.

L'assiette de la cédule B est des plus simples. Le bénéfice de l'exploitation agricole est censé s'élever au tiers du fermage, — chiffre connu par la déclaration fournie pour le paiement de la cédule A.

La cédule C atteint le revenu des valeurs mobilières, ou plus exactement le revenu de certaines valeurs mobilières, (dettes de l'État britannique ou garanties par l'État britannique, dettes coloniales,

dettes des pays étrangers, annuités consolidées de la métropole, dettes des municipalités). Les autres valeurs mobilières sont rangées dans la cédule D.

La perception de cet impôt se fait exactement de la même manière que celle de notre impôt sur les valeurs mobilières, c'est-à-dire par une retenue sur les coupons payés aux porteurs de titres.

La cédule E atteint les traitements et pensions payés aux fonctionnaires de l'État, aux employés des administrations publiques, aux employés des sociétés anonymes.

La perception de l'impôt est faite par une retenue sur les traitements, lorsque ceux-ci sont payés par l'État ou des administrations publiques. Elle est basée, pour tous les autres traitements, sur la déclaration faite par l'employé, confirmée par une déclaration de la société qui fournit l'emploi.

La cédule D, que nous avons réservée pour la fin, est applicable à tous les revenus qui ne sont pas visés par une des quatre autres cédules. Elle atteint principalement trois catégories de revenus : le revenu des valeurs mobilières non comprises dans la cédule C, les traitements et pensions non compris dans la cédule E, enfin et surtout les revenus professionnels, industriels et commerciaux.

Pour le revenu des valeurs mobilières, la perception de l'impôt se fait de la même façon qu'à la cédule C, c'est-à-dire par une retenue sur les coupons payés aux porteurs de titres. Pour les deux autres catégories, elle est basée sur une déclaration faite par le contribuable aux agents du fisc.

L'importance des diverses cédules est mesurée par l'importance des revenus imposables dans chacune d'elles, qu'indique le tableau ci après ; pour l'année fiscale 1900-1901 :

Cédule	A	170.704.000	liv. st.
»	B	17.596.000	»
»	C	41.300.000	»
»	D	468.000.000	»
»	E	75.000.000	»

La cédule D, qui est, on le voit par ces chiffres, de beaucoup la plus importante, comprend pour 200 millions environ de liv. st. de revenus professionnels et pour 268 millions de liv. st. de revenus de valeurs mobilières.

En additionnant les revenus de la cédule A et ceux de la cédule C avec la part de la cédule D, qui correspond aux revenus des valeurs mobilières, on arrive à un total de 480 millions de liv. st. soit environ 12 milllards de francs, représentant le revenu du capital. D'autre part, les revenus de la cédule B et ceux de la cédule E venant s'ajouter aux revenus professionnels de la cédule D donnent un total de 292 millions de livr. st., ou en francs 7 milliards 300 millions, représentant le revenu du travail.

Comparons maintenant la situation du contribuable anglais frappé de « l'income-tax » et celle du contribuable français ; nous constaterons qu'il n'y apparaît pas de différences très sensibles.

L'impôt foncier se présente à peu près de la même façon. Il est basé en Angleterre sur la déclaration du contribuable, vérifiée par le fisc ; il est basé en France sur l'évaluation du fisc, revisable sur la réclamation du contribuable. Etant donné que les éléments d'appréciation, quand il s'agit de l'impôt foncier, sont nettement déterminés et relativement fixes, cela revient à peu près au même.

L'impôt sur le revenu des valeurs mobilières est identique dans le système anglais et dans le système français. Dans l'un comne dans l'autre, c'est par une retenue sur le coupon que s'effectue le paiement de l'impôt.

La différence est au contraire importante, en ce qui concerne l'impôt sur le revenu professionnel . En France, la patente est basée sur l'importance apparente de l'entreprise industrielle et commerciale, et non pas sur les bénéfices réellement réalisés. En Angleterre, l'impôt sur le revenu professionnel est basé sur les bénéfices réalisés, dont le chiffre s'établit par la déclaration du contribuable. Le système français a l'avantage d'éviter toute intrusion des agents fiscaux.

dans un domaine où il est généralement préférable que règne le mystère.

Mais sans méconnaître l'importance de la différence que nous venons de signaler, ce qu'il importe surtout de remarquer, c'est que pas plus en Angleterre qu'en France, le contribuable n'est obligé de faire connaître à qui que ce soit le revenu total dont il dispose. Une partie de sa fortune reste toujours ignorée du fisc, ce sont les valeurs mobilières qu'il a en sa possession, et qui ne font l'objet d'aucune déclaration.

Ajoutons, — à l'avantage du contribuable anglais, — que, lorsqu'il a supporté les taxes que nous venons d'énumérer, sur ses terres et maisons, sus ses titres, ou sur ses bénéfices industriels, il est quitte avec le fisc ; « l'income-tax » n'est pas un impôt de superposition. En France, au contraire, nous supportons l'impôt foncier comme propriétaire, l'impôt sur le revenu des valeurs mobilières comme capitalistes, la patente comme industriel ou commerçant ; et lorsque nous avons ainsi payé les différentes taxes correspondant aux diverses sources de notre revenu, on nous impose encore deux contributions, la mobilière et les portes et fenêtres, qui sont censées atteindre l'ensemble de nos revenus. L'impôt qui serait établi, sous le nom « d'impôt sur le revenu », en remplacement de ces deux contributions, serait bien un impôt de superposition, puisqu'il frapperait les revenus déjà atteints par les trois autres.

Jusqu'à présent, les diverses cédules qui constituent « l'income-tax » nous sont apparues comme tout à fait séparées et indépendantes les unes des autres. Il nous reste à indiquer quel lien commun les réunit.

L'unité du système résulte en premier lieu de ce que le taux de l'impôt est le même pour toutes les cédules. Si le taux de l'impôt est fixé par exemple à 4 pour cent du revenu, les revenus fonciers atteints par la cédule A, les revenus mobiliers de la cédule C, les

revenus professionnels de la cédule D seront tous frappés jusqu'à concurrence de 4 pour cent.

Mais l'unité du système résulte en second lieu du droit qu'a le contribuable anglais de demander, qu'au lieu d'être perçu par catégories de revenus, l'impôt soit assis sur son revenu total ; qu'en ce qui le concerne, « l'income-tax » cesse d'être l'impôt multiple et réel sur les revenus que nous avons décrit pour devenir l'impôt personnel et global sur le revenu.

« C'est une faculté pour le contribuable ». Comment, dira-t-on, lui viendra-t-il à l'esprit d'en faire usage ? C'est qu'il y a intérêt, si son revenu ne dépasse pas un certain chiffre. Le législateur anglais a, en effet, voulu faire de l' « income-tax » un impôt dégressif. Pour arriver à ce résultat, il déclare exempts d'impôts les revenus inférieurs à 4.000 francs, et réduit dans une proportion variable l'impôt à payer par les revenus compris entre 4.000 et 17.500 francs.

Le tarif actuellement en vigueur est le suivant :

Les revenus ne dépassant pas 160 livres (4.000 francs) sont totalement exemptés de l'impôt.

Les revenus de 160 à 400 livres (4.000 à 10.000 francs) bénéficient d'une déduction de 160 livres (4.000 francs).

Les revenus de 400 à 500 livres (10.000 à 12.560 francs) bénéficient d'une déduction de 150 livres (3.750 francs).

Les revenus de 500 à 600 livres (12.500 à 15.000 francs) bénéficient d'une déduction de 120 livres (3.000 francs).

Les revenus de 600 à 700 livres (15.000 à 17.500 francs) bénéficient d'une déduction de 70 livres (1.750 francs).

Au dessus de 700 livres, l'impôt est proportionnel au revenu sans aucune déduction.

Soit donc un contribuable ayant un traitement de 3.000 francs et un revenu mobilier de 900 francs. L'administration publique lui retiendra sur son traitement l' « income-tax » ; le banquier qui lui négocie ses coupons prélèvera, sur ces coupons, la part de l'impôt.

Pour obtenir le remboursement de ces retenues, le contribuable n'aura qu'à apporter la preuve que son revenu total n'atteint pas 4.000 francs, On s'explique ainsi qu'il ait intérêt à faire la déclaration de son revenu global, qui lui fournira cette preuve.

Aura également intérêt à faire la déclaration de son revenu global, le contribuable qui toucherait un traitement de 6.000 francs et posséderait un revenu mobilier de 2.000 francs. Ayant payé l'impôt sur un revenu de 8.000 francs, il pourra demander le bénéfice d'une déduction de 4.000 francs sur ce chiffre, et aura droit au remboursement de la moitié de ce qu'il a payé d'impôt.

L'importance des déductions ou exemptions totales est considérable. En 1901-1902, les revenus imposables étant de 867 millions de liv. st., le chiffre des revenus exemptés en totalité s'est élevé à 45 millions de liv. st., et les défalcations par application du tarif aux revenus compris entre 160 et 700 livres ont atteint près de 100 millions de liv. sterl.

L'income-tax fonctionne en Angleterre, sous sa forme actuelle et, sauf quelques modifications de détail, depuis plus d'un demi siècle. Est-ce à dire qu'on le trouve parfait, et que les contribuables notamment ne se plaignent pas de son existence? Ce serait assurément trop demander. « S'il est vrai, écrivait en 1890 un auteur, qu'un bon système de taxation consiste dans l'art de plumer une oie sans la faire crier, l'income-tax ne peut guère être citée parmi les bons impôts » (1).

Mais il n'y a pas de bons impôts, — au regard du contribuable — sauf ceux dont il ne s'aperçoit pas. Au point de vue fiscal, ce qui caractérise le fonctionnement de l'income-tax, lorsqu'on l'envisage dans des résultats, c'est sa très grande souplesse, L'income-tax, est l'élément élastique du budget, celui que l'on modifie au gré des

(1) Cité par M. Jules Roche dans un article sur l'impôt sur le revenu à l'étranger (*Revue des Deux Mondes* du 15 janvier 1905.

événements pour obtenir l'équilibre des dépenses et des recettes. « S'il arrive, dit un auteur, que les revenus soient insuffisants pour faire face aux dépenses gouvernementales prévues, on y pourvoit en ajoutant un penny à l'income-tax. Si les revenus fournissent des excédents, on peut éviter au pays une charge qui n'est pas indispensable et l'accumulation inopportune des fonds de trésorerie en dégrevant l'income-tax d'un penny. La taxe a prouvé fréquemment qu'à ce point de vue elle est une ressource précieuse, grâce à laquelle le chancelier de l'Echiquier s'est tiré d'affaire aussi bien lorsqu'il entrevoyait le déficit que lorsqu'il se trouvait dans le cas le plus agréable de prévoir un excédent de recettes ».

Comparons par exemple les deux budgets 1898-1899 et 1901-1902, le premier n'ayant eu à faire face qu'aux dépenses ordinaires du Royaume, le second ayant eu à subir l'aggravation de charges résultant de la guerre du Transvaal. Le tableau des recettes fiscales se monte pour le budget 1898-1899 à 89 millions de livres (2.225.000.000 de francs) sur lesquels l'income-tax figure pour 18 millions de livres (450 millions de francs) et le reste pour 71 millions de livres (1.775.000.000 francs). En 1901-1902, les recettes fiscales s'élèvent à près de 122 millions de livres (3 milliards de francs), soit une augmentation de 775 millions de francs ou 33 millions de livres. Le montant de l'income-tax atteint près de 35 millions de livres (875 millions de francs), soit une augmentation de près de 100 pour cent par rapport au budget de paix. Les autres impôts ne s'accroissent ensemble que de 16 millions de livres, soit une augmentation de moins de 25 pour cent.

Cette élasticité de l'income-tax est la meilleure preuve de son bon fonctionnement. A quoi tient son succès ?

D'abord à ce qu'il n'est pas trop élevé. Ainsi que nous venons de le dire, l'income-tax dans le dernier budget qui a précédé la guerre du Transvaal procurait à l'État 450 millions de francs. En y ajoutant le produit de deux autres impôts directs qui sont un legs du passé, on arrive à 500 millions. Cela représente un peu plus de 3 pour cent pour les revenus supérieurs à 17.500 francs, et, en

tenant compte de la déduction pour les revenus inférieurs à 17.500 fr., un taux qui descend très vite puisqu'il n'est plus de 1.2 pour cent si l'on envisage un revenu de 10.000 francs, et de 0,80 pour cent, si l'on envisage un revenu de 5.000 francs. — En France, la part de l'État dans les impôts directs dépasse 600 millions, et il n'est pas douteux que la fortune publique soit beaucoup moins considérable et beaucoup plus décentralisée en France qu'en Angleterre.

L'income-tax doit aussi une grande part de son succès à la pratique de ce qu'on appelle, dans la langue fiscale anglaise, le *stoppage*. Le législateur de l'income-tax, par une connaissance très juste de la psychologie du contribuable, a compris qu'il fallait autant que possible saisir le revenu à sa source, et en distraire la part du fisc avant même qu'elle arrive entre les mains du bénéficiaire. Le contribuable, mis en possession de ses revenus, trouve très dur qu'on lui en réclame une partie ; il supporte bien plus aisément qu'on retienne, sur la somme qu'on lui remet, ce qui revient au Trésor. De là, la pratique du *stoppage* ou retenue. L'impôt sur les loyers est saisi entre les mains du locataire, qui doit déduire ce qu'il a payé au fisc du loyer qu'il verse à son propriétaire. L'impôt sur les valeurs mobilières est prélevé par les banques qui font le service des coupons. L'impôt sur les traitements est payé et retenu par la société ou l'office public qui doit le traitement.

« Ce qui fait qu'on peut recueillir aussi facilement d'aussi grosses sommes, disait en 1894 le chancelier de l'Echiquier, sir William Harcourt, c'est que la masse en est saisie à la source même et sur des personnes qui n'en sont pas affectées en dernier ressort. Dans la plupart des cas, au moins pour les trois quarts, la perception se fait automatiquement. Les facultés des contribuables ne sont soumises à aucune inquisition ; l'on ne demande à voir ni le journal ni le livre de caisse. La plupart du temps la taxe est distraite du revenu avant qu'il parvienne à l'intéressé, et bien des gens restent dans une heureuse ignorance de l'income-tax qu'ils paient. »

Enfin, et même dans les cas où le *stoppage* n'étant pas possible, l'impôt est déterminé par les déclarations du contribuable lui-même,

la législation est très libérale, et l'esprit dans lequel la législation est appliquée ne ressemble en rien à celui qui anime certaines administrations fiscales du continent pour lesquelles tout contribuable est présumé fraudeur. « Bien qu'ils jouissent d'un pouvoir discrétionnaire qui, en tout autre pays que l'Angleterre, semblerait monstrueux et serait la source de graves abus, écrit M. Ed. Van der Smissen, les commissaires de l'income-tax n'exercent qu'une action en somme bénigne ». On va même jusqu'à considérer, comme faisant partie intégrante du système, les « atténuations » que se permettent les contribuables dans la déclaration du revenu professionnel, et que tolèrent les officiers fiscaux, parce qu'elles sont un moyen indirect de faire porter moins lourdement l'impôt sur les revenus du travail que sur les revenus du capital.

L'exemple de nos voisins d'Outre-Manche ne pourrait donc être invoqué, à l'appui de l'impôt sur le revenu, que si l'on consentait à l'imiter aux différents points de vue que nous venons de signaler ; modération des taxes, pratique du *stoppage*, libéralisme et impartialité dans l'application. Encore convient-il de ne pas oublier, suivant le mot de M. Jules Roche, que « rien n'est plus différent de notre organisme économique, politique et social, que l'organisme anglais » (1).

II. — L'EINKOMMENSTEUER EN PRUSSE

Si l'« income-tax » anglais peut être considéré, dans une certaine mesure, comme un instrument fiscal pratique, souple, respectueux des libertés individuelles, peu différent d'ailleurs à tout prendre de notre système français, — il n'en est pas de même de l'impôt sur le revenu qui fonctionne en Prusse, sous le nom d'*Einkommensteuer*.

Ce n'est pas, qu'on le remarque bien, une taxe d'empire, mais un impôt d'État. Il alimente le budget de la Prusse, et non pas celui de

(1) *Revue des Deux Mondes* du 15 janvier 1905

l'empire allemand. Il frappe seulement les Prussiens, c'est-à-dire les plus soumis, les plus acquis au « caporalisme » de tous les Allemands. Cela n'empêche pas qu'il soulève de très vives réclamations.

C'est la loi du 24 juin 1891 qui règle les conditions de l'impôt prussien.

Aux termes de cette loi, l'impôt est dû par toute personne, physique ou morale, ayant un domicile en Prusse, ou y résidant depuis plus d'une année, ou y exerçant une profession, ou y ayant des propriétés foncières.

La base de l'impôt est le revenu : mot par lequel il faut entendre, d'après la loi prussienne, « l'ensemble des recettes annuelles du contribuable, en argent et en valeurs de toute espèce, provenant de capitaux, de propriétés foncières (y compris celle occupée par le contribuable propriétaire de sa maison), d'entreprises commerciales et industrielles, de professions lucratives », — à l'exclusion « des recettes extraordinaires, héritages, donations, assurances sur la vie, ventes de terre n'ayant pas le caractère de spéculation ».

Du revenu brut ainsi constitué, le contribuable est autorisé à déduire : les dépenses de perception, les impôts, l'amortissement des immeubles, les primes d'assurance, les dettes personnelles, pour arriver à un chiffre de revenu net, base imposable.

Le taux de l'impôt varie suivant l'importance du revenu. Il s'élève au maximum à 4 % du revenu net imposable. Il est établi suivant une échelle progressive, qui comporte trois grandes divisions.

La première partie du tarif s'applique aux revenus supérieurs à 900 marks et ne dépassant pas 10.500 marks (1.125 à 13.125 fr.). L'impôt minimum dans cette catégorie est de 6 marks ; l'impôt maximum est de 300 marks. L'importance de la progression peut se mesurer par les deux extrêmes : pour dix fois plus de revenus, le contribuable paie cinquante fois plus d'impôt.

Dans la seconde catégorie, sont compris les revenus supérieurs à

10.500 marks (13.125 francs) et ne dépassant pas 100.000 marks (125.000 francs). L'impôt minimum, dans cette catégorie, est de 300 marks, l'impôt maximum de 3.900 marks. L'importance de la progression, mesurée par les deux extrêmes, est beaucoup moindre que dans la première catégorie ; pour dix fois plus de revenu, le contribuable paie treize fois plus d'impôt.

Enfin, la troisième catégorie comprend les revenus supérieurs à 100.000 marks. Ici, il n'y a plus de progression. Le tarif est uniformément calculé sur la base de 4 %.

Les revenus inférieurs à 900 marks (1.125 francs) ne sont pas compris dans ce tarif ; ils sont, en effet, déclarés par la loi exempts de l'impôt.

Le mécanisme de perception de l'impôt, tel que nous le trouvons décrit dans la loi du 24 juin 1891, est trop compliqué pour que nous puissions l'exposer, dans tous ses détails. En voici, du moins, les grandes lignes :

Pour les revenus inférieurs à 3.000 marks (3.750 francs), l'évaluation est faite d'office par l'administration. Pour les revenus supérieurs à cette même somme, la perception de l'impôt repose sur une déclaration imposée au contribuable.

Cette déclaration doit faire connaître, non seulement le chiffre total du revenu, mais les différentes catégories dont il se compose. Le contribuable qui se refuse à la faire est passible d'une amende qui est égale au quart de l'impôt par lui dû. La déclaration se termine par une formule solennelle, affirmant qu'elle a été faite en connaissance de cause et avec une parfaite conscience (nach bestem wissen und gewissen). Connaissance de cause et conscience sont d'ailleurs garanties par des dispositions pénales très sévères : amende de 4 à 10 fois la somme soustraite à l'impôt en cas de mauvaise foi, amende de 20 à 100 marks si la dissimulation a été faite sans intention de se soustraire à l'impôt.

Si ardemment désireux que soit le fisc d'obtenir des déclarations

exactes, il ne se considère nullement comme lié par les déclarations qui lui sont faites.

« La Commission de l'assiette, dit un article de la loi, soumet à un examen minutieux les déclarations. Si une déclaration est contestée, il doit en être donné connaissance au contribuable, avec communication des motifs, et celui-ci est invité à fournir ses observations dans le délai de deux semaines. La Commission est autorisée à provoquer la comparution de témoins ou d'experts et à faire toutes autres recherches nécessaires pour administrer la preuve des faits. « Les personnes citées ne peuvent se refuser à fournir les renseigne- » ments », sauf les cas où le code de procédure civile autorise le refus de témoignage (cas de secret professionel). Si, après cette enquête, il subsiste encore des doutes sur l'exactitude de la déclaration, « la Commission n'est pas, pour l'évaluation du revenu, liée » par les indications du contribuable ».

C'est l'Administration, on le voit, qui a toujours le dernier mot, sans qu'il soit possible d'échapper à l'arbitraire, puisqu'il suffit d'un simple doute pour qu'on ne tienne aucun compte de la déclaration du contribuable.

Comment le fisc prussien, d'une part, comment, d'autre part, les sujets du roi de Prusse, se trouvent-ils de cette législation ?

Le fisc se réjouit de voir que le produit de l'impôt va chaque jour en augmentant. Il s'élevait, en 1892, à 124 millions de marks ; il atteint dix ans plus tard, 186 millions de marks, soit une augmentation de 40 %. Remarquons cependant qu'avec ce chiffre de 186 millions de marks ou 232 millions de francs, nous sommes encore très loin de 600 millions que produisent à l'Etat français ses vieux impôts directs, — plus loin que ne le comportent la différence de population (34 millions d'habitants en Prusse) et la différence de richesse.

Mais cette production croissante n'est réalisée que grâce à la

brutalité du fisc prussien, et ce qui fait la joie du fisc fait au contraire la terreur des contribuables.

Ce qui démontre l'activité fiscale, c'est l'accroissement qui se constate dans le nombre des personnes imposées. Il n'y en avait que 2.437.000 en 1892 ; il y en a 3.649.000 en 1901, soit une augmentation de cinquante pour cent. Personne ne croira que le nombre des possesseurs d'un revenu de 900 marks s'est modifié, en dix ans, dans une telle proportion. Ce sont les investigations du fisc qui se sont perfectionnées. A tort ou à raison, les contribuables atteints par ces recherches plus actives ne sont pas contents, et un haut personnage prussien a pu croire que « si les socialistes ont fait si facilement des recrues dans les classes moyennes, il faut en chercher certainement en partie les causes dans le mécontentement qui résulte des institutions fiscales ».

L'auteur auquel nous empruntons cette critique est le président de la section du tribunal supérieur administratif qui juge en dernier ressort les réclamations en matière fiscale. Il a publié plusieurs ouvrages dans lesquels il met à profit l'expérience qu'il a acquise en jugeant les conflits entre le fisc et les contribuables, pour adresser de vives critiques à l'impôt sur le revenu prussien (1). Nous venons de signaler une des critiques. Il y en a d'autres.

Le fisc ne se contente pas de veiller à ce qu'aucun revenu ne lui échappe, — ce qui, d'ailleurs, rentre tout à fait dans son rôle. Pour les revenus plus importants qui font l'objet d'une déclaration, il se montre, vis-à-vis des affirmations des contribuables, d'un scepticisme exagéré. Sur trois déclarations, il y en a une qui est contestée par l'administration fiscale ! Les Commissions de taxation donnent raison au fisc contre le contribuable, et il faut bien croire qu'elles forcent la note, puisque, sur 250.000 appels présentés en 1900 par les contribuables devant la juridiction supérieure, 202.000, soit les quatre cinquièmes, ont été reconnus fondés. Ce chiffre de

---

(1) Cf. l'*Economiste français* (septembre 1903).

250.000 réclamations (pour 3 millions et demi de contribuables) peut nous apparaître comme d'autant plus élevé que, d'après l'auteur déjà cité, beaucoup redoutent d'avoir des démêlés avec l'administration, qui ne se gêne pas pour exercer des représailles, et préfèrent ne pas se défendre.

Une autre critique faite à l'application de l'impôt sur le revenu en Prusse, c'est qu'elle livre à l'indiscrétion publique les secrets des particuliers. Sans doute, la loi exige que tous les membres des Commissions « qu'ils promettent au président, en lui touchant la main en guise de serment, qu'ils procéderont en leur âme et conscience, et qu'ils garderont le secret le plus absolu sur les opérations, ainsi que sur la situation des contribuables ». Mais il y a trop de gens qui sont dans le secret, pour que le secret soit gardé ; et, dès les premiers jours d'application de la loi, un député a pu affirmer devant le Landtag « que la loi était manifestement transgressée, que les listes des évaluations étaient en circulation... »

Bref, l'expérience faite en Prusse de l'impôt sur le revenu, dans une nation habituée cependant à sentir la main lourde de l'Etat peser sur toute sa vie, est loin d'être satisfaisante. Que serait l'institution transplantée en France ? De quelles luttes violentes se compliquerait, dans notre pays, ce débat entre les deux ennemis traditionnels, le fisc et l'assujetti ? Quels marchandages et quelles injustices y introduirait la politique, que nous voyons aujourd'hui se mêler à tout ? Quelles graves conséquences pourraient entraîner les indiscrétions commises ? C'est ce que nous pouvons facilement nous figurer, — et que nous espérons ne pas apprendre par expérience.

OBTENTION DE LA GLYCÉRINE DANS L'INDUSTRIE

Par M. V. BOULEZ, ingénieur-chimiste.

Pour ne pas abuser de votre temps, je résumerai notablement la communication que j'ai eu l'honneur de faire au comité de chimie du mois de mars dernier.

Je veux vous exposer aussi rapidement que possible, l'état actuel de la fabrication de la glycérine et particulièrement ses derniers perfectionnements.

L'industrie de la glycérine par la valeur énorme de sa production est devenue une industrie des plus importantes, surtout qu'elle est liée intimement au commerce des corps gras, dont le marché se chiffre annuellement par des centaines de millions de francs.

On ne connaît effectivement jusqu'à présent pas d'autres sources industrielles de la glycérine, que son extraction des corps gras naturels, son obtention synthétiquement industrielle n'est pas encore réalisée et il n'existerait en ce moment qu'une seule autre source, que je ne cite que pour mémoire, les tentatives faites n'ayant pas encore abouti pratiquement, ce sont les vinasses de distillerie.

Bref, en ce moment la glycérine est un sous-produit, car il résulte toujours de la décomposition industrielle des corps gras neutres. Les fabrications qui la fournissent sont la stéarinerie et la savonnerie. Mais ce rôle de sous-produit paraît lui peser, car depuis quelque temps il existe des usines où l'on traite à façon, pour des motifs divers les corps gras pour les dédoubler en acides gras d'une part et en glycérine d'autre part. Les usages de la glycérine sont extrêmement variés comme chacun le sait et les plus connus sont ses emplois pour la dynamite et pour la fabrication des tissus.

La glycérine étant toujours le résultat de la saponification des corps gras naturels neutres, tous les moyens capables de produire cette saponification ont été utilisés dans la pratique industrielle.

Les plus anciens sont la saponification calcaire en vases ouverts, ensuite la saponification sulfurique. Aux vases ouverts ont succédé les auto-claves à plus ou moins hautes pressions, les oxydes alcalino-terreux et métalliques divers étant substitués à la chaux et ceux-ci ont même été supprimés, la vapeur à haute pression pouvant saponifier les corps gras.

Le plus ancien procédé de tous est sans contredit la saponification au moyen de la soude et de la potasse, mais la glycérine formée ainsi était perdue et il n'y a que quelques années qu'elle est récupérée. Mais obtenue comme sous-produit en savonnerie, elle est tout-à-fait impure et exige un raffinage pour pouvoir être utilisée. Il résulte donc de ces différents modes de travail deux qualités de glycérine brute, celle provenant des premiers procédés mentionnés ou de stéarinerie, qui est d'une pureté suffisante pour lui trouver de nombreux emplois telle quelle et dont le raffinage est des plus simples, et celle de savonnerie qui emmagasine toutes les impuretés de la fabrication du savon, ce qui en diminue la valeur par rapport à la première. La savonnerie a fini par adopter autant qu'elle le pouvait les procédés en usage en stéarinerie, mais à cause de l'influence de certains de ces traitements sur la qualité du savon qui en provenait et encore à cause de l'installation coûteuse, pour une savonnerie ayant déjà son matériel, des appareils nécessaires pour travailler sous pression, ces procédés ne se sont répandus que lentement et trouvent encore des adversaires convaincus.

L'économie résultant des deux manières d'opérer étant dans certains cas très discutable et pouvant quelquefois être compensée par de sérieux inconvénients (quoique à mon avis, la déglycérination préalable soit plus logique), il reste encore à chercher un procédé pouvant se généraliser.

Dans ces derniers temps, deux procédés ont vu simultanément le jour et en apparence réalisent un grand progrès sur ce qui existait.

Ils ont, coïncidence curieuse, tout en ayant des différences tranchées des analogies très grandes.

L'un hydrolise le corps gras au moyen d'un réactif nouveau appelé par l'inventeur acide-sulfo-gras-aromatique et l'autre l'hydrolyse par l'action d'un ferment renfermé dans la graine de ricin. Les deux actions sont lentes, la décomposition durant 24 heures et les deux opérations se font en vases ouverts. L'opération avec le réactif exige de la chaleur, celle par fermentation se fait à froid ou à une température modérée. Les rendements en glycérine et en acides gras sont sensiblement les mêmes, mais le procédé par fermentation ne réussit pas avec tous les corps gras, par exemple le suif. La qualité des produits diffère également.

Le procédé par réactif donne des acides gras moins beaux que celui par fermentation ; mais en revanche la glycérine est supérieure à celle du dernier, c'est à cause de la composition de la glycérine, que ce procédé voit son essor arrêté ou retardé. On lui reproche de contenir trop de matières organiques et une teneur trop élevée en cendres qui la rend non marchande. Cette introduction de matières étrangères provient de la manière dont le procédé est mis en œuvre ; pour provoquer la décomposition du corps gras, on se sert de la graine de ricin décortiquée simplement broyée et ainsi on introduit dans les graines travaillées toutes les impuretés de la graine qui se concentrent dans les eaux glycérineuses par leur évaporation. Il faudrait donc isoler le ferment pour éviter ce désagrément. C'est ce qu'a réalisé à peu près, il y a très peu de temps, un savant français, le Dr Nicloux, en traitant par l'huile ses graines de ricin et par turbinage séparant le protoplasme contenant les principes actifs des substances inactives. Mais l'huile devant être récupérée, ce procédé n'est pas ce qu'on appelle pratique.

Au comité de mars dernier, j'ai signalé que j'avais été frappé comme tout le monde des inconvénients du procédé, fait des essais pour isoler le ferment et que ces essais n'avaient pas complètement abouti, mais que j'avais réussi à débarrasser la partie renfermant le ferment des parties inertes. J'avais en même temps

remarqué que l'activité fermentative n'était pas anéantie même quand la substance accusait une décomposition putride bien nette, le moyen de purification était l'eau, bien que les travaux du Dr Nicloux paraissent faire concevoir que cet agent soit nuisible. Il y a quelques jours, le Dr Bonnstein, l'un des auteurs du procédé par fermentation m'annonçait qu'il avait fait faire un grand progrès à son procédé en ce qu'il avait éliminé autant que possible les parties inutiles de la graine et ce moyen c'était l'eau ; ce serait donc dans ses principes le même moyen que le mien ; des documents établissent ma priorité à cet égard. C'est pourquoi je ne suis pas tenu à la même réserve qui s'imposait lors de ma communication en comité. Je n'hésite cependant pas à dire que le procédé, malgré ce dernier et très grand perfectionnement, n'est pas encore parfait ; mais il est incontestable qu'il est devenu néanmoins plus pratique.

Les autres imperfections que je n'ai pu encore écarter ainsi que tous ceux qui s'occupent de ce procédé et qui pour moi personnellement avaient le plus haut intérêt, c'est la marche capricieuse du procédé avec un corps gras, tel que le suif et secundo l'huile de ricin qu'on introduit dans les corps gras du fait de ce traitement.

La multiplicité et la variété de mes occupations m'empêchent de me consacrer comme il le faudrait aux recherches qui sont encore à faire, et c'est de temps en temps seulement que je puis faire quelques essais en vue d'améliorer ce procédé qui, si les inconvénients que je viens de vous signaler étaient levés, serait le plus grand perfectionnement que l'on puisse désirer. Mais comme les chercheurs sont nombreux et avec les indications découlant des travaux des Drs Nicloux, Bonnstein et les miennes, il faut espérer que la solution pratique ne tardera pas à être trouvée.

LES MATIÈRES AZOTÉES DE LA GLYCÉRINE

ET DES GRAISSES

Par M. E. SCHMITT,
Professeur à la Faculté libre des Sciences.

La communication de notre collègue, M. Boulez, sur un nouveau mode de production de la glycérine m'a rappelé un travail que j'avais fait au mois de juin 1892, sur l'analyse d'une glycérine employée comme aliment.

A cette époque, il m'avait été demandé d'analyser un produit liquide, destiné à donner à des bières de qualité inférieure du corps, du moëlleux en même temps que de l'arome ; ce produit était à base de glycérine et j'y avais trouvé de petites quantités d'ammoniaque.

J'attribuais cette présence à la glycérine et pour m'en convaincre je me fis parvenir de Marseille dix kilos de la glycérine employée dans le cas ci-dessus et vendue comme glycérine d'huile de palme pure et distillée.

L'analyse de cette glycérine donnait tous les caractères d'un bon produit, elle était neutre, du poids spécifique = 1,240 et renfermait 7,570 pour cent d'eau ; en plus des traces de chaux, de chlore et d'un corps réduisant le nitrate d'argent ammoniacal ; mais en opérant sur de petites quantités en présence d'alcalis et à chaud, je ne constatais plus de traces d'ammoniaque.

J'opérais alors sur 100 grammes de glycérine que j'agitais avec cinq centimètres cubes d'acide chlorhydrique et 10 centimètres cubes d'un mélange à parties égales d'éther et d'éther de pétrole comme pour la recherche de l'acide salicylique. L'éther après repos

et décantation fut évaporé dans quelques verres de montre ; le résidu était amorphe, incolore, à odeur désagréable et à réaction fort alcaline, presque complètement soluble dans l'alcool absolu. Chauffé avec de la lessive de soude, il dégageait une odeur repoussante rappelant l'odeur de la propylamine et celle des carbylamines ; dissous dans l'eau distillée, il précipitait le perchlorure de fer comme l'ammoniaque, il donnait un précipité abondant avec le réactif de Nessler, mais il ne donnait aucune réaction ni avec le réactif de Bouchardat (iodure de potassium ioduré), ni avec le ferricyanure ferrique ; il y avait donc des dérivés azotés autres que l'ammoniaque.

Dans ces conditions, je songeais à isoler ces dérivés et à les absorber d'abord par du noir animal pur : je mis avec ce noir les 9 k. 700 gr. de glycérine qui me restait et la laissais digérer pendant plusieurs jours à une douce température et en agitant fréquemment. Je jetais le noir et le liquide sur une toile serrée pour les séparer et les examinais séparément.

Le noir animal traité par l'alcool bouillant ne lui avait cédé aucun principe soluble. Je distillais alors ma glycérine avec un demi-litre de lessive de soude au dixième et recueillais ainsi un demi-litre d'un liquide alcalin à odeur repoussante.

Ce liquide fut saturé exactement par de l'acide chlorhydrique, évaporé à siccité ou bain-marie, puis sous une cloche au-dessus d'acide sulfurique, je pus obtenir ainsi près de deux grammes d'un produit incolore semi-cristallin presque complètement soluble dans l'alcool absolu. Ce soluté alcoolique fut évaporé avec précaution et me donna des cristaux avec une petite quantité d'eaux-mères.

Les cristaux furent séparés et sechés avec précaution et servirent d'abord à leur essai qualitatif, puis à des dosages d'azote, de chlore, et de chloroplatinate.

L'*essai qualitatif* donna les mêmes résultats que ceux obtenus avec le produit extrait par agitation avec l'éther.

Le *dosage d'azote* en donna comme moyenne 18,62 pour cent : les chiffres calculés sont respectivement 20,74 — 17,18 — 14,67

— 11,33 pour les chlorhydrates de méthylamine, d'éthylamine, de propylamine et d'amylamine ; nous avons donc à faire à un mélange de diverses ammoniaques composées qu'il ne nous a pas été possible d'isoler en raison de la petite quantité de matière en notre possession.

Le *dosage du chlore* nous a donné des résultats encore moins concordants, nous en avons obtenu 68,94 pour cent alors que pour les chlorhydrates d'amines cités nous avions, par calcul, 52.56 — 43,55 — 39,20 — 28,80 soit des chiffres bien inférieurs.

Le dosage à l'état *de chloroplatinate* donne le chiffre de 42,50, chiffre excessivement faible puisque les chiffres calculés sont de 383 — 310 — 280 — 240 pour les chlorhydrates d'ammoniaques composées.

Le produit obtenu par notre traitement est donc un mélange de divers composés quaternaires, il renferme certainement des amines, des carbylamines et peut être des dérivés amidés, glycocolle, etc. Il n'en résulte pas moins de ces analyses que les glycérines les plus pures renferment des *matières azotées* et dans les proportions de 0 gr 02 pour cent environ.

Ces matières sont des produits de destruction, d'oxydation de matières albuminoïdes : elles doivent provenir de l'action de l'alcali dans la saponification sur les matières grasses et les matières grasses conséquemment renferment aussi ces matières azotées, qui sont sans doute les principes colorants, sapides et odorants des graisses.

Outre cette conclusion, nous pouvons en ajouter une autre, la saponification telle que nous la connaissons est accompagnée en outre d'une oxydation qui n'avait pas été indiquée jusqu'à présent, pas *plus* que la présence de l'azote dans la glycérine et dans les matières grasses.

ÉPURATION BIOLOGIQUE

DES

EAUX RÉSIDUAIRES DE SUCRERIE

Par E. ROLANTS

Chef de laboratoire à l'Institut Pasteur de Lille

Les eaux résiduaires de sucrerie comprennent les eaux de lavage des betteraves, les eaux de diffusion et les eaux de presses.

Les eaux de lavage des betteraves, ainsi que celles des transporteurs hydrauliques, chargées surtout de terre peuvent être rejetées après décantation. Elles contiennent cependant de petites quantités de sucre surtout lorsqu'on travaille des betteraves avariées ou gelées. Mais dans les régions pauvrement pourvues d'eau, on est obligé de les employer à nouveau après décantation et l'eau de plus en plus chargée en matières organiques ne tarde pas à entrer en fermentation. Néanmoins à la fin de la campagne ces eaux n'ont pas encore la concentration des eaux de presses.

Les eaux de presses sont souvent mélangées aux eaux de diffusion qui ont une composition analogue. Elles sont riches en sucre et en produits hydrocarbonés pectiques et cellulosiques avec de très petites quantités de matières azotées. Leur composition par litre varie entre les nombres suivants :

Matières organiques totales.....	4 à 6 gr.
Id. minérales.....	1 à 2 gr.
Sucre.....	2 à 3 gr. 5.
Azote total.....	0 gr. 02 à 0 gr. 035.
Ammoniaque.....	0 gr. 002 à 0 gr. 007
Matières en suspension.....	5 à 20 gr. et plus.

Cette eau fraîche a une réaction neutre et l'odeur caractéristique de la betterave. Elle ne tarde pas à fermenter avec production d'acides acétique et butyrique faciles à déterminer à l'odeur, cette fermentation se produit très rapidement dans tous les produits de diffusion par l'apport par la betterave des ferments butyriques de la terre.

Les premiers essais d'épuration de ces eaux ont été basés sur l'emploi de réactifs chimiques. Ces produits, chaux, sulfates ferreux ou ferrique, sulfate d'alumine, etc., précipitent les matières pectiques en entraînant les matières en suspension. Il reste en solution le sucre qui est un excellent aliment pour les microbes qui y pullulent avec rapidité et rendent ces eaux très nuisibles. Ces essais n'ayant pas donné le résultat attendu, on a expérimenté les procédés biologiques.

Le plus ancien est l'épandage, c'est-à-dire l'irrigation sur un sol cultivé ou non. Si l'épandage était conduit avec beaucoup de ménagement et non d'une façon intensive on pourrait en obtenir de bons résultats. Malheureusement on ne peut épandre sur le sol qu'une quantité d'eau relativement faible qu'on estime à 100 m^3 par hectare et par jour pour une eau d'égoût de ville. Cette quantité devrait être considérablement réduite pour les eaux de presses qui sont environ 10 fois plus chargées en matières organiques que les eaux d'égoût. On conçoit la surface énorme de terrain qui serait nécessaire pour une usine importante (250 hectares pour l'usine de Pont-d'Ardres). Il n'y a du reste pour la culture aucun profit à retirer de l'épandage, car ces eaux ne contiennent aucun principe fertilisant.

Depuis quelques années diverses usines ont expérimenté les *procédés bactériens*.

Ainsi que l'a expliqué M. le Dr Calmette (1) dans une conférence à la Société Industrielle et en juillet dernier au congrès d'hygiène

---

(1) Dr Calmette. Conférence à la Société Industrielle du Nord, 1901. — Rapport au Congrès d'hygiène sociale, Arras, Juillet 1904.

sociale à Arras, ces procédés employés depuis plusieurs années en Angleterre pour l'épuration des eaux d'égoûts utilisent deux fermentations différentes. La première s'opère en fosses profondes d'environ 3 m. appelées *fosses septiques*. Dans ces fosses les ferments *anaérobies* (vivant en l'absence de l'air) opèrent la dissolution des matières organiques en suspension et désintègrent de plus en plus les substances organiques dissoutes. L'eau qui sort de ces fosses après un temps convenable de séjour ne contient plus de matières en suspension et les matières dissoutes moins complexes pourront être détruites plus facilement par les microbes de la 2e fermentation. Ces microbes sont *aérobies* (ne vivant qu'en présence de l'air), ils brûlent la matière organique en y fixant l'oxygène qu'ils empruntent à l'air ; quelques uns attaquent les composés azotés pour donner des composés oxygénés de l'azote, nitrites et nitrates.

Dans la plus part des cas on emploie simultanément ces deux fermentations, les eaux après un séjour de vingt-quatre heures en fosse septique sont déversées sur un lit bactérien aérobie dans lequel elles ne restent que deux heures. Lorsque l'épuration n'est pas jugée suffisante on envoie les eaux après un premier contact sur lit bactérien, sur un nouveau lit bactérien qui les retient deux heures encore. On peut, comme nous le verrons plus loin, envoyer les eaux sur un 3e lit bactérien.

Ces *lits bactériens* sont des fosses de 1 mètre de profondeur dont le fond est traversé par un drainage en forme d'arêtes de poisson. Sur ce fond sont placées des scories d'abord très grosses puis diminuant de volume de façon que celles de la surface aient environ 1 centimètre. On ménage à la surface des rigoles en éventail pour distribuer l'eau le plus également possible pendant le remplissage. Ces lits, pour permettre une aération plus grande doivent rester vides un certain temps après chaque opération, fonctionnant ainsi par intermittence.

Les premiers essais d'application de cette méthode aux eaux résiduaires de sucrerie ont été faits en 1900 à Wendessen (Allemagne du Nord) sous le contrôle scientifique du professeur Dunbar,

directeur de l'Institut d'Hygiène de Hambourg (1). De ces expériences le Dr Dunbar conclut que le procédé d'épuration biologique à double contact (avec deux immersions des lits bactériens par jour) appliqué aux eaux résiduaires permet d'obtenir un effluent suffisamment épuré. La fermentation anaérobie en fosse septique précédant la fermentation aérobie sur lits bactériens n'a pas donné de bons résultats.

Depuis 1901, M. Leroux, directeur de la sucrerie de Pont d'Ardres a chargé M. Vié, ingénieur, de faire pour l'épuration des eaux de presses des expériences qui ont été résumées dans un rapport que M. Vié a présenté au Congrès d'hygiène sociale d'Arras (2).

L'installation primitive de Pont d'Ardres comprenait une fosse septique de 350 m³ de capacité avec 4 m. de profondeur et 2 étages de 9 lits bactériens chacun. Ces lits bactériens avaient 1 m. de profondeur et 10 m³ de capacité utile, ils ont été établis comme il a été dit plus haut.

L'installation permettait de traiter les eaux à la façon habituelle c'est-à-dire : séjour en fosse septique puis immersion intermittente des lits bactériens. C'est ce qui fut fait dans les premières expériences.

On pouvait espérer que, par le séjour en fosse septique, les matières en suspension se déposeraient, ce qui permettait d'éviter le colmatage trop rapide de la surface des lits bactériens de 1er contact, et finiraient par se dissoudre par fermentation comme cela se passe pour les eaux d'égoûts. Malheureusement la proportion de ces matières en suspension étant très importante et la décomposition de la cellulose étant très lente, la fermentation butyrique s'établit aussitôt aux dépens du sucre et l'acidité s'accrut rapidement

---

(1) Dr Calmette. Plan d'expériences pour l'application du procédé biologique à l'épuration des eaux résiduaires de sucrerie. Résultats actuellement connus. Revue d'hygiène, 20 Mars 1903.

(2) Frédéric Vié. Application des procédés d'épuration biologique aux eaux résiduaires de sucrerie. Juillet 1904.

jusque 2 gr. par litre (en acide sulfurique). Cette acidité était d'autant plus désagréable qu'elle empêcha toute épuration ultérieure sur lit bactérien. On sait en effet que l'acide butyrique est un poison pour une foule de ferments, les levures en particulier.

A la suite de ce résultat la fosse septique fut isolée et les expériences de 1902 et 1903 portèrent sur l'emploi exclusif des lits bactériens. On se contenta d'arrêter la majeur partie des matières en suspension par un épulpeur mécanique à la sortie des presses et un tamis en tôle perforée à l'entrée des appareils d'épuration. Les lits furent séparés par séries de 6 pour permettre un 3e contact.

Ces lits bactériens servent de rapport à une infinité de microbes divers, aérobies, qui brûlent la matière organique à la façon des moisissures banales c'est-à-dire en donnant de l'acide carbonique et de l'eau. Cette combustion est démontrée par un dégagement de chaleur, M. Vié a pu observer un réchauffement très net quelquefois de 6 à 7° pendant la période d'aération des lits bactériens entre la vidange et le remplissage suivant. Par suite, même par les grands froids (— 10°), la température intérieure des lits n'est jamais descendue en dessous de + 5° ce qui assure l'épuration même pendant les hivers rigoureux.

La durée de contact d'abord de 2 heures avec 3 remplissages par jour à 8 heures d'intervalle a été abaissée à 1 heure et demie pour permettre 4 remplissages par jour à 6 heures d'intervalle. Les résultats ont été sensiblement les mêmes.

L'ensemencement est très rapide et après quelques jours les lits sont en état de fonctionner quoique plus tard les résultats s'améliorent encore.

Ces eaux de presses étaient diluées au demi avec l'eau des wattringues (canaux d'assèchement très nombreux dans cette région).

L'eau reste neutre pendant tout le traitement et le sucre est complètement détruit. Les lits de 1er contact reçoivent de l'eau très sale contenant des particules solides qui sont retenues à la surface puis détruites, c'est une épuration supplémentaire que l'on ne peut

évaluer. L'épuration calculée par la diminution de la perte au rouge est de 31 % et par l'oxydabilité (méthode de Kubel) de 47 %.

Après le 2e contact l'épuration atteint 65 % par la perte au rouge et 80 % par l'oxydabilité, la destruction des sucres est terminée, l'eau contient de l'oxygène et le poisson peut y vivre.

Après le 3e contact l'épuration totale est de 77 % par la perte au rouge et de 90 % par l'oxydabilité. La proportion d'oxygène dissout a augmenté et le poisson y vit normalement.

Le produit final est presque clair, d'odeur très faible, avec une certaine opalescence qui disparait par le repos à l'air avec dépôt d'un précipité calcaire.

J'ai suivi avec grand intérêt les essais de Pont d'Ardres et dans la campagne dernière en 1903 j'ai fait des analyses qui ont donné des résultats identiques à ceux publiés par M. Vié. J'ai dosé de plus le carbone organique ainsi que l'ammoniaque et l'azote organique dont les résultats sont donnés par le tableau 1 avec le pourcentage de l'épuration obtenue.

TABLEAU I

Résultats en milligrammes par litre

	EAU INDUSTRIELLE	EFFLUENT DU			ÉPURATION % OBTENUE APRÈS LE		
		1er Contact	2e Contact	3e Contact	1er Contact	2e Contact	3e Contact
Carbonne organique en C.	669,1	325,7	171	119,2	51,4	74,3	82,2
Ammoniaque libre ou saline	8,3	2,8	2,1	0,7	66,3	74,7	91,6
Azote organique en ammoniaque	17,2	16,6	8,3	8	4,0	51,8	53,6

Malgré la disparition d'une partie de l'azote il n'y a formation ni de nitrates ni de nitrites. J'ai déja (1) signalé qu'en présence de

(1) Rolants. De l'épuration biologique des matières hydrocarbonées dans les eaux résiduaires industrielles. Revue d'hygiène, Décembre 1902.

quantité assez importante de composés hydrocarbonés les ferments dénitrifiants peuvent être favorisés et dégager l'azote à l'état gazeux détruisant ainsi le travail des ferments nitrificateurs.

Par contre j'ai pu déceler d'une façon très nette la présence de l'alcool, à l'état de traces il est vrai, dans l'effluent du 1er contact; je n'ai pu en trouver dans les autres effluents. J'ai fait cette constatation à plusieurs reprises.

Cela m'a amené à étudier la flore microbienne de ces eaux et le tableau 2 donne pour chaque eau le nombre de microbes, classés par genres, par centimètre cube, poussant sur milieu gélatiné glucosé.

TABLEAU 2

	MOISISSURES	LEVURES	AUTRES MICROBES
Eau industrielle diluée	230	76.000	1.000.000
Après 1er Contact.....	325	84.000	450.000
2e Contact.....	600	45.000	280.000
— 3e Contact.....	450	10.000	60.000

Parmi les moisissures j'ai distingué diverses formes d'aspergillus, de pénicillium et de mucors ainsi que quelques autres espèces colorées que je n'ai pas déterminé.

Les espèces les plus intéressantes étaient les levures. J'en ai noté un certain nombre parmi lesquelles j'en citerai huit de forme et propriétés différentes.

Levure A, très grosses cellules elliptiques, avec anneau et voile à la surface du liquide fermenté, mauvaise cassure.

Levure C, cellules moyennes rondes et quelquefois elliptiques, cassure remarquable, la levure adhérant bien au fond du vase après la fermentation qui est rapide.

Levure D, petites cellules rondes en amas, léger anneau à la surface du liquide, bonne cassure.

Levure G, petites cellules rondes en chapelets, bonne cassure.

Levure H, petites cellules arborescentes, léger anneau, bonne cassure,

Levure J, petites cellules arborescentes, quelques unes très allongées, fermentation rapide, bonne cassure.

Levure L, cellules rondes en chapelets, fermentation rapide.

Levure M, cellules arborescentes genre levure sauvage voile léger floconneux.

J'ai ensemencé ces levures dans un milieu saccharose et malto-peptone et après huit jours l'analyse a donné les résultats réunis dans le tableau 3.

TABLEAU 3

LEVURES	SUCRE INTERVERTI %	SACCHAROSE %	ALCOOL %	ACIDITÉ ‰	NATURE DES SUCRES RESTANT APRÈS FERMENTATION
A	traces	9,558	2,9	0,9	Saccharose et inverti.
C	0,384	0	9,0	1,2	Inverti.
D	2,0	0	7,9	1,6	Lévulose.
G	4,16	0	6,7	1,55	Levulose.
H	5,88	traces	5,4	1,55	Levulose et saccharose.
J	1,38	traces	7,7	1,8	id. id.
L	0,657	1,05	8,0	2,3	Saccharose et inverti,
M	traces	10,46	1,9	0,75	id. id.

Je n'ai pu déterminer les nombreuses espèces de microbes, autres que les précédentes, qui se trouvaient dans ces eaux à cause de leur grand nombre et de leur diversité, cette étude très longue eut été d'ailleurs de peu d'intérêt. A signaler aussi des algues apportées vraisemblablement par l'eau de dilution.

Les analyses chimiques et bactériologiques que j'ai faites de ces eaux me permettent de compléter les résultats de M. Vié.

Pendant le 1er contact le sucre fermente alcooliquement et disparaît presque complètement et ce sont les levures qui font presque tout le travail d'épuration d'autant plus facilement qu'elles sont favorisées par la grande aération qui les met à l'abri de tous les ferments anaérobies qui pourraient nuire à leur développement. Ceci est démontré par la disparition de la moitié du carbone organique (uniquement du sucre) tandis que l'azote organique est à peine attaqué.

Au contraire dans les deux autres contacts la levure n'ayant plus d'aliment convenable laisse le champ libre aux autres microbes qui détruisent le reste des combinaisons organiques du carbone et de l'azote.

Après le 3e contact la matière organique s'étant raréfiée le nombre des microbes a diminué aussi considérablement de 1.076.230 dans l'eau avant traitement on n'en retrouve plus que 70.450 nombre de beaucoup inférieur à celui qu'on retrouve dans la plupart des canaux de nos régions.

On peut donc conclure que le procédé biologique, pour l'épuration des eaux résiduaires de sucrerie, est actuellement le seul capable de donner des résultats pratiques, résultats qui ne peuvent que s'améliorer lorsqu'on connaîtra complètement le mécanisme de la destruction des matières organiques par les infiniment petits. Dans ce traitement on favorise la vie de certains microbes qui brûlent la matière organique sans laisser des produits odorants comme l'acide butyrique rendant les eaux très nuisibles, causant la mort des poissons et même des végétaux. Les frais d'installation sont seuls à envisager car ceux d'entretien sont nuls et la main d'œuvre réduite à la fermeture et l'ouverture de vannes peut être négligée dans une usine ayant pendant toute la campagne sucrière un personnel très nombreux.

NOTE

SUR

UNE NOUVELLE CHAUDIÈRE DE LOCOMOTIVE

A CIRCULATION D'EAU (Système BROTAN)

Par M. BONNIN,

Ingénieur des Ateliers de la Compagnie du Nord, à Hellemmes.

Inconvénients des foyers en cuivre.

Les plaques de cuivre qui constituent le foyer des chaudières des locomotives modernes, fonctionnant sous des pressions élevées, s'altèrent beaucoup plus rapidement que celles des chaudières plus anciennes, dont la pression ne dépassait pas 10 kilos.

Les plaques tubulaires, notamment, doivent être rapidement remplacées.

Si les plaques d'arrière et celles latérales ont une plus longue durée que les précédentes, elles n'en sont pas moins retirées après des parcours qui n'atteignent plus ceux des plaques similaires, montées dans les chaudières de construction plus ancienne.

Usure extra-rapide des foyers en cuivre de certaines machines des chemins de fer autrichiens.

Les défauts signalés plus haut, se manifestent à un degré encore plus accentué sur certaines machines des chemins de fer autrichiens, dans lesquelles on est obligé, en raison de considérations d'ordre économique, de brûler du lignite, combustible qui joint à son faible pouvoir calorique (il vaporise, en effet, 3,8 à 4,8 kilos d'eau, en

moyenne, par kilogramme de combustible brûlé), l'inconvénient d'être très sulfureux et d'attaquer fortement les plaques de foyers.

Certains foyers de machines, malgré une surépaisseur donnée aux plaques, sont retirées au bout de deux ans.

En présence de tels inconvénients entraînant des dépenses d'entretien exagérées, M. Brotan, ingénieur des ateliers des Chemins de fer Autrichiens, à Gmünd, a conçu un type de chaudière dans lequel les plaques et les entretoises en cuivre sont supprimées. C'est une chaudière à tubes d'eau. En voici le principe :

Description de la chaudière « Brotan ».

Le corps cylindrique de la chaudière (Fig. 1) est fermé, du côté du foyer, par une plaque tubulaire en fer ou en acier T, analogue à celle de boîte à fumée et dont le bord relevé est recouvert par la première virole.

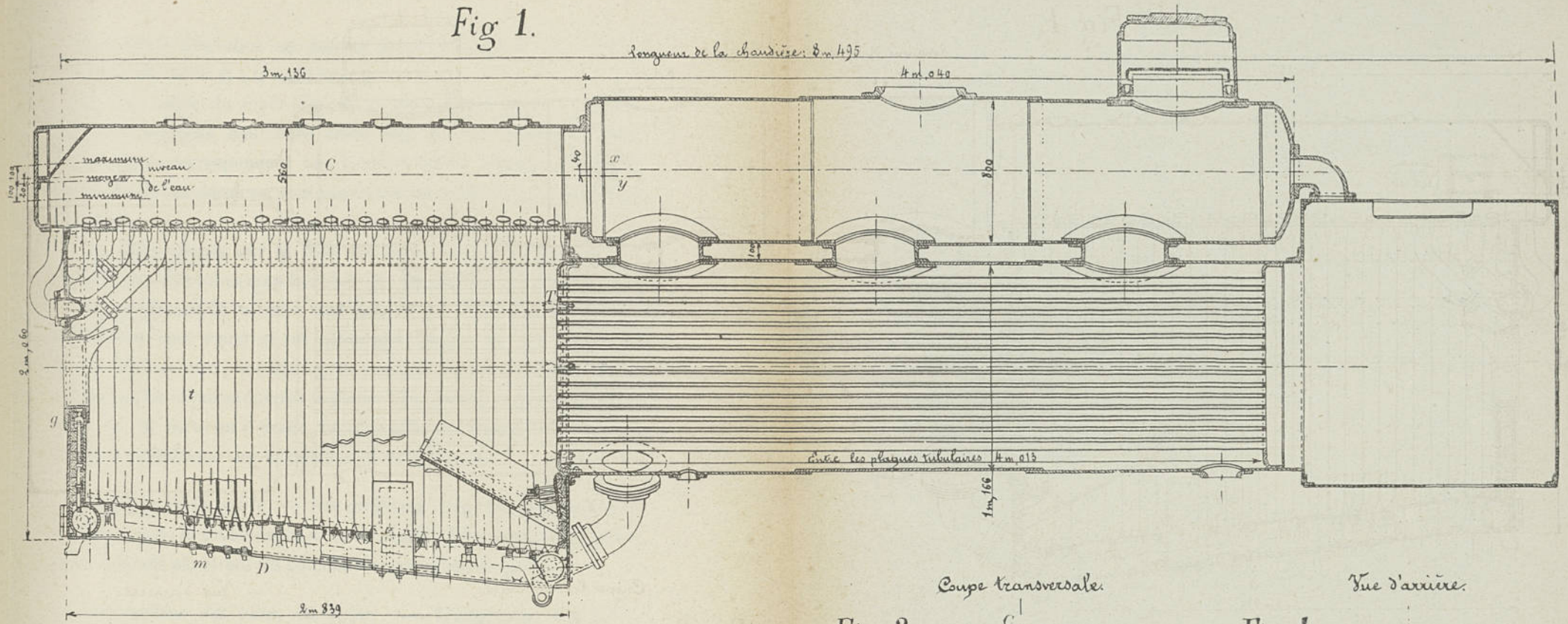
La boîte à feu est constituée par une série de tubes en acier doux *t* sans soudure, de 110 × 100 ou 95 × 85 de diamètre, cintrés concentriquement au corps cylindrique et dont les extrémités, légèrement restreintes, viennent s'insérer d'une part dans un collecteur C qui occupe toute la longueur de la boîte à feu, et, d'autre part, dans un tuyau inférieur D de section rectangulaire, remplaçant le cadre plein de bas de foyer (Fig. 1 et 2).

Le premier tube s'appuie sur le pourtour de la plaque tubulaire T de manière à dégager les tubes à fumée, le deuxième tube s'appuie contre le premier, et ainsi de suite jusqu'au dernier, lequel enveloppe la série des tubes concentriques *t* qui forment, en partie, la paroi arrière de la boîte à feu

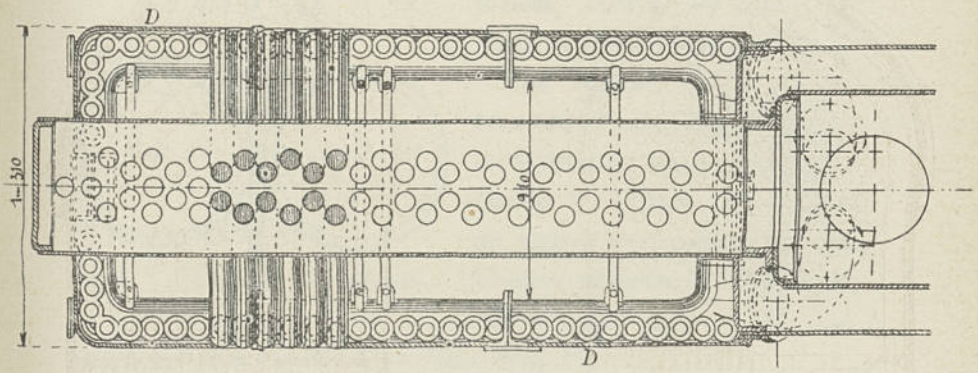
Cet ensemble de tubes constitue une enceinte, complètement close, limitant l'espace où se trouve le foyer.

Le cadre de la porte, qui est circulaire et dont le centre correspond au centre de courbure des tubes, est formé d'une cornière *g* (Fig. 1 et 4) encastrée dans l'un des tubes formant la devanture de la boîte à feu.

Fig 1.

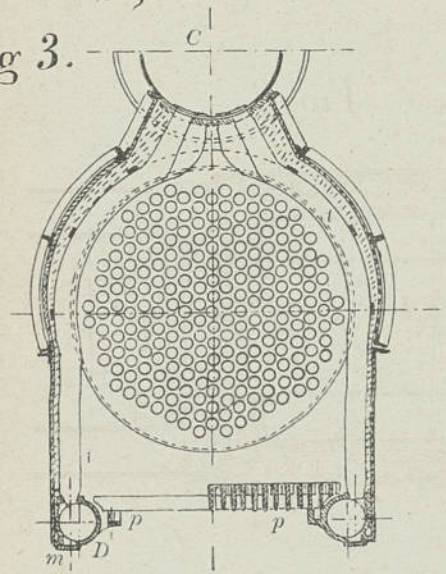


Coupe en plan Fig 2.



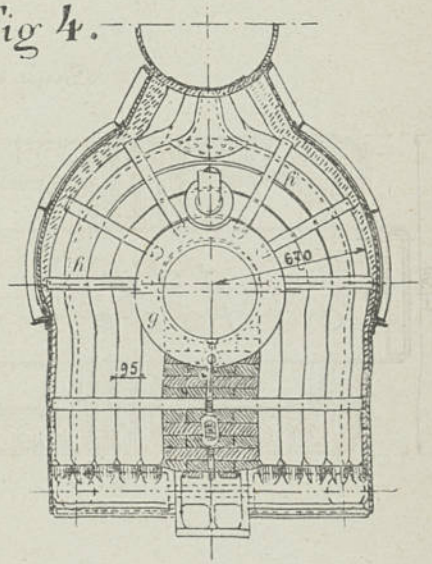
Coupe transversale.

Fig 3.



Vue d'arrière.

Fig 4.



La solidité des tubes est assurée par des ferrures *h* (Fig. 4) fixées au cadre de porte et à la collerette *g*.

Le tube-cadre du foyer (Fig. 2) en acier moulé, peut être fait en plusieurs tronçons boulonnés entre eux. La face supérieure porte des bossages correspondant aux trous de tubes, lesquels, d'après le diamètre de ces derniers, sont placés soit en quinconce, soit en ligne droite.

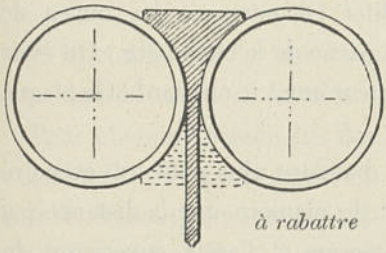
Les trous percés sur la face inférieure en vue de permettre le mandrinage des tubes sont bouchés par des platines en tôle *m*.

Les extrémités de ce cadre sont fermées par des plateaux (Fig. 3), permettant une visite et un nettoyage rapides de cette partie du foyer. D'autre part, les extrémités antérieures du tube-cadre sont reliées par un tuyau en cuivre à la partie inférieure du corps cylindrique (Fig. 1) ; de sorte qu'il existe, entre le faisceau tubulaire du foyer et le corps cylindrique une circulation d'eau très active.

Montage de la grille. — Des oreilles *p* (Fig. 3) sont venues de fonderie, avec le tuyau-cadre en acier moulé. Elles portent des trous dans lesquels pénètrent les goujons des sommiers de grille.

Obstruction des vides du foyer. — L'intervalle, 3 à 5 $^{m}/_{m}$ environ, laissé entre les tubes montés, est rempli par des bandes de cuivre, dont les extrémités sont matées, contre les tubes, en forme de queue d'hironde (Fig. 5).

Fig 5



Les espaces libres qui se trouvent : l'un à l'avant du foyer, en dessous du corps cylindrique ; l'autre à l'arrière, en dessous du cadre, sont remplis par des briques réfractaires s'appuyant sur le tuyau-cadre et sur des cornières rivées à la tôle d'enveloppe (Fig. 4).

Voûte. — Quand il n'est pas possible de faire coïncider sur des

chaudières existantes le centre de figure de la porte de foyer avec l'axe du corps cylindrique, on bouche l'ouverture qui reste libre au-dessus du cadre de foyer par une maçonnerie de brique. La voûte s'appuie sur la murette d'avant et sur les supports latéraux.

Enveloppe du foyer. — Tout le faisceau tubulaire du foyer est enfermé dans une enveloppe en tôle de 10 $^{m}/_{m}$ d'épaisseur. Cette enveloppe est constituée : 1° par une tôle d'avant emboutie (Fig. 3), boulonnée sur la collerette du corps cylindrique ; 2° par une tôle d'arrière, également à bords relevés, formant devanture ; 3° par deux tôles latérales, boulonnées aux précédentes. Toutes ces tôles sont, en outre, fixées par leur partie inférieure sur les faces verticales du tuyau-cadre (Fig. 4).

C'est sur ces parois latérales que sont rivés les supports de chaudière qui reportent tout le poids de la boîte à feu sur les longerons.

En résumé le foyer est solidarisé avec le corps cylindrique par l'intermédiaire du collecteur supérieur de boîte à feu et par l'enveloppe.

Le collecteur de boîte à feu (Fig. 1) est amovible ; il s'assemble, par les boulons, au collecteur de vapeur qui surmonte le corps cylindrique et il est relié à ce dernier par des cuissards en tôle emboutie.

Il y a grand intérêt à placer l'un de ces cuissards très près de la plaque tubulaire, de façon à faciliter l'écoulement des bulles de vapeur qui se produisent dans cette partie de la chaudière. On évite ainsi la formation d'une poche de vapeur entre le cuissard et la plaque tubulaire.

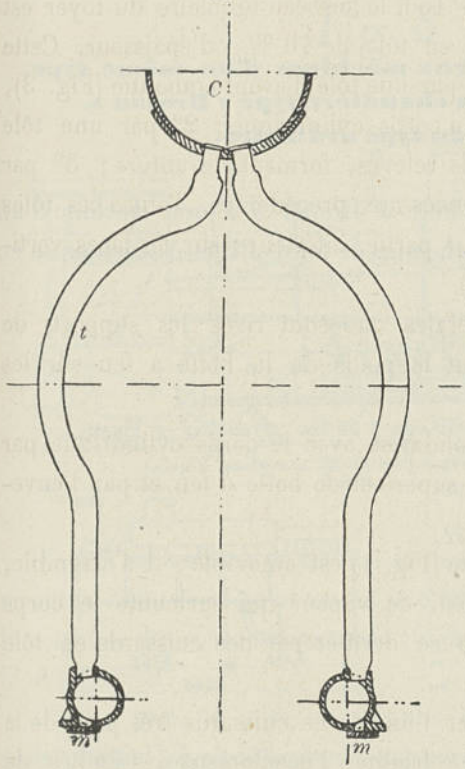
Le collecteur de boîte à feu de diamètre plus petit est excentré par rapport au collecteur de vapeur de manière que la distance xy (Fig. 1) entre le plan d'eau maximum et l'arête supérieure du collecteur de vapeur soit la plus grande possible.

Préparation des tubes. — Les tubes sont cintrés à chaud sur

un marbre et suivant un gabarit tracé d'après la forme que doit avoir le tube.

Après le cintrage, les tubes sont restreints de 25 $^{m}/_{m}$ environ à leurs extrémités (Fig. 6).

Fig. 6



Tous les tubes sont, après cintrage, recuits et refroidis très lentement ; ils sont essayés ensuite à la pression de 60 kg.

Pour permettre la fixation des tubes dans le collecteur celui-ci est renforcé à sa partie inférieure par une tôle de 25 $^{m}/_{m}$ jouant le rôle d'une plaque tubulaire (Fig. 3, 4).

Mandrinage. — Les tubes sont mandrinés par l'intérieur du collecteur dans lequel un homme peut s'introduire ; le mandrinage du côté du cadre, se fait à l'aide d'un dudgeon que l'on engage par le trou ménagé à cet effet sur la face inférieure du tuyau-cadre en regard de celui destiné à recevoir le tube.

Pour obtenir l'étanchéité des joints dans les sections d'encastrement des tubes, ces derniers, non seulement sont bordés, mais encore, ils sont mandrinés dans les trous qui ont été préalablement striés, en sorte que les arêtes faisant saillie entre les gorges ainsi formées, pénètrent pendant le dudgeonnage dans l'épaisseur du tube en assurant un contact tout-à-fait intime entre les surfaces jointives.

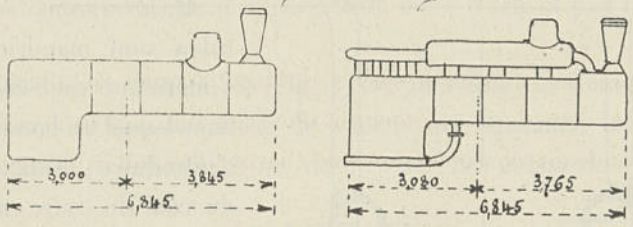
Alors que les tubes de boîte à feu peuvent se fixer dans le collecteur par leur extrémité supérieure en restant cintrés dans un même plan, les tubes formant la face en arrière, se superposant les uns les autres, ne peuvent être reliés au même collecteur que par l'intermédiaire de tuyaux en S jonctionnés par des raccords (Fig. 1 et 2).

Comparaison entre deux machines d'un même type, l'une munie de la chaudière type « Brotan », l'autre du type ordinaire.

L'application d'une chaudière « Brotan » à une machine d'un type déterminé (Fig. 8) des chemins de fer de l'État Autrichien, a eu

Fig 7

Position du centre de gravité de la chaudière ordinaire | de la chaudière Brotan munies des tubes à fumée et remplies d'eau.



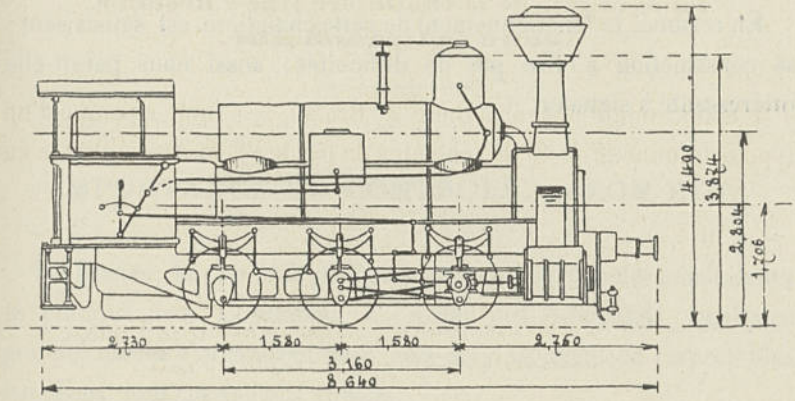
pour résultat d'augmenter la surface de chauffe totale, 148^{m},70 au lieu de 133^{m},10, à égalité de surface de grille 1^{m},80, et d'augmenter également le poids total de la chaudière qui atteint 8.100 kg. au lieu de 7.760 kg.

Les 2 chaudières, avant et après transformation, sont représentées (Fig. 7, 8).

Au point de vue du rendement, la chaudière « Brotan » au cours d'un essai, a vaporisé 210 litres d'eau par kilomètre alors qu'une machine similaire en a vaporisé seulement 122 litres dans les mêmes conditions de marche, de charge et de parcours.

La quantité d'eau vaporisée par kilogramme de combustible consommé au cours de ce même voyage, a été de 5 kg. 55 contre 4 kg. 50 pour la machine ordinaire mise en comparaison, soit une économie de 27 %.

Fig. 8



D'après les tableaux de service du dépôt auquel est affectée cette machine, cette dernière procurait une économie d'environ 20 % sur la moyenne des consommations de charbon des autres locomotives de la même série.

D'autre part, la mise en pression de cette machine demande trois quarts d'heure de moins, avec une économie de 100 kilos de lignite environ.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION.

Les machines, munies de la chaudière « Brotan », n'ont donné lieu, depuis leur mise en service (3 ans 1/2), à aucune observation désavantageuse. Leur rendement est meilleur que celui des locomotives de la même série.

La dépense de construction d'une telle chaudière aurait été

inférieure de 1.000 francs environ à celle d'une chaudière ordinaire avec foyer en cuivre.

D'autre part, les dépenses d'entretien seraient réduite au minimum par suite de la suppression des entretoises, des tirants, des armatures, etc..., et de l'absence de toute rivure, de joints et de coutures, dans la partie de la chaudière en contact avec le feu.

Il est intéressant de noter que malgré le niveau élevé de l'eau dans la chaudière, cette dernière ne prime pas.

En résumé, le fonctionnement de cette chaudière est satisfaisant ; sa construction n'offre pas de difficultés ; aussi nous paraît-elle intéressante à signaler.

PRATIQUE

du

CONTROLE PERMANENT DE LA CHAUFFE

DANS LES FOYERS INDUSTRIELS

par E. BAILLET, *Ing.* (*A. et M.*)

IMPORTANCE DU CONTROLE. — SON BUT.

En France, le *contrôle permanent* de la marche des générateurs se pratique peu. Cependant, à l'instar des Allemands, quelques grandes usines s'organisent pour cela et y trouvent de respectables bénéfices, tout comme nos voisins.

A vrai dire, si la théorie ne fait pas défaut, l'industriel n'a pas disposé encore d'une méthode, ni d'instruments vraiment manufacturiers. Ce qui existe est du domaine du laboratoire. Pour faire un contrôle de quelques instants, une journée, il faut de longs préparatifs, puis de la science, des calculs, souvent de la main-d'œuvre. Toutes choses que l'usinier ne peut accorder journellement.

Aussi, les connaissances de ce qui se passe sur une grille ne se diffusent pas comme d'autres et ne se vulgarisent pas dans la pratique.

Cependant quand on examine ce qui se passe dans les concours de chauffeurs, on y voit que tous démontrent la grande influence exercée par l'habileté du praticien sur la consommation du combustible.

Pour ne citer qu'un exemple : le dernier concours 1903, de la Société Industrielle du Nord de la France.

Sur 10 chauffeurs, hommes du métier, habiles et choisis, l'écart de vaporisation entre le 1er et le 10e a été de 13,11 %. Rien que du 1er au 2e la différence a été de 4,70 %.

Et le rapport de conclure, que c'est donc bien dans la conduite de la combustion qu'il faut rechercher le maximum d'économie.

Or quelle serait la comparaison avec les résultats obtenus journellement dans les usines par des chauffeurs quelconques ?

C'est ce qu'un contrôle permanent peut mettre en évidence.

Mais pour qu'il soit pratique, il importe qu'il soit exercé par tout contremaître, en quelques minutes chaque jour, sans surtout imposer de connaissances spéciales, ni calculs, et enfin sans crainte d'erreurs grossières.

Et pour qu'il porte ses fruits il faut que l'industriel intéressé ne se borne pas à la connaissance de ce qui se passe ; mais s'en serve pour diagnostiquer les faits, rechercher entre temps et atteindre des améliorations toujours possibles ; tout au moins pour connaître la valeur du chauffeur.

Le chauffeur surveillé sera stimulé à bien faire et à se perfectionner ; ses fautes et leurs conséquences seront appréciées ; si on veut l'intéresser à l'économie on aura un terrain d'entente ; si une installation est défectueuse le contrôle le dira dès les premiers jours ; enfin, si un dérangement surgit dans la bonne marche, on sera prévenu aussitôt, et l'on en pourra saisir la cause et le remède.

Pour arriver à ces fins il n'y a ni difficultés, ni grands frais. Il suffit de les désirer et de savoir s'organiser.

*
* *

Nous nous proposons d'exposer ici des moyens pratiques. Nous ne prétendons nullement créer une doctrine nouvelle, ni toucher à des données existantes : ce serait hors de notre compétence. Mais nous cherchons, parmi tant de théories complexes, une voie directe et sure pour atteindre le but industriel : **un contrôle permanent.**

CONTROLE COMPLET.

Le contrôle d'un générateur de vapeur consiste à se rendre compte de ses conditions de marche, afin de les comparer à celles des bonnes installations pratiques.

La conséquence doit être de rechercher les causes d'écart : soit mauvais travail du chauffeur ; soit défectuosités dans l'installation ; ou bien de se maintenir aux meilleurs rendements quand on les obtient.

Il doit être *permanent* car c'est le propre de toute installation de chauffage de se déranger avec le temps, fut-elle parfaite. Or le contrôle journalier viendra juste à temps prévenir de quelque perturbation. Ce sera ce jour-là, la juste récompense de la persévérance, malgré la constance et la régularité parfois fastidieuses des constatations des jours précédents.

Un contrôle complet doit renseigner :

1° Sur la qualité des charbons ;

2° Sur la quantité de houille brûlée par mètre carré de grille heure ;

3° Sur la quantité d'eau évaporée par mètre carré de surface de chauffe heure ;

4° Sur la quantité de vapeur produite par k° de houille ;

5° Sur la façon dont s'est effectuée la combustion.

Les § 2, 3 et 4 constituent la méthode ordinaire du contrôle par le rendement direct de la chaudière ; assez connue pour nous dispenser de la décrire en détails, nous n'en dirons que quelques mots pour en faire ressortir la valeur.

Le § 5 s'attache à déterminer ce que devient le calorique de la houille, perte ou utilisation. C'est surtout sur ce point que nous dirigeons cette étude, dont l'objet est de chercher à découvrir et évaluer les causes de pertes *dans la combustion*, en vue de les amoindrir.

§ 1° LES CHARBONS.

Le charbon ne devrait être payé que selon sa richesse calorifique, et même, en tenant compte de certains autres pouvoirs, notamment la propriété agglutinante. L'évaluation exacte de ces qualités est affaire de laboratoire, et à ce titre n'entrerait pas dans notre cadre.

On sait que le plus sûr procédé est l'emploi de la bombe Malher ; mais cet appareil est coûteux, exige une manipulation exercée et se sert de calculs compliqués, enfin n'est pas industriel.

D'autre part il est aujourd'hui proposé des moyens assez simples et suffisants en industrie. Tous tendent à s'aider de formules et de coefficients controlés et vérifiés par la bombe Malher, mais faciles et prompts. Ils exigent toutefois la séparation et la pesée de certains éléments de la houille sèche, tels que la cendre, le carbone, les matières volatiles.

Toutes les usines pourvues d'un laboratoire rudimentaire peuvent s'offrir les quelques appareils voulus pour cela.

On en trouvera les descriptions et manipulations dans des ouvrages spéciaux assez répandus d'ailleurs.

Rappelons seulement en passant la formule de Goutal qui donne des résultats très approchés de ceux de l'obus Malher.

$$P = 8200\ C + KM.$$

Dans laquelle :

P est le nombre de calories contenues dans 1 k. de houille sèche.

C le poids de carbone fixe d°

M le poids de matières volatiles d°

Et enfin :

K un coefficient qui prend diverses valeurs selon la proportion W

des matières volatiles en % de la partie combustible (houille sans humidité ni cendres)

W	K	W	K
1 à 4 %	10.000 calories.	17 à 22 %	11.000 calories.
5 à 7 »	14.200 »	23 à 28 »	10.300 »
8 à 11 »	13.200 »	29 à 35 »	9.700 »
12 à 16 »	12.000 »	36 à 40 »	8.500 »

Exemple : Soit une houille sèche contenant 81 % carbone.
12 % Matières volatiles. — 7 % cendres.

$$W = \frac{12 \times 100}{81 + 12} = 12,8$$

La formule de Goutal conduirait à

$$P \text{ calories} = (8200 \times 0,81) + (12000 \times 0,12).$$
$$P = 8082 \text{ calories.}$$

Or la bombe de Malher a donné 8130 calories ; différence 48 calories, ou 0,60 %.

Nous croyons intéressant d'apporter ici le résumé d'un long travail encore inédit, de **M. E. Saillard**, qui fut chargé par le syndicat des fabricants de sucre de France de faire un grand nombre d'analyses des charbons employés par la sucrerie française.

Elles ont porté sur l'essai à la bombe, et conjointement sur le dosage des éléments de la houille.

Le but était : 1° de connaître les meilleures mines ;

2° de formuler des règles pratiques pour guider dans l'achat des charbons.

En 1903 il fut fait ainsi 350 analyses, qui ont été rassemblées par groupes de mêmes dosages élémentaires, dont on tira les moyennes des résultats de l'obus. (Tableau ci-après).

Chaque année le même travail se poursuit. Il s'est encore accru en

1904 de 200 analyses. Ces moyennes deviendront donc de plus en plus exactes au fur et à mesure de l'apport de nouveaux résultats analytiques.

Elles peuvent déjà rendre de bons services; et sont tout aussi sures que ce que l'on peut trouver par le calcul.

Voici les conclusions de M. Saillard pour guider dans les marchés :

1° *Le pouvoir calorifique du kilo* de matières volatiles va en diminuant à mesure que la teneur dans la partie combustible va en augmentant (Voir tableau ci-après);

2° *La partie combustible* atteint son maximum (8900 calories) quand elle renferme 18 à 22 % de matières volatiles;

La vapeur d'eau dans la fumée d'un foyer en emportera environ 270 calories dans la cheminée. Restera donc réellement 8630 calories;

3° *Un mélange de charbons* qui donnerait 22 % de matières volatiles ne donnerait pas ce maximum ; mais la somme des parties mélangées;

4° *Le pouvoir calorifique diminue* quand les teneurs en cendres et en matières volatiles augmentent parallèlement de même quantité.

5° *Le pouvoir calorifique descend* au-dessous de 8000 calories quand il y a plus de 8-9 % cendres ;

6° *A pouvoir calorifique réel égal,* c'est le charbon le moins riche en matières volatiles qui est le meilleur ; parce que le carbone fixe s'emploie mieux que les gaz combustibles ;

7° *Au point de vue utilisation*, il faut rechercher les cendres les moins fusibles qui enrobent moins d'escarbilles et encrassent moins les grilles. Les cendres rouges proviennent de houilles généralement sulfureuses;

8° *Dans l'appréciation d'un charbon,* Il faut faire intervenir la question de prix. Ce n'est pas toujours le charbon le plus riche, qui livre les calories au meilleur compte.

Parmi ces 350 analyses :

— *La teneur en cendres* a été comprise entre 3 et 36 %; mais les moyennes sont de 6 à 12 %.

— *La teneur en matières volatiles* % de la matière combustible a été de 12 à 37 %, les moyennes de 18 à 25 %.

— *La teneur en humidité* est comprise entre 0,5 et 3 %. Pour les grains lavés, elle s'est élevée à 5-6 % et plus.

La teneur en soufre % de la matière sèche est comprise entre 0,55 et 1,05 ; de rares exceptions sont sorties de ces limites sans dépasser 0,31 et 1,33 %.

Les calculs du tableau ci-après ont été faits en tablant sur 8140 calories pour le carbone fixe, et sur des chiffres arrondis des pouvoirs calorifiques (obus) des matières volatiles.

POUVOIRS CALORIFIQUES QUE PREND 1 KILO DE MATIÈRES COMBUSTIBLES
(Carbone et gaz)

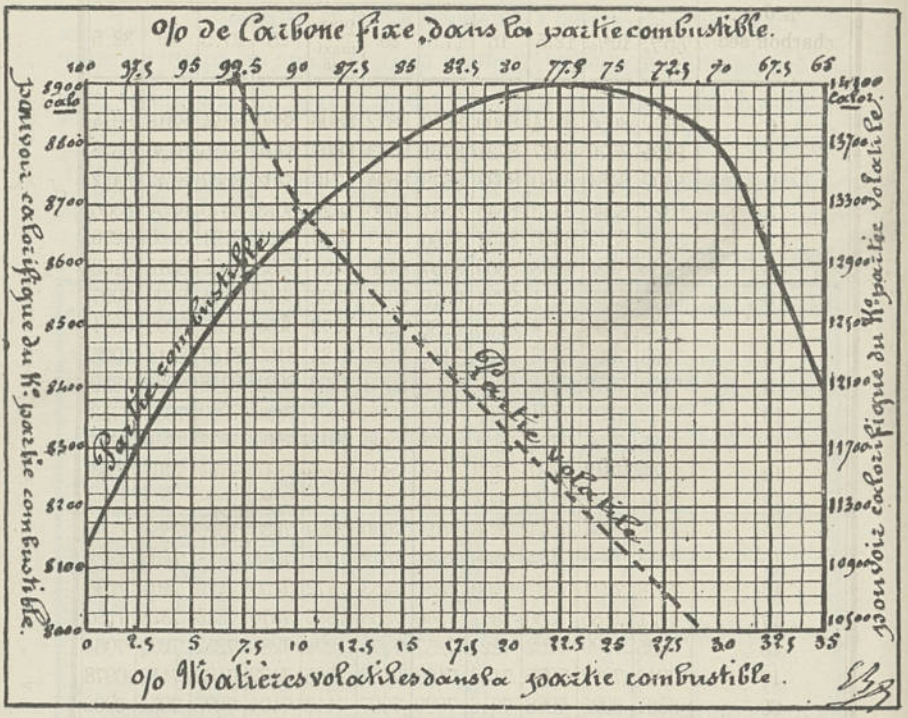
MATIÈRES COMBUSTIBLES			POUVOIR CALORIFIQUE D'UN KILO	
Carbone fixe %	W Matières volatiles %	Total	de Matières volatiles	de Matières combustibles réunies
92.5	7.5	100	14.000 Calories	8.579 Calories
90	10	100	13.300	8.656
87.5	12.5	100	12.900	8.734
85	15	100	12.600	8.809
82.5	17.5	100	12.200	8.850
80	20	100	11.800	8.872
77.5	22.5	100	11.500	8.896 Maxima
75	25	100	11.100	8.880
72.5	27.5	100	10.700	8.844
70	30	100	10.400	8.818

Ce tableau peut servir à construire le graphique ci-après en portant en ordonnées les pouvoirs calorifiques des matières combustibles et en abscisses les teneurs en matières volatiles. On y perçoit bien les variations des richesses calorifiques et le maximum indiqué à 22 ½ %, sommet de la courbe qui monte plus lentement en dessous de 22 qu'elle ne descend en dessus de 22 %.

On y voit clairement aussi qu'un charbon à 5 % de matières volatiles peut être aussi riche qu'un autre à 34 %. De même que 17 et 27 cela dépend de la teneur en carbone fixe.

Il n'y a donc pas une composition unique de charbon donnant un pouvoir calorifique déterminé.

Fig. 1.



Pour conclure, nous tirerons des documents de M. Saillard que la sucrerie française reçoit des houilles de France, Belgique et Allemagne, dont la richesse calorifique ne dépasse guère le minimum de 6800 calories, ni le maximum de 8600 par kilo brut sec. De là le classement,

Mauvais	en dessous	de 7000 calories
Médiocres	—	de 7000 à 7500
Passables	—	de 7500 à 8000
Bons	—	de 8000 à 8500
Extras	au-delà	de 8500 calories.

POUVOIR CALORIFIQUE (*obus*) DE CHARBONS SECS suivant le % des cendres du charbon et le % des matières volatiles dans la partie combustible seule.

Tableau dressé par *M. Saillard*, comme résumé de 350 analyses.

CENDRES % du charbon sec	TENEUR DES MATIÈRES VOLATILES EN % DE LA PARTIE COMBUSTIBLE SEULE										
	7.5%	10%	12.5	15	17.5	20	22.5 maxima	25	27.5	30	32.5
0	8579	8656	8734	8809	8850	8872	8896	8880	8844	8818	8614
1	8494	8570	8647	8721	8761	8783	8807	8791	8756	8730	8528
2	8409	8484	8560	8633	8673	8694	8718	8702	8667	8642	8442
3	8322	8398	8473	8545	8584	8606	8629	8613	8579	8554	8356
4	8236	8312	8386	8457	8496	8517	8540	8524	8491	8466	8270
5	8150	8224	8298	8369	8407	8429	8451	8435	8402	8378	8183
6	8065	8138	8211	8281	8319	8340	8362	8346	8314	8290	8097
7	7979	8051	8124	8193	8230	8251	8273	8258	8225	8202	8011
8	7893	7964	8036	8105	8142	8162	8184	8169	8137	8114	7925
9	7808	7878	7949	8017	8053	8073	8096	8081	8048	8026	7839
10	7722	7291	7861	7929	7965	7985	8007	7992	7960	7937	7753
11	7635	7705	7774	7841	7877	7896	7918	7903	7872	7849	7667
12	7549	7618	7687	7753	7788	7807	7929	7814	7784	7761	7581
13	7464	7531	7599	7664	7700	7719	7739	7725	7695	7673	7494
14	7378	7444	7511	7576	7611	7630	7650	7636	7606	7584	7408
15	7293	7358	7424	7488	7523	7542	7561	7548	7518	7496	7322
16	7378	7271	7337	7400	7434	7453	7472	7459	7429	7407	7236
17	7121	7185	7250	7312	7345	7363	7383	7370	7340	7318	7150
18	7035	7099	7162	7224	7257	7274	7294	7281	7252	7230	7064
19	6949	7012	7075	7136	7168	7185	7205	7192	7163	7142	6978
20	6864	6925	6988	7048	7080	7097	7116	7104	7075	7054	6892

Exemple : après dessication un charbon accuse à l'analyse :

- Cendres..... 5 %
- Matières volatiles 19
- Carbone fixe.. 76

Les matières combustibles contiennent donc :

$$\frac{19 \times 100}{95} = 20\ \%$$ de matières volatiles.

Chercher 5 % dans la 1re colonne verticale ; chercher 20 % dans la 1re ligne horizontale ; lire à l'intersection des colonnes 8429 calories. Ces moyennes sont à moins de 200 calories près dans les cas des plus grands écarts ; soit 2 à 2 1/2 % près.

Déduire pour l'humidité, environ 270 calories.

Remarquer les maximums à 22 1/2 % de matières volatiles.

CONTROLE DIRECT PAR LE RENDEMENT DE LA CHAUDIÈRE.

Les § 2, 3 et 4 (page 541), concourent à considérer le rendement en vapeur du générateur, et à l'évaluer sous divers rapports.

On sait qu'il consiste à peser le combustible dépensé, à peser également l'eau vaporisée sous telle pression et alimentée à telle température.

Puis par de simples calculs, on rapporte ces données à la durée d'une heure ; de là on arrive facilement, connaissant les surfaces de grille et de chauffe à :

a). La quantité de houille brûlée par heure et mètre carré de grille.

b). La quantité d'eau évaporée par mètre carré heure de surface de chauffe.

c). La quantité d'eau évaporée par k^0 de combustible.

d). Au rendement calorifique $^0/_0$ de celui du combustible.

A. Pour que la conduite de la combustion soit aussi facile que possible, dans les foyers d'usines, on doit brûler généralement 60 à 80 k^{os} de houille par mètre carré de grille heure. Mais l'on peut différer de beaucoup selon le besoin de vapeur. C'est une question de tirage dont on est maître d'ailleurs. Avec moins, la grille n'est pas suffisamment couverte ; avec plus, les décrassages deviennent fréquents.

B. La vaporisation ordinaire par mètre carré heure de surface de chauffe est de 10 - 13 k^{os}. Plus elle est réduite plus elle est économique ; mais cela conduit à augmenter les dimensions des chaudières et le prix d'installation. Le contraire se traduit par un excès de dépense de charbon. Il faut donc se limiter raisonnablement.

Les divers systèmes de chaudières offrent d'ailleurs des rendements différant de ces chiffres, qui se rapportent au type le plus répandu : la 1/2 tubulaire.

C. La vaporisation par k° de houille varie aussi avec le système de chaudière et, en chaque cas, dépend de la conduite des feux. Elle est de 5 à 9 k^os et demeurent souvent entre 6 1/2 et 7 1/2 k^os.

D. Pour établir un terme de comparaison, on la rapporte à l'évaporation d'une eau qui serait alimentée à zéro température, et rendue à l'état de vapeur à 100 degrès ou 1 atmosphère ; quelles que soient les autres données. (L'Association des Propriétaires d'appareils à vapeur de Lille se rapporte à 0° et 5 atmosphères : affaire de convention).

Toutefois cette comparaison *ne dit rien* quand on néglige de faire intervenir la valeur du combustible , et peut conduire à une appréciation fausse de la qualité de la chaudière. C'est ce qu'il est utile de faire ressortir ici par un exemple pour éclaircir un préjugé.

Exemple : Supposons qu'une chaudière évapore 8 k^os d'eau à 5 atmosphères, ou 150°, l'eau étant alimentée à 40° ; quelle serait la vaporisation équivalente, si l'eau était alimentée à zéro et rendue en vapeur à 100° ?

Chaque k° de vapeur à 150° contient :

606,5 + (0,305 × 150) . . . . . = 652 calories.

Chaque k° d'eau alimentée à 40° contenait. . = 40 »

La différence absorbée par k° de vapeur . = 612 calories.

or chaque k° de vapeur à 100° contient 637 calories.

Donc le rapport pour 8 k^os vaporisés sera :

$$\frac{8 \times 612}{637} = 7 \text{ k}^{os}\ 69 \text{ par k}^{o} \text{ de houille.}$$

Si nous avons employé une houille à 7000 calories le rendement pratique sera :

$$\frac{7{,}69 \times 637}{7000} = 71.3\ \%.$$

Mais si la houille est à 8.400 calories ce même rendement devient

$$\frac{7{,}69 \times 637}{8400} = 58.3\ \%$$

On voit par là que le *même rendement* pratique de 7 k^os 69

devient excellent pour la chaudière, si la houille est à 7000 calories et fort médiocre, si la houille est à 8400 calories.

Il ne fallait donc rien conclure du chiffre 7 k^os 69 ; c'est cependant ce que l'on fait trop ordinairement.

En outre, le contrôle par l'évaporation révèle bien en bloc le résultat final d'un essai ; mais en cas de mécompte, n'accuse le mal que quand il est fait ; puis n'en dit ni la cause ni le remède.

Il exige quelques frais d'installation, et surtout il impose une sujétion, une assiduité de la surveillance, souvent génantes en industrie.

§ 5. — CONTROLE DE LA COMBUSTION.

Dans la pratique journalière, il est plus suggestif que le précédent; car il peut dire à tout moment ce qui se passe et comment. Il est en outre plus facile et moins assujettissant. Sans se préoccuper de l'état de la chaudière, qui est invariable pour chaque jour de marche industrielle, il fait mieux ressortir la pratique du chauffeur durant la journée.

Enfin à l'encontre du précédent qui s'attache à fixer le rendement, celui-ci s'attache à fixer les pertes. Ils se complètent donc bien l'un par l'autre.

Principe de l'Économie dans la combustion.

Il réside en trois conditions :

1° *Brûler le plus complètement possible la houille et les gaz combustibles, afin de mettre en liberté le plus possible des calories y contenues ;*

2° *Produire des gaz à la plus haute température possible, afin de faciliter la pénétration maximum, dans la chaudière, des calories prises par eux à la houille ;*

3° *Perdre ces gaz à la plus basse température possible, afin qu'il reste le plus possible de leurs calories dans la chaudière.* Il y a là une grosse cause de perte, nécessaire et inévitable ; mais il faut l'amoindrir en la surveillant.

L'analyse de la fumée renseignera sur les deux premières conditions ; car de la teneur en acide carbonique, nous pourrons déduire le volume d'air comburant employé par k° de houille ; et de là tirer de multiples conséquences. Disons ici en passant que les meilleurs rendements de la combustion ont toujours correspondu pratiquement à une teneur de 12-14 % de CO^2 dans la fumée ; ce qui indique l'emploi de 10 1/2 à 12 1/2 mètres cubes d'air par k° de charbon.

Pour être renseigné sur la 3e condition, il suffit de prendre la *température des gaz* au point où ils cessent de lècher la chaudière. On ne devrait trouver que 60 à 80° de plus qu'à la vapeur contenue. Si l'on a des réchauffeurs ou économiseurs, la fumée à la sortie ne doit indiquer que 60 à 80° de plus qu'à l'eau d'alimentation.

On voit par là que pour le contrôle de la combustion, il ne nous faut que deux instruments.

Un Analyseur de fumée.

Un Pyromètre.

Il est un autre instrument : l'**indicateur de tirage**, qu'il convient de mentionner aussi, mais qui est plutôt un instrument de réglage de l'air comburant. Le contrôle le met au point. En retour, il intervient efficacement dans certaines recherches du contrôle lui-même.

Décrivons donc succinctement ces trois appareils, nous verrons ensuite comment, en relevant leurs indications, on arrive à contrôler l'état de réalisation des trois principes sus énoncés (*page* 550).

Analyse des gaz.

Nous avons connu ou employé pas mal d'analyseurs, allemands surtout ; mais qui n'ont répondu qu'imparfaitement à nos besoins. Aussi avons-nous été poussé à créer mieux ; et, grâce au concours de notre collègue, M. Dubuisson, l'avons amené au point de perfection où il est ici présenté, avec clichés créés pour le présent Bulletin.

* * *

Dans les foyers de générateurs, la première difficulté est la *captation de la fumée :* parce qu'elle est sous dépression. Il faut donc l'aspirer. En outre, pour ne pas être assujetti à une action continue, il faut que cette fumée s'accumule *automatiquement* dans un réceptacle, à raison de quantités égales en des temps égaux. De sorte, qu'après un laps de temps : soit une journée, on ait un échantillon représentant la moyenne des qualités produites du matin au soir. Enfin, il faut tenir l'échantillon à l'abri de toute altération, soit par des rentrées d'air, soit par disparition de certaines parties de gaz, tel que le CO^2, plus soluble dans l'eau que les autres gaz qui l'accompagnent.

Il faut aussi que ce mode de prélèvement continu, sans être contrarié, n'empêche pas à tout moment désiré de prélever un autre petit échantillon des gaz fabriqués en ce moment et en vue d'une analyse partielle.

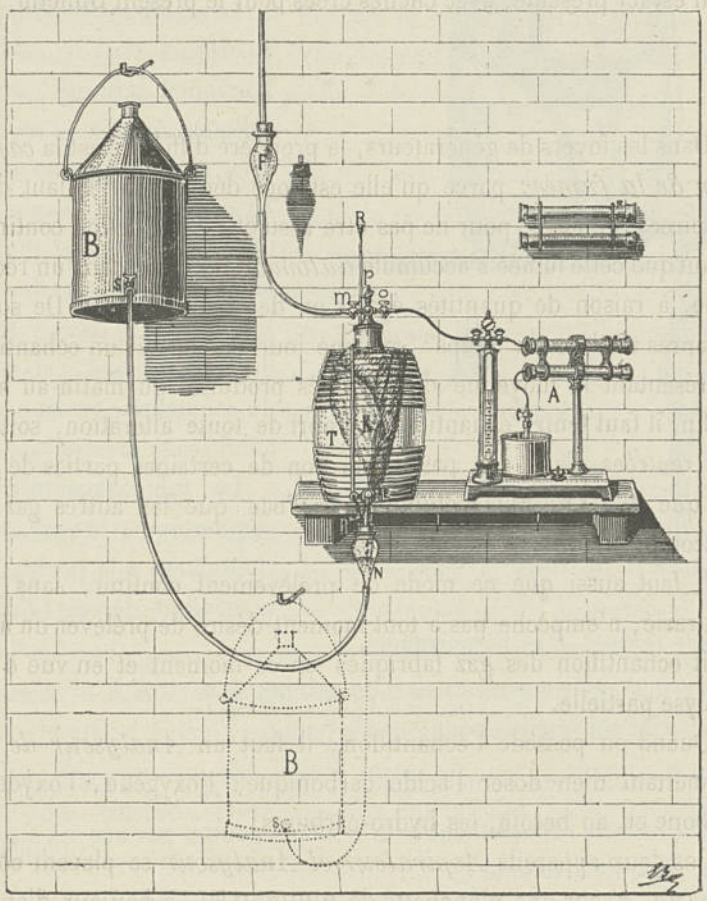
Quand on possède l'échantillon, il faut un *Analyseur de gaz* permettant d'en doser l'acide carbonique, l'oxygène, l'oxyde de carbone et, au besoin, les hydro-carbures.

Ces deux appareils *Aspirateur et Analyseur* se placent côte à côte (*fig.* 2) sur une planchette de 600/250 $^{m}/_{m}$ à hauteur d'appui, soit dans la chaufferie, soit dans la machinerie, soit dans le bureau voisin du chef. On dispose ordinairement d'un aspirateur pour chaque chaudière et d'un analyseur pour toute la batterie.

Aspirateur-Échantillonneur.

Il est relié, par une conduite de quelques millimètres diamètres, avec l'intérieur du carneau de la chaudière, à quelque distance que

Fig. 2.



ce soit. Sur ce conduit, et près de la chaudière, est interposé un filtre à ouate *F* (*fig.* 2) pour retenir les suies.

L'*aspirateur* se compose d'un baril *T* en verre fort, de 10 litres (*fig.* 3) avec goulot supérieur et orifice inférieur.

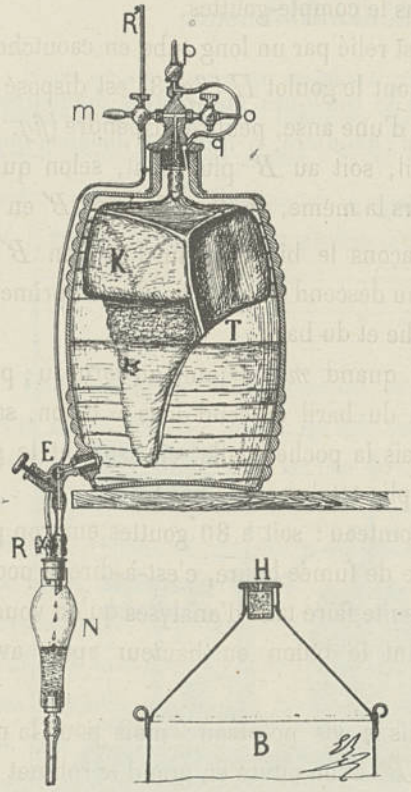


Fig. 3.

Le goulot est fermé par un bouchon caoutchouc, traversé par un tube central et un tube excentré.

Le premier communique, au-dessus avec le conduit horizontal terminé par les robinets *m* et *o*, et au-dessous, avec une grosse poche en caoutchouc souple *K*, dont les formes et dimensions lui permettent de s'appliquer sur la paroi interne du baril, avant extension du caoutchouc, c'est-à-dire gonflé sans pression.

Le tube excentré fait communiquer le baril, extérieurement à la poche, par le conduit dérivé *Q O P* avec le robinet *P* et l'atmosphère.

L'orifice inférieur est garni d'un robinet spécial *E* à 3 voies, tel que la clef convenablement tournée peut :

1° Produire l'écoulement rapide et direct *T E N*, ou inversement ;

2° Produire l'écoulement lent, goutte à goutte, par une vis à pointeau, réglable à volonté ;

3° Arrêter tout écoulement.

Au dit robinet *E* est suspendue une allonge en verre *N*, qui permet de voir l'écoulement et, au besoin, de compter les gouttes.

Un petit tuyau *R R'*, fermé par un robinet *R*, permet l'évacuation ou la rentrée d'air dans le compte-gouttes.

Enfin, ce compte-gouttes est relié par un long tube en caoutchouc avec un bidon de 12 litres, dont le goulot *H* (*fig.* 3) est disposé en filtre à ouate. Ce bidon, muni d'une anse, peut se suspendre (*fig.* 2), soit en *B* plus bas que le baril, soit au *B'* plus haut, selon qu'on veut faire passer l'eau, toujours la même, de *T* en *B* ou de *B'* en *T*.

Fonctionnement. — Plaçons le bidon plein d'eau en *B'* et ouvrons tous les robinets, l'eau descend dans le baril, comprime la poche et chasse l'air de la poche et du baril.

Fermons ensuite *P O R*, quand *m* est joint au carneau ; puis plaçons le bidon en *B*. L'eau du baril descend dans le bidon, sans paraître vider le tonneau ; mais la poche gonfle, en aspirant le gaz par le robinet *m*, jusqu'à remplir totalement le baril.

Or, on a pu régler la vis pointeau : soit à 80 gouttes environ par minute, ce qui mesure un litre de fumée heure, c'est-à-dire la poche en une journée. On pourra ensuite faire tant d'analyses qu'on voudra de cet échantillon, en plaçant le bidon en hauteur après avoir fermé *m*.

On ne dérange plus jamais la vis pointeau ; mais pour la nuit on laisse le bidon en hauteur *B'* et on ouvre en grand le robinet *E*. L'eau revient en quelques minutes dans le baril et le lendemain matin on trouve le tout prêt à recommencer l'aspiration.

Pendant le jour, alors que la poche gonfle lentement, on peut appeler la fumée de *F* par *m. o* dans l'analyseur *A* (*fig.* 2) sans rien déranger, si l'on veut analyser le gaz qui passe en ce moment.

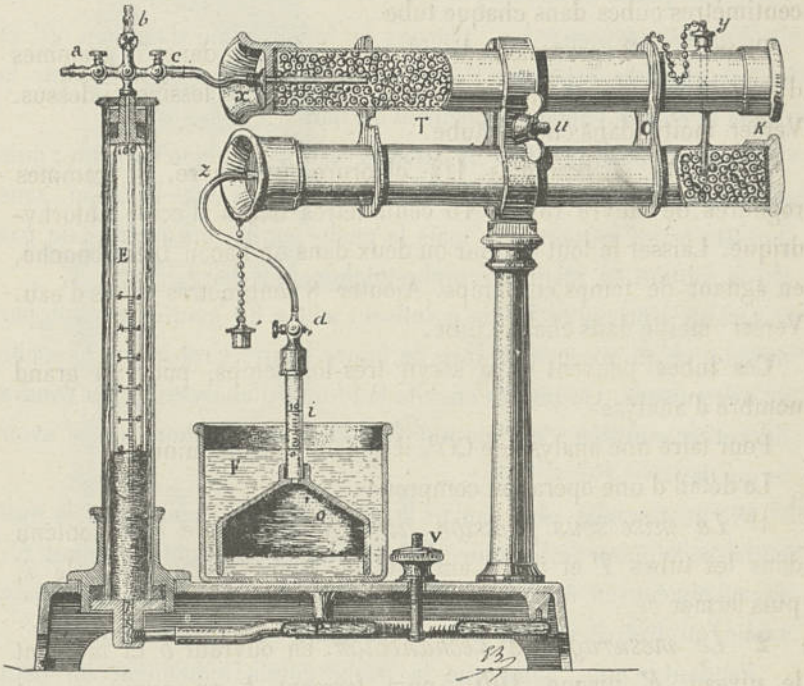
Le déplacement du bidon matin et soir demande quelques secondes, chaque analyse demande une minute, sans connaissances chimiques.

Analyseur.

Il est monté sur socle en fonte émaillée recevant à gauche (*fig.* 4) une éprouvette *E* en verre, graduée en centièmes. Elle commu-

nique en dessous avec une poche annulaire P en caoutchouc, contenant de l'eau et que l'on comprime en serrant la vis V pour refouler l'eau en E, ou qu'on déprime pour faire descendre l'eau en E. Un conduit capillaire surmontant l'éprouvette E est garni de trois petits robinets a. b. c.

Fig. 4.



A droite, une colonnette porte un faisceau de 2 tubes T remplis de perles imbibées d'une liqueur absorbante, et communiquant entre eux par le tube y.

En F un bassin à eau contient une cloche o, forme d'entonnoir, dont le goulot est prolongé par un tube en verre i gradué de 0 à 10, et terminé par un robinet d. De petits tubes caoutchouc joignent cx et zd.

Quand la pression atmosphérique règne dans E T i commu-

niquants, le niveau en *F* est au zéro de *i*. Si l'on déprime *V*, le ménisque monte en *i*, si l'on comprime, il descend dans *o*.

Préparation des tubes T. On dispose d'un faisceau de deux tubes T, pour chacun des gaz CO^2, O. CO. Les perles sont alors imbibées des liqueurs suivantes :

Pour CO^2 : lessive de potasse caustique presque saturée ; 12 centimètres cubes dans chaque tube.

Pour O : 3 grammes d'acide pyrogollique dans 7 grammes d'eau, puis ajouter 11 centimètres cubes de la lessive ci-dessus. Verser moitié dans chaque tube.

Pour CO : 2 grammes 1/2 chlorure de cuivre, 4 grammes rognures de cuivre rouge, 15 centimètres cubes d'acide chlorhydrique. Laisser le tout un jour ou deux dans un flacon bien bouché, en agitant de temps en temps. Ajouter 8 centimètres cubes d'eau. Verser moitié dans chaque tube.

Ces tubes peuvent ainsi servir très-longtemps, pour un grand nombre d'analyses.

Pour faire une analyse de CO^2, il ne faut pas une minute.

Le détail d'une opération comprend :

1° *La mise sous pression atmosphérique* de l'air contenu dans les tubes *T* et *i* ; en amenant le ménisque au zéro de *i*, puis fermer *c*.

2° *Le mesurage de l'échantillon* en ouvrant *b* et montant le niveau *E* jusque 100, puis fermant *b* on ouvre *a*, et l'on descend le niveau *E* jusque 2 ou 3 centimètres plus bas que zéro. On met l'échantillon sous pression atmosphérique en le comprimant d'abord légèrement et en chassant l'excès par le robinet *b* en même temps qu'on relève *E* au zéro, en évitant la rentrée d'air. Enfin, fermer *b* et ouvrir *c* ;

3° *L'absorption* en montant le niveau de *E* au 100, l'échantillon entre en *T* et l'air contenu en *T* vient en *o* On attend quelques secondes;

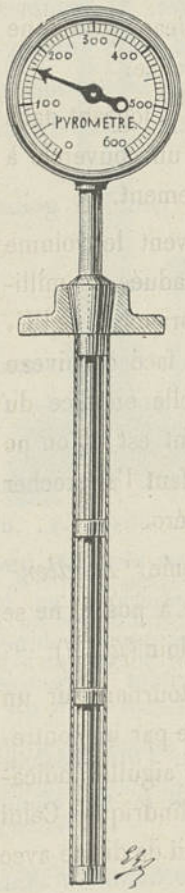
4° *La lecture du résultat.* On rappelle l'échantillon dans

l'éprouvette, en en descendant le niveau doucement jusqu'à ce que le ménisque apparaisse ; et on l'arrête à son zéro. On lit alors sur l'éprouvette le manquant absorbé.

Fraction de $^0/_0$. Si le niveau s'arrête entre 2 graduations de E, on le descend à celle inférieure. Mais le ménisque monte en i sur une graduation qui indique des dixièmes de centièmes de E à ajouter aux $^0/_0$ qu'indique alors l'éprouvette. Donc le résultat est lu à 1/1000 près.

Nota. — Il est fourni avec l'analysateur une notice détailllant plus au long les divers instruments et leurs manipulations, et qui renferme aussi des documents plus étendus sur la pratique du contrôle, et de la chauffe. Elle contient en incartage un grand tableau résumé synoptique et graphique à apposer près des appareils et donnant tout faits, les calculs relatifs au contrôle et au réglage du foyer, sans que le contrôleur soit tenu à aucune connaissance spéciale.

Fig. 5.



Pyromètre.

On en trouve bon nombre de systèmes dans le commerce.

Ceux en verre, gradués jusque 400° sont les plus exacts. Leur fragilité et leur lecture à faible distance sont leurs inconvénients.

Aussi leur préfère-t-on souvent ceux basés sur le principe de la dilatation des métaux, système Gauntlett (*fig.* 5).

En tous cas leur place est dans le carneau entre la chaudière et le registre, à l'abri des rentrées d'air et le cadran visible pour le chauffeur.

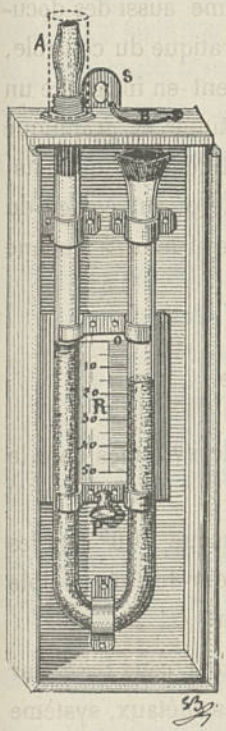
Un seul suffit pour la batterie de générateurs, en le déplaçant de l'un à l'autre de temps en temps.

Indicateur de tirage.

Il en existe aussi de bien des sortes. Le plus simple est composé d'un tube de verre courbé en U et contenant de l'eau.

L'une des branches est en communication avec le carneau, au point où règne la dépression à mesurer ; l'autre avec l'atmosphère. Il s'établit dans les 2 branches une différence de niveau d'eau qui donne en millimètres l'indication cherchée.

Fig. 6.



On complète cet appareil en le logeant dans une petite boîte fermant par un couvercle à glissières et suspendue verticalement.

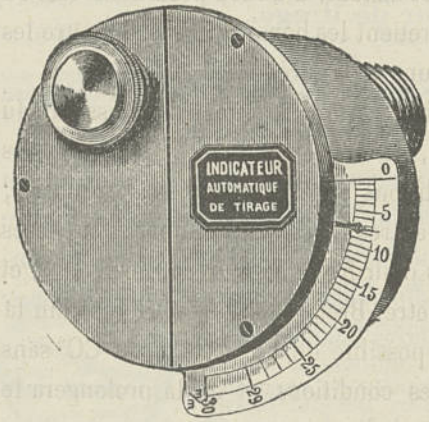
Pour éviter de régler souvent le volume d'eau, une échelle mobile, graduée en millimètres, se déplace entre les 2 branches de l'U. Pour lire on place le zéro en face du niveau supérieur et on lit sur l'échelle en face du niveau inférieur. L'inconvénient est qu'on ne peut lire à distance, et qu'il faut l'approcher aussi pour placer l'échelle au zéro.

Aussi préférons-nous le système "*Hudler*" sans liquide, ni ressort, facile à poser, ne se détraquant jamais et lisible au loin (*fig.* 7).

Il contient une membrane tournant sur un axe horizontal et tenue verticale par un contrepoids. Elle est solidaire d'une aiguille indicatrice et partage en 2 compartiments une boîte cylindrique. Celui de gauche est en communication avec le carneau. Celui de droite avec l'atmosphère.

La surpression de droite fait incliner la membrane jusqu'à ce que le contrepoids la tienne en équilibre statique.

Fig. 7.



Or l'aiguille solidaire reproduit sur le cadran le déplacement de la membrane et indique la dépression dans le carneau en $^{m}/_{m}$ d'eau.

On le place en vue du chauffeur, mais on le relie par un tube avec un point *quelconque* du carneau ; de préférence loin du foyer dans le parcours des gaz ; car la dépression y est plus forte, mais proportionnelle à celle du foyer.

Pratique du contrôle de la combustion.

Dès que les instruments sont posés, on peut se rendre compte de la marche présente de la chaudière telle qu'elle est, bonne ou mauvaise, et la comparer avec d'autres reconnues bonnes.

Mais chaque installation pouvant atteindre une allure maximum, différente de celle d'une autre installation, il est bon de connaître la meilleure possible, pour le foyer qui nous intéresse, afin de lui comparer ses marches de l'avenir.

A cet effet, quand il sera possible, on procédera à un nettoyage général, visite et mise en bon état des foyers, carneaux, chaudière. Puis on confie la chauffe à un bon chauffeur.

Pendant les chauffes d'essai et soignées, on procède à de fréquentes analyses, et l'on observe le pyromètre et le tirage.

L'objectif pratique est d'atteindre 12-14 % d'acide carbonique, ce qui est le résultat de la combustion industrielle d'un kilo de houille par 11 ½ mèt. cub. d'air environ.

Il ne s'agit pas seulement de quelques analyses sur des fumées

prises au pasage ; mais sur des échantillons accumulés durant au moins 1/2 heure à 1 heure, dans notre aspirateur.

Cependant des analyses de gaz pris au passage serviront aussi à reconnaître le rendement, en cet instant, d'un feu présentant tels ou tels sympthômes observés. On retient les bons, sans méconnaître les mauvais, afin de prolonger les uns et de raréfier les autres.

Pendant ces chauffes d'essai on variera le tirage, l'épaisseur du feu, le mouillage du charbon, la fréquence et l'importance des charges ; enfin toutes les conditions généralement indéterminées ; tout en veillant strictement aux autres conditions connues et imposées par les règles de l'art : rentrées d'air froid, feux irréguliers, etc., et surtout au maintien du manomètre. Bref quand on aura reconnu la marche qui fournit le plus près possible de 12 à 13 % de CO^2 sans dépasser 14 % ou en notera les conditions, et on la prolongera le plus possible comme marche de régime.

D'autre part le *Pyromètre* devra marquer pour le mieux

Pour 4 k° de pression	6 kilo	8 kilo	10 kilo	12 kilo
210 à 230 degrés	225 à 245	235 à 255	245 à 265	250 à 270

s'il y a plus, c'est que l'intensité du feu est forte par rapport à la surface de chauffe, pour l'entretien de la pression ; ou bien qu'il y a des effondrements de cloisons dans les carneaux, etc., donc excès de combustion.

S'il y a moins, c'est qu'il y a des rentrées d'air froid dans les carneaux par des crevasses dans la maçonnerie.

Dans les deux cas il faut se rendre compte.

L'indicateur de tirage, pendant les chauffes d'essai, a varié souvent ses indications. On ne manquera certainement pas de remarquer que les moments de bons rendements, en CO^2, ont correspondu à un certain degré de tirage. (particulier à chaque installation) qui sera précisément *le plus faible tirage, capable toutefois de bien tenir la pression manométrique.*

Avec une bonne installation et un bon chauffeur, on doit atteindre 11 % CO^2 dans la fumée accumulée, sans dépasser 14 %. En tous cas le maximum qu'on obtiendra deviendra un terme de comparaison, jusqu'à ce qu'on puisse par des marches améliorées et sans cesse contrôlées, arriver aux 11 % désirés et même 13 si possible.

En même temps on aura noté la température du *pyromètre* durant les bonnes périodes. Ce sera un point normal, surtout s'il correspond aux chiffres ci-dessus.

Et enfin on aura noté également le degré de *tirage minimum* de ces bonnes périodes. Ce sera un autre point normal à noter.

INDICATIONS

fournies par les instruments en vue de contrôler les trois conditions d'économie (*page 550*).

1° **Volume d'air employé par k° de houille.** — Cette connaissance est la clef du contrôle de la combustion, la principale indication. L'analyse de la fumée est le moyen de la trouver.

On sait que la houille contient en proportions variables des gaz — du carbonne fixe — des cendres. Parmi les gaz, presque tous combustibles, il y a cependant quelque peu d'oxygène. En supposant que tout cet oxygène soit combiné ave une partie de l'hydrogène, il reste un surplus d'hydrogène $= H - \frac{O}{8}$ que nous appellerons hydrogène en excés, et qui empruntera pour brûler de l'air atmosphérique, tout comme les autres gaz combustibles, et le carbone fixe lui même. Ceci dit:

Supposons un bon charbon sec à longue flamme contenant en poids 81 % carbone — 7 % cendres — 12 % matières volatiles dont 3 3/4 % d'hydrogène en excès.

A. Puisque l'acide carbonique contient en poids 27, 27 % de C

et 72,72 % de O, si dans notre k° de houille les 810 gram. de C sont transformés en CO^2 on aura employé, (ramenés à zéro température et à 760 m/m)

$$\frac{810}{27,27} \times 72,72 = 2160 \text{ gram, d'oxygène de l'air.}$$

Le poids de l'O étant 1,43 gram. par litre on aura employé

$$\frac{2160}{1,43} = 1510 \text{ lit d'oxygène de l'air.}$$

Or on sait que le volume de CO^2 produit de la combustion est précisément égal au volume d'O qui l'a formé, donc on a produit :

1510 lit, de CO^2.

Mais l'air contient 21 % d'O et 79 % d'A^z. Il sera donc passé dans la combustion :

$$\frac{1510}{21} \times 79 = 5688 \text{ lit. d'azote,}$$

avec les 1510 lit. d'oxygène,

soit au total 7198 lit. d'air,

dont le volume initial, toujours considéré ramené à zéro température et à pression 760 n'a pas changé.

B. — Les 37 grammes 1/2 d'hydrogène en excès pèsent par litre 0, 089 grammes, donc il y a :

$$\frac{37,5}{0,089} = 421 \text{ litres de H.}$$

Or, l'hydrogène brûle dans la moitié de son volume d'oxygène ; il faudra donc :

$$\frac{421}{2} = 210 \text{ litres de O,}$$

pour former de l'eau qui disparaît comme gaz sinon comme vapeur.

Mais il est entré avec ces .. .. 210 lit. d'oxygène,

$$\frac{210}{21} \times 79 = 790 \text{ lit. d'azote,}$$

Soit au total ..... 1000 lit. d'air.

Récapitulant, nous poserons que le kilo de houille a employé pour :

810 gr. C...	1510 lit. d'O...	soit 7198 lit. d'air...	le volume restant $CO^2 + Az =$	7198 lit.
37,5 gr. H...	210 lit. d'O...	soit 1000 lit. d'air...	le volume restant $Az =$	790 lit.
Pour 1 k° houille..	1720 lit. d'O...	soit 8198 lit. d'air...	le volume restant $CO^2 + Az =$	7988 lit.

Rapportant le CO^2 1510 lit. au volume total % on à

$$\frac{1510 \times 100}{7988} = 18,9 \text{ \% de } CO^2$$

soient 8 mèt. cubes de fumée contenant 18,9 % CO^2.

Telle serait une combustion théorique dont, les produits seraient ramenés à zéro et 760.

A d'autres températures et pressions, le volume changerait ; mais le rapport ne changerait pas et resterait 18,9 % CO^2.

Pour tout autre échantillon de houille on trouverait, par un calcul semblable, de 16 à 20 % CO^2 et pour du carbone pur 21 %.

Remarquons que si, au lieu de 8 mèt. cubes, on avait employé deux, trois. quatre fois autant d'air, le volume absolu de CO^2 serait resté le même 1510 lit., le carbone n'en pouvant fournir davantage ; mais, dilués dans deux, trois, quatre fois autant de gaz, la proportion tomberait dans un rapport inverse au nombre de fois 8 mèt. cubes d'air employés et ce nombre serait :

$$N = \frac{18.9 \times 8}{\% \ CO^2} \text{ par kilo de houille.}$$

Partant de là, nous avons calculé la 2e colonne du tableau suivant en faisant successivement le % CO^2 = 1, 2, 3, 4.... 14... 15.

Tableau de Calculs faits.

0/0 CO^2	Volume d'air brûlé 0° et 760 m/m	Degrés des flammes	Pertes par la cheminée, 0/0 du charbon, pour température de									
			100°	125°	150°	175°	200°	225°	250°	275°	300°	325°
3	50.4	435	23	28.7	34.5	40	46	51.8	57.5	63.3	69.1	74.8
4	37.6	580	17.2	21.6	25.9	30	34.5	38.8	43.3	47.5	51.8	56.1
5	30.2	725	13.8	17.2	20.7	24.1	27.6	31	34.5	38	41.4	44.8
6	25.2	870	11.5	14.3	17.2	20	23	25.9	28.7	31.6	34.5	37.4
7	21.6	1015	9.8	12.3	14.8	17.2	19.7	22.2	24.6	27.1	29.6	32
8	18.8	1160	8.6	10.8	12.9	15	17.2	19.4	21.6	23.7	25.8	28
9	16.8	1305	7.6	9.5	11.5	13.4	15.3	17.2	19.1	21.1	23	24.9
10	15.1	1450	6.9	8.6	10.3	12.0	13.8	15.5	17.2	19.0	20.7	22.4
11	13.7	1595	6.2	7.8	9.4	10.9	12.5	14.1	15.7	17.2	18.8	20.4
12	12.5	1840	5.7	7.1	8.6	10	11.5	12.9	14.3	15.8	17.2	18.7
13	11.6	1885	5.3	6.6	7.9	9.3	10.6	11.9	13.3	14.7	15.8	17.2
14	10.8	2030	4.9	6.1	7.3	8.6	9.8	11.1	12.3	13.6	14.7	16
15	10.0	2175	4.6	5.7	6.9	8.0	9.2	10.3	11.5	12.7	13.8	14

Donc aucun calcul à faire. Connaissant le $^0/_0$ CO^2 dans la fumée on trouve en regard le volume d'air employé par k° de charbon.

Pour mieux faire percevoir les variations du volume d'air employé, d'après la connaissance de la teneur en CO^2 nous avons aussi tracé le graphique ci-après, en portant sur l'axe des abscises *AC* des divisions, représentant des nombres de mètres cubes d'air, et sur l'axe des ordonnées *AB* les teneurs successives en CO^2. Les perpendiculaires à chacun de ces axes menées par les chiffres des deux premières colonnes ci-avant donnent, par points, une courbe (hyperbole équilatère) qui est la *loi de la combustion* en ce qui nous concerne ici.

Donc pour connaître le volume d'air employé, partant de la teneur en CO^2, on suit l'horizontale jusqu'à la courbe ; de là on suit la verticale jusqu'à l'échelle AC, où on lit le volume d'air employé.

En pratique, l'on conçoit bien que tous ces atomes de carbone n'ont pas pu rencontrer d'autres atomes d'oxygène pour s'y combiner.

Il faut un excès d'air. De nombreuses expériences ont démontré que les meilleurs résultats obtenus ont correspondu à un dosage de 12-14 % de CO^2 dans la fumée ; soit quand on a employé 12 1/2 à 10 mètres cubes d'air. Or l'on rencontre trop généralement dans les chauffes industrielles, peu soignées, 6 % et moins de CO^2 ; soit 25 mètres cubes, et plus : c'est-à-dire 100/100 d'excès. C'est ce qui nous a fait dresser en dessous de la ligne *BE* l'appellation de diverses catégories de marches de la combustion.

On verra plus loin les conséquences chiffrées d'un emploi d'excès d'air ; faisons seulement remarquer, par le graphique, combien varie beaucoup le volume d'air par rapport à un % CO^2 dans les basses teneurs en CO^2, et combien il varie peu dans les hautes teneurs. C'est pourquoi l'importance entre 12-14 % est minime. Mais au-delà de 14 % les expériences ont démontré la présence d'une teneur croissante en oxyde de carbone et fumée noire, c'est-à-dire perte de calorique et danger d'intoxication de l'atmosphère. Il n'est d'ailleurs pas facile d'arriver à 14 % sinon dans des feux couverts ou avec des grilles trop réduites en surface, et mal conduites, enfin dans les cas de manque d'air.

En un mot, il faut chercher à produire la combustion complète de la houille et des gaz avec le moins d'air possible. Nous allons voir pourquoi (*pages* 571 *à* 576).

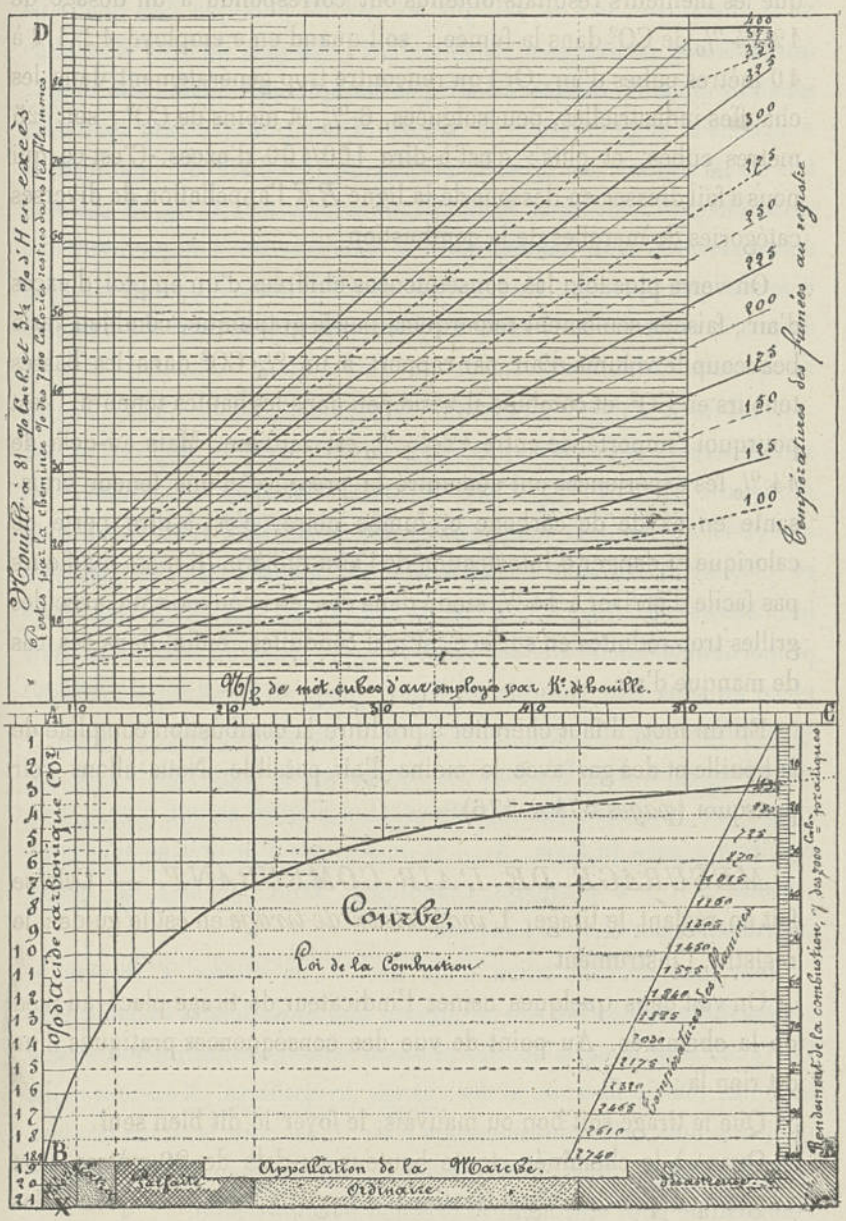
MESURAGE DE L'AIR COMBURANT. — Cela se fait en réglant le tirage. L'*indicateur de tirage* en est le guide ; le registre, l'instrument.

On voit dans quelques usines l'indicateur de tirage placé au pied de la cheminée. Au point de vue des conséquences pratiques il ne dit rien là ;

Que le tirage soit bon ou mauvais, le foyer le dit bien seul.

Quant à la cheminée, toute hauteur au-delà de 20 mètres n'est exigée que par des considérations d'hygiène, ou bien quand des constructions ou des proéminences voisines pourraient contrarier le

Fig. 8.



Réduction au 1/2 du graphique livré avec l'analyseur.

tirage. Une température de 100 degrès serait aussi suffisante au pied de la cheminée ; or l'on sait que les gaz ont plus que cela quand ils quittent leur contact avec la chaudière. Au-delà de 300° ils n'augmentent plus le *volume* d'air comburant, par l'effet du tirage, malgré leur augmentation de vitesse. Donc pratiquement toutes les fois qu'ils sortent, au registre, au-delà de 100-120° on peut utiliser cette chaleur pour tous réchauffages accessoires. C'est le cas des économiseurs. Leur vitesse dans la cheminée ne doit pas atteindre 5 mètres par seconde. Une grande surélévation n'augmenterait que de peu le *volume* du tirage ; un faible agrandissement de diamètre l'augmenterait beaucoup.

C'est dans le foyer même que la dépression et la vitesse des gaz sont intéressantes à connaître. Mais c'est là que la dépression est minimum (2, 3, 4 $^{m}/_{m}$ d'eau) et moins commode à mesurer. Or elle va en augmentant jusqu'au registre et au-delà. L'on remarque, en plaçant de distance en distance, sur les parcours des gaz, des indicateurs de tirage, que leurs indications varient à peu près proportionnellement à celles dans le foyer. Donc un seul instrument placé au plus loin possible du foyer, jusqu'au registre peut suffire, sans même être étalonné, pourvu qu'il ne change pas de place et reste lui-même. Une fois un point normal ou de régime établi, on s'y rapportera toujours. Ses variations plus amples seront plus appréciables que près du foyer. Au delà du registre il ne précise pius rien; surtout, s'il y a plusieurs chaudières. Donc, il faut un pareil instrument pour chaque fourneau.

Pour une consommation d'air de.... la vitesse à travers le combustible doit garder son minimum; afin de prolonger le contact de l'oxygène avec le carbone, lui permettre des voies indirectes, éviter les longs jets de flamme, et des entrées irrégulières, et surtout enfin pour diminuer cette consommation d'air. C'est donc le tirage minima qu'il faut tenir. Mais, bien entendu, suffisant pour brûler assez de combustible pour entretenir la pression manométrique.

Or l'on verra bien que, à chaque mouvement de registre, l'indi-

cateur de tirage varie de position, et chaque variation dans le tirage survenant seule déplace aussi l'indication.

Dans la marche régulière, on reviendra toujours au point normal connu. S'il ne suffit pas, quand la grille est sale, on l'augmentera du minimum possible en ouvrant un peu le registre, pour le tenir à la position qui convient le mieux à l'ardeur du feu voulue. Moins il y aura de tirage plus il y aura de CO^2 dans la fumée. En général on a le tort de toujours donner trop de tirage, quand celui de la cheminée est plus que suffisant. L'excès de combustion produite alors n'a d'autre effet que de chauffer un plus grand volume d'air à perdre dans la cheminée. Encore bien si cet excès est assez réduit pour correspondre, dans les proportions voulues, à une portion afférente de combustible, ce n'est que cela de perdu ; mais s'il y a du surplus d'air entré, sans effet pour la combustion, ce surplus détruira une part de calorique déjà produite normalement et qu'il faudra remplacer inutilement. C'est dans ce dernier cas que l'*analyse* accusera une faible teneur en acide carbonique ; l'*indicateur de tirage* montera. Or, en pareille circonstance la règle est de réduire le tirage, et l'on revient aussitôt à mieux.

Dans la marche courante, la bonne harmonie entre les points normaux, du tirage et du pyromètre, n'aura qu'un temps ; car, avons-nous déjà dit, c'est le propre de toute installation de chauffage de se modifier avec le temps. Et bientôt l'on verra quelque difficulté d'accorder ensemble ces deux *points normaux*.

Cela indique quelque dérangement facile à raisonner.

Il y a des cas périodiques et prévus ; il y en a d'autres accidentels ; auxquels il devient urgent de remédier dès qu'ils sont signalés.

Ce qui suit pourra servir de guide.

PERTURBATIONS ÉVENTUELLES OU ACCIDENTELLES

1° Si l'on ne tient la presion qu'avec un tirage trop fort ; ou bien :

Il passe trop d'air froid par la grille (grande consommation)

Les charges de charbon sont trop fortes (grande consommation et combustion incomplète).

Le charbon est de mauvaise qualité ou trop mouillé ;

Il y a des rentrées d'air dans les carneaux, ou vapeur ou eau (visiter).

2° Si la température baisse quoique le tirage monte ;

La grille s'encrasse (la combustion diminue).

3° Si le tirage restant normal, la température monte :

Les carneaux ou tubes s'emplissent de cendres (diminution d'efficacité de la surface de chauffe).

4° Si les tirage et température montent, et la vaporisation mauvaise ; ou bien :

La chaudière s'entartre (nettoyer) ;

Il y a des effondrements de cloisons en maçonneries (visite urgente).

5° Si le tirage et la température varient beaucoup :

Le chauffage est irrégulier — il y a pluie ou tempête.

2° **L'effet pyrométrique** (2e *condition, page* 550) est la température qui résulte de la combustion.

Il ne dépend pas seulement de la richesse du combustible, ni de sa combustion complète, il y a des causes de pertes nombreuses.

A). La première par ordre est produite par l'introduction, dans

le foyer, du combustible et de l'air comburant, froids et humides. Pour que la combustion d'une charge de houille commence, il faut qu'elle ait atteint une certaine température. Le combustible la prend au feu préexistant, l'air en prend en traversant le cendrier, les barreaux, la couche de crasse qui couvre la grille, et enfin à la tranche inférieure du feu.

Il faut environ 300° pour le bois — 3 à 400 pour la houille — 5 à 600 pour le coke et 800 à 1.000 pour les gaz.

L'humidité du combustible et de l'air passe à l'état de vapeur surchauffée au détriment de la chaleur du feu.

B). Une autre cause de pertes nait dans le foyer même. C'est la transformation en oxyde de carbone de l'acide carbonique déjà formé, qui traverse le combustible en ignition. Elle n'a lieu qu'en empruntant au feu une somme de calorique, s'il n'y a pas recombustion ultérieure, grâce au contact avec l'oxygène très chaud, c'est autant de perdu.

De même les hydrocarbures, qui distillent de la houille froide et qui ne rencontrent pas d'oxygène suffisamment chaud, sont perdus en compagnie de noir de fumée.

Même l'acide carbonique déjà formé, s'il atteint une très haute température, peut se décomposer, en vertu de la loi de *dissociation*, en oxyde de carbone et oxygène ; en prélevant pour se dissocier une notable somme de calorique.

Or les atomes qui seraient alors refroidis brusquement par contact avec la chaudière, bien plus froide qu'eux, ne se recomposeraient plus. Pour les autres, qui refroidiraient plus lentement, il y aurait recombustion plus ou moins totale et restitution de chaleur afférente.

Néanmoins, dans tout cela c'est le mélange d'air froid parmi les gaz produits, qui les empêche le mieux de brûler et les fait partir à l'état de noir de fumée.

C). Il y a aussi les pertes par chute du charbon dans les cendres et les machefers.

D). Également par conductibilité de la maçonnerie et rayonnement de tout l'appareil de chauffage.

E). L'excès d'air non utilisé par la combustion ne constitue pas encore là la perte des calories du foyer. Il en atténue cependant l'effet pyrométrique, en faisant baisser la température des gaz, en raison inverse des volumes de fumée dans lesquels serait répartie la même somme de calories. Donc, pour réaliser la 2e condition *(page 550)*, il faut ne faire entrer dans le foyer que le minimum d'air nécessaire à la combustion complète. Et, si possible, le réchauffer d'avance à une source où le calorique serait autrement perdu.

Exemple : Contre les barreaux de grille, qui doivent lui présenter une grande surface latérale de contact, pour lui restituer, par conduction, le calorique qu'ils reçoivent de leur contact avec le feu. De là aussi des barreaux froids de longue durée.

On démontre que des barreaux présentant 22 mètres carrés de surface latérale par mètre carré de grille, peuvent amener l'air comburant à 196° environ, correspondant à une augmentation égale de *l'effet pyrométrique* des gaz.

Il y a plus ; si l'on cherche à réintégrer, dans l'air comburant, le calorique rayonné dans le cendrier, on arrive à calculer que, pour une grille présentant 1/4 de surface de vides, et 30 mètres carrés de surface latérale par mètre carré de table, l'air peut atteindre 260° environ, si l'on n'en consomme que 14 mètres cubes par kilog de houille.

Ceci explique le grand avantage des barreaux minces nombreux, hauts et nervurés, à l'encontre des barreaux ajourés ou armés de cornes enchevétrées, qui en diminuent la surface latérale.

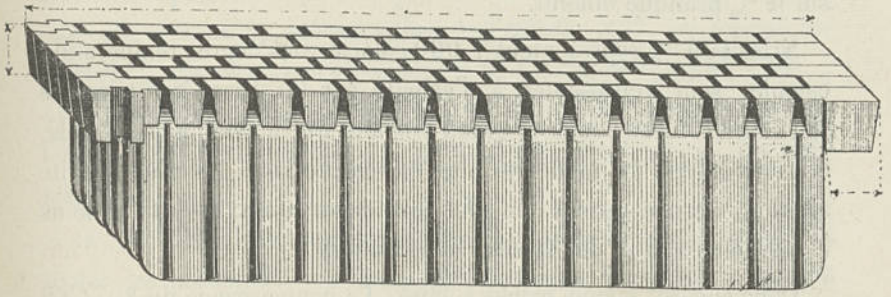
Au point de vue de la modération et de la répartition de l'air, il est préférable d'introduire l'air transversalement dans le foyer en filets nombreux plutôt qu'en lames longitudinales et parallèles, afin de produire des remous en tous sens dans le combustible. De là, meilleure utilisation et réduction d'air.

De faibles intervalles entre les barreaux, soit 25 %, suffisent ; et tout en retenant mieux les menus de charbon, modèrent mieux la perte par rayonnement dans le cendrier. Ce ne sont pas ces jours, mais les interstices entre les parcelles de combustible, et les pores de la crasse, qui mesurent l'air affluant.

Enfin, si le dessus des barreaux est sectionné, la dilatation plus considérable en haut qu'en dessous se perdra dans les entailles. C'est par là que doit entrer l'air, et peu entre les barreaux, dont l'intervalle alors peut être réduit à 2 millimètres. Ces barreaux ne se tordront jamais.

La figure 9 représente une grille étudiée pour réaliser ces principales conditions. Voir pour plus amples documents : Bulletin

Fig. 9.



technologique de la Société des anciens Élèves des Arts et Métiers. (Avril 1900).

Températures des flammes. Toutes ces causes de pertes sont bien difficiles à estimer en détail. Elles varient d'importance, d'une installation à autre et dépassent souvent 1/3 de la richesse du combustible.

Mais, prenant les choses au mieux dans les chaufferies soignées, et les représentant par environ 20 %, il s'en suit qu'avec une houille de 8.200 à 8.500 colories il en resterait, en chiffre rond, 7.000 dans les flammes (*page* 577).

La température T de ces gaz (à capacité calorifique égale à celle de l'air 0,32 le mètre cube) N étant leur volume serait :

$$T = \frac{7000}{N \times 0.32} = \frac{21870}{N}$$

$$\text{or } N = \frac{18,9 \times 8}{\%\ CO^2}$$

$$\text{donc } T = \frac{21870 \times \%\ CO^2}{18,9 \times 8} = 144,6\ \%\ CO^2$$

Au tableau *(page 565)* on a calculé la troisième colonne en multipliant les % CO^2 par 145.

Au graphique *(page 569)* l'échelle *C E* représente les $\frac{100}{100}$ de *l'effet pyrométrique théorique*. De sorte que, partant de la teneur en CO^2 et, suivant la ligne horizontale, on tombe dans cette échelle, sur le % pratique obtenu.

Si les 100 % représentent 7.000 colories, les degrés température calculés sont représentés à l'échelle par les bases des triangles semblables inscrits dans le grand triangle qui a pour hauteur C E. Si ces chiffres, au moins les plus élevés, ne sont pas d'une vérité absolue, à cause surtout de l'effet de la dissociation, ils ont du moins le mérite de figurer des valeurs comparatives.

Donc encore, aucun calcul à faire. La connaissance du % *CO^2* conduit par le tableau (*page* 565) et le graphique à connaître l'effet pyrométrique.

3° **Perte par la cheminée.** (3e *condition*, *page* 550.)

Cette perte n'a pas influencé l'effet pyrométrique du foyer et n'a donc pas dû être signalée d'ailleurs. Elle n'en est pas moins la plus importante ordinairement. Et, comme en plus, elle est facile à contrôler et surveiller, elle devient la plus intéressante.

Quand les gaz arrivent au registre, après avoir léché la chaudière, ils possèdent encore une bonne partie du calorique pris au foyer. Afin de l'estimer, si on prend là leur température au pyromètre ; et,

puisque l'analyse nous en fait connaître le volume N, le nombre de calories qu'ils renferment encore sera :

$$\text{Calories} = N \times 0.32\,T = \frac{18.9 \times 8}{\%\,CO^2} \times 0.32\,T.$$

et le rapport % de ces calories aux 7.000 retenues sera :

$$\frac{18.9 \times 8}{\%\,CO^2} \times 0.32\ T \times \frac{100}{7000} = \frac{0.691\ T}{\%\,CO^2}$$

c'est-à dire que pour connaître la perte par la cheminée % des 7.000 calories restées dans les flammes (et non des 8.150 de la houille), on multiplie la température par 0,691, et l'on divise le produit par le % CO^2. Ces calculs sont faits au tableau (*page* 565).

Pour le graphique, nous avons tracé une échelle AD, dont les divisions représentent les dites pertes. Sur une ordonnée quelconque, soit celle des 50 ½, mètres cubes de l'échelle AC, on a porté les valeurs % des pertes calculées pour 3 % CO^2 à 100°, 125°, 150°... 400° température ; on a joint ces 13 points au sommet zéro de l'échelle AC. On obtient ainsi 13 triangles, chacun pour une température.

Or, les pertes sont proportionnelles aux températures ; également toutes les ordonnées, ou bases des triangles semblables, inscrits dans chacun des 13 triangles, sont proportionnelles à leurs distances respectives du sommet ; donc les longueurs verticales de ces bases représenteront la perte %, correspondante aux volumes de fumée.

Ces longueurs se mesurent toutes sur l'échelle unique AD, en suivant les lignes horizontales du haut de ces bases.

En résumé, pour lire au graphique la perte par la cheminée, partant de la teneur en CO^2, suivre la ligne horizontale jusqu'à la courbe, monter verticalement jusqu'à la rencontre avec l'oblique de la température, de là, suivre l'horizontale à gauche, lire sur l'échelle AD.

Toutefois il faut observer que ; 1° pour entretenir le tirage, il est

nécessaire que les gaz conservent une certaine chaleur ; 2° ils doivent quitter la chaudière à une température un peu plus élevée que celle de la vapeur.

En évaluant cela à 10-12 % des 7.000 calories, on est dans le vrai. Le surplus est ce qu'une bonne pratique peut économiser industriellement ; et le contrôle journalier a cela pour but principal.

Donc, sans faire aucun calcul et connaissant la teneur en CO^2 et la température de la fumée, on n'a qu'à se reporter au tableau (*page* 565) ou au graphique pour lire aussitôt le chiffre de perte recherché.

Rentrée d'air. — Il y en a toujours; soit par des crevasses dans le massif, soit par la porosité même des briques et mortiers. Il est clair qu'elles varient avec l'intensité du tirage.

Si, en même temps, l'on fait deux prises d'échantillons de fumée, l'une près de l'autel, l'autre près du registre, on trouvera entre elles une différence de teneur en CO^2, due à l'addition d'air dans le parcours des gaz le long des carneaux.

On peut estimer à la fois le volume d'air entré et le % de perte qui lui est attribuable.

Exemples : Près de l'autel, on trouve 6 % CO^2. — Au registre, on trouve 5 % CO^2 et 250° température au pyromètre.

Volume entré par k° de houille :

A 5 % CO^2 le volume $N = \frac{18.9 \times 8}{5} = 30.2$ mètr. cub.

A 6 % CO^2 le volume $N = \frac{18.9 \times 8}{6} = 25.2$ mètr. cub.

Différence (volume entrée) ..... = 5.0 mètr. cub.

Perte afférente par k° de houille :

La perte au registre avec entrée d'air est $\frac{0.691 \times 250}{5} = 34.5$ %

La perte n'eut été sans rentrées d'air que $\frac{0.691 \times 250}{6} = 28.8$ %

Différence (perte en % des 7.000 calories)..... = 5.7 %

Le tableau (*page* 565) et le graphique (*page* 567) dispensent de ces calculs. Il n'y a qu'à faire la différence des deux résultats lus pour chaque teneur en CO^2.

Bénéfices des économiseurs, ou des réchauffeurs d'alimentation. Plaçant le pyromètre à l'entrée et à la sortie des gaz de l'économiseur ; et connaissant le % CO^2, on évalue la différence.

Exemple : On a 6 % CO^2 — et Températures entrée 250°, sortie 130°

La perte à l'entrée serait..... $\frac{0.691 \times 250}{6} = 28.8$ %

La perte à la sortie est..... $\frac{0.691 \times 130}{6} = 14.9$ %

Bénéfice (différence de pertes)..... = 13.9 %.

Le tableau (*page* 565) et le graphique (*page* 567) dispensent de ces calculs. Il n'y a qu'à faire la différence des pertes lues pour 250 et 130°, avec 6 % CO^2.

Pertes autres que par la cheminée :

Connaissant le % des calories de la houille qui ont pénétré dans la chaudière (*page* 549).

Connaissant le % de pertes par la cheminée, pour la fumée et la vapeur d'eau (*page* 578), on en fait la somme. La différence jusque 100 sera la perte globale, pour des causes diverses, assez difficiles à évaluer isolément, et très variables d'installation à autre, mais faciles à constater. Le remède est tout indiqué.

On trouve généralement :

1° Pour chute du charbon dans les cendres et gaz non brûlés de.....	5 à 18 %
2° Pour rayonnement de la chaleur dans le cendrier.....	3 à 7 %
3° Pour transmission de chaleur du massif et devanture à l'air ambiant.....	8 à 12 %
4° Pour refroidissement des parties de chaudière exposées à l'air.....	2 à 3
Total.....	18 à 40 %

Perte par la vapeur d'eau dans la fumée :

La vapeur d'eau joue un certain rôle dans la perte par la cheminée selon ses origines qui sont :

1° L'humidité hygroscopique du combustible ;

2° Le mouillage du charbon ;

3° L'humidité de l'air comburant ;

4° Quelquefois les fuites de la chaudière ;

5° Enfin et surtout la combustion de l'hydrogène de la houille, d'où sa transformation en eau.

Cette vapeur est dans un état de surchauffe puisqu'elle est, à quelques millim. d'eau près, sous pression atmosphérique ; et que sa température est bien au-delà de celle de saturation (100° à cette tension). Voyons selon ses origines ce que la vapeur d'eau provenant de 1 k° de houille emporte de calories quand elle passe au registre.

1° *Humidité hygroscopique.* Pour se vaporiser cette humidité prend du calorique au foyer. Elle en rend une partie dans les carneaux et en conserve : soit 250° lors de son passage au registre. Si la houille est jetée au feu à 20° le k° de la vapeur formée aura conservé :

637 — 20 calories pour atteindre la vaporisation saturée		617 calories.
Et pour se surchauffer de 150°	150 × 0.48 =	72 »
Total pour 1 k° d'humidité...		689 calories.

Si l'humidité de la houille n'est que de 3 % la perte sera :

$$\frac{689 \times 3}{100} = 20 \text{ calories, 6 par k° de houille.}$$

2° *L'humidité de mouillage* produit autant de perte par k° d'eau. Si le mouillage est de 10 % la perte sera :

$$\frac{689 \times 10}{100} = 69 \text{ calories par k° de houille.}$$

3° *Humidité de l'air comburant.* Si nous brûlons le k° de houille avec 20 mètres cubes d'air sec à 22° température (7 à 8 % CO^2) et si cet air n'a été que saturé par l'eau qui s'évapore du cendrier il en contient 16 gr. par k° d'air ; or il y a :

$$\frac{20 \text{ m. c.}}{1 \text{ k. } 30} = 15 \text{ kilo d'air.}$$

$$\text{et } 15 \times 0.016 = 240 \text{ grammes d'humidité.}$$

pour 1 k° de vapeur surchauffée de 22° à 250 ; soit de 228°, il faut :

$$228 \times 0.48 = 109.4 \text{ calories par k° d'humidité.}$$

Or l'air en contient 0k.240 par k° de charbon brûlé, la perte sera donc :

$$109.4 \times 0.240 = 26 \text{ calories par k° de houille.}$$

4° Si la vapeur provient *de fuites de la chaudière* : soit à 6 k° de pression ou 165° température ; elle se surchauffe de :

$$250 - 165° = 85°.$$

et prend :

$$85 \times 0,48 = 40 \text{ calories par k° de vapeur de fuite.}$$

5° *Combustion de l'hydrogène.* Si la houille contient 4 1/2 % d'hydrogène en poids, il faudra pour brûler 45 gr. de H :

$$45 \times 8 = 360 \text{ grammes d'oxygène}$$

à prendre : d'abord dans l'oxygène contenu parmi les matières volatiles, et le surplus dans l'atmosphère ; le tout formant ensemble :

$$360 + 45 = 405 \text{ grammes d'eau}$$

placée dans les conditions de celle du § 1°. On aura donc :

$$689 \times 0.405 = 279 \text{ calories par k° de houille.}$$

Si l'on veut ajouter l'apport de l'humidité de l'air (§ 3) qui a brûlé l'H on a :

$$\frac{360 \times 5}{1.3} = 13.8 \text{ mètres cubes d'air.}$$

faisant le rapport avec les 20 mètres cubes du § 3 on a :

$$\frac{13.8}{20} = \frac{X}{26} = 17,9 \text{ soit } 18 \text{ calories.}$$

d'où total 279 + 18 = 297 calories par kil. de houille.

Récapitulant par k° de houille brûlée on aura :

	Poids d'eau.	Pertes en calories.
1° Pour humidité hygroscopique.....	30 gr.	20.6
2° Pour mouillage du charbon.....	100	69.0
3° Pour humidité de l'air.....	240	16.2
4° Pour les fuites s'il y en a ?.....	....	....
5° Pour la combustion de l'hydrogène.	405	297.0
TOTAUX.....	775	412.8 calories.

soit 5 1/2 à 6 % des 7000 calories emportées par les flammes.

On voit par là qu'il y a peu à sauver de cette perte inévitable. Le mouillage seul est intéressant. Il faut le restreindre au nécessaire pour que la poussière ne soit pas enlevée dans les carneaux par le tirage. En tous cas, la perte par ces poussières pourrait être plus importante que celle due à un léger excès de mouillage.

La gailleterie imbibe peu d'eau ; mais le menu poussiéreux contenant 30 % de grains de la grosseur d'une noisette prend environ 10 % d'eau, sans qu'elle filtre et s'égoutte.

En pratique on ne contrôle guère la vapeur d'eau de la fumée, qui cause une perte à peu près constante de 5 1/2 à 6 %.

Mais un excès pourrait conduire à découvrir l'existence et l'importance des fuites au corps de chaudière s'il y en a.

Analyse complète des fumées.

En pratique journalière on se borne à la recherche du CO^2 dans la fumée, et l'on estime un jour, par la comparaison d'avec les autres jours.

Mais quand on veut un peu plus d'absolu, on cherche à connaître le $^0/_0$ d'oxygène par l'analyseur de gaz.

Remarquons qu'il décroît quand croît le $^0/_0$ CO^2 et vice-versa :

1° Parce que le CO^2 est formé, volume pour volume, par l'oxygène ;

2° Parce que, en combustion complète, le volume absolu du CO^2 est constant par k° de houille ; tandis que son $^0/_0$ diminue rapidement à mesure que l'air de mélange augmente. Celà tient à ce que, avec chaque atome de O resté libre, il est entré 4 atomes d'azote.

Total 5 atomes ajoutés inutilement dans la masse.

Si l'oxygène de l'air n'était pris que par le carbone pour former du CO^2, son chiffre $^0/_0$ complèterait juste le chiffre du $^0/_0$ CO^2 pour former le nombre 21. Mais une autre partie a servi à brûler l'hydrogène en excès de la houille, et a formé de la vapeur d'eau dont il n'est pas tenu compte ici comme gaz.

Voyons par un exemple ce que devient la teneur de la fumée en CO^2 et en O dans le cas de notre houille type à 81 $^0/_0$ carbone — 3 $^3/_4$ $^0/_0$ H en excès et supposons 6 $^0/_0$ CO^2 trouvés à l'analyse, et en combustion complète.

A 6 $^0/_0$ CO^2 on a 25,2 mèt. cub. de fumée par k° de houille =	25.200 lit.
or, la combustion théorique n'eut laissé (*page* 564) que	8.000
il a donc été introduit un excès d'air de.....	17.200 lit.

$$\text{composé de 21 } ^0/_0 \text{ d'O} = \frac{17.200 \times 21}{100} = 3612 \text{ lit. d'oxygène,}$$

le reste étant toujours 1510 lit. de CO^2 plus l'azote.

Le rapport de ces 3.612 lit. d'oxygène aux 25.200 lit. de fumée totale est de 14.73 %.

C'est d'après cette méthode qu'est calculé le tableau suivant :

% d'acide carbonique.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
% d'oxygène.....	17.6	16.5	15.4	14.7	13.4	11.7	11.0	9.9	8.7	8.1	6.5	5.4	4.3
% d'azote.....	79.4	79.5	79.6	79.3	79.6	80.3	80.0	80.1	80.3	79.9	80.5	80.6	80.7

On voit que le % de O a de peu diminué au-dessous du chiffre qui, ajouté au % CO^2 ferait 21.

On trouvera, en analyse, encore *un peu* moins d'oxygène ; parce qu'une faible partie a formé de l'oxyde de carbone, ou s'est allié à quelques substances étrangères : soufre, etc.

Un trop grand écart dénoterait une erreur d'analyse qu'il faudrait refaire avec soin. La recherche de l'oxygène est donc un moyen de vérification de l'analyse CO^2 rien de plus.

Avec l'analyseur et un tube à la liqueur cuivrique on peut rechercher l'oxyde de carbone, après le CO^2 et l'O.

L'azote représenterait toujours le complément des trois pourcentages des $CO^2 + O + CO$ jusque 100.

Les composés de l'oxygène avec le soufre, phosphore, etc... sont négligables dans le contrôle qui nous intéresse.

CONCLUSION.

Cette simple étude de la combustion laissera voir qu'il reste encore beaucoup à dire, et encore bien des points obscurs à éclaircir.

Nous la soumettons aux intéressés soucieux d'arrêter chez eux le gaspillage ordinaire de la houille ; espérant leur faire saisir qu'il est opportun de commencer à se rendre, au moins compte, de la façon dont ils l'emploient ; après avoir fait tant de frais, pour s'outiller en machines et appareils qui économisent un peu de la vapeur si chèrement achetée.

La conduite des chaudières est généralement abandonnée à des chauffeurs plus ou moins habiles ; et leurs chefs, absorbés par d'autres soucis, n'ont ni le temps ni les moyens voulus pour s'occuper de cette question que rarement ils connaissent, quoi qu'ils en pensent eux-mêmes.

Nous croyons que ce serait aux associations des propriétaires d'appareils à vapeur, de prendre la chose en mains. Elles créeraient des services d'ingénieurs spécialistes qui, à côté de ceux qui déjà veillent si intelligeamment à l'installation et à l'entretien des chaudières, auraient pour rôle de rechercher, chez qui en ferait la demande, les meilleurs moyens d'obtenir une bonne combustion, et de signaler les défauts de l'installation.

Les écoles de chauffeurs en dressent bien quelques-uns ;

Mais pour mieux diffuser dans la masse, les connaissances utiles, il faudrait user plus largement du système qui consiste :

Le premier jour à faire chauffer par le chauffeur de l'usine ; le 2me jour par un chef chauffeur de l'Association.

Comme ce dernier réalise le plus souvent une économie notable ; le 3me jour il fait travailler le chauffeur de l'usine comme il a fait lui-même et le renseigne.

En même temps il peut installer les appareils de contrôle, les régler et instruire de leurs indications le personnel de l'usine.

Bientôt cela marcherait par la force de l'habitude, comme tout ce qui marche bien en industrie.

QUATRIÈME PARTIE

RAPPORT

SUR

LES ESSAIS EFFECTUÉS

dans l'atelier n° 2 de MM. Dujardin et Cie,

A L'EFFET DE RECHERCHER L'INFLUENCE DE LA SURCHAUFFE SUR LA CONSOMMATION DE VAPEUR ET DE CHARBON DE LA MACHINE,

Par M. P. BONET,

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

But des essais. — Dans l'une des dernières séances de la commission de la surchauffe nommée par la Société industrielle, il a été décidé que l'on profiterait de l'offre faite par MM. Dujardin et Cie, de mettre à la disposition de la commission leur installation de l'atelier n° 2, pour rechercher la consommation de vapeur et de charbon de leur machine, marchant dans des conditions déterminées de travail, de pression et de surchauffe.

Programme des essais. — L'Association des propriétaires d'appareils à vapeur du Nord, sollicitée par la Société industrielle, a accepté de se charger de la conduite des opérations nécessaires, et la commission a décidé qu'il serait procédé aux essais conformément au programme ci-dessous :

1. Essai avec vapeur saturée, à la pression initiale de 8 k. et à la charge de 175 chevaux.

2. Essai avec vapeur surchauffée à 275°, à la pression initiale de 8 k. et à la charge de 175 chevaux.

3. Essai avec vapeur surchauffée à 300°, à la pression initiale de 8 k. et à la charge de 175 chevaux.

4. Essai avec vapeur surchauffée à 325°, à la pression initiale de 8 k. et à la charge de 175 chevaux.

5. Essai avec vapeur surchauffée à 275°, à la pression initiale de 8 k. et à la charge de 100 chevaux.

6. Essai avec vapeur surchauffée à 275°, à la pression initiale de 6 k. et à la charge de 100 chevaux.

7. Essai avec vapeur surchauffée à 275°, à la pression initiale de 6 k. et à la charge de 225 chevaux.

Ces essais ont tous été effectués, sauf le n° 3 que nous avons dû interrompre après quatre heures de marche, par suite de fuites importantes qui se sont déclarées à la tuyauterie.

Nous n'avons pu, d'autre part, dans l'essai n° 7, atteindre que le travail de 195 chevaux indiqués, au lieu de 225, parce que les dynamos fonctionnaient mal au-dessus de cette charge.

Description de l'installation. — L'atelier n° 2 de MM. Dujardin et Cie est actionné à l'aide d'une machine à vapeur construite par eux-mêmes ; un générateur multitubulaire Babcock et Wilcox, et un surchauffeur indépendant du système Maiche, permettent d'alimenter la machine avec la vapeur saturée ou surchauffée.

Générateur. — Le générateur, timbré à 12 kilogrammes, a 135 mètres carrés de surface de chauffe. Il se compose principalement d'un corps cylindrique de $1^m,066$ de diamètre intérieur sur $6^m,500$ de longueur et de 72 tubes de $102^m/_m$ de diamètre extérieur sur $4^m,876$ de longueur. Un surchauffeur composé de 28 tubes en U d'une surface de chauffe totale de 17 mètres carrés, placé au-dessus du faisceau tubulaire, lui est annexé ; ce surchauffeur peut, lorsqu'on le désire, servir de vaporisateur ; on le met, dans ce cas, en communication directe avec le réservoir d'eau du générateur en manœuvrant un robinet disposé dans ce but, en même temps qu'on interpose, dans le faisceau tubulaire, deux cloisons

ayant pour effet de placer le surchauffeur dans le troisième parcours des gaz.

C'est en employant le surchauffeur comme vaporisateur que le générateur a fonctionné lors des essais. Sa surface de chauffe s'est donc augmentée de celle du surchauffeur, et a atteint 152^{m^2}.

Le générateur et le surchauffeur avaient été nettoyés complètement et visités avant les essais ; la remise à feu a eu lieu le 5 avril 1904, et les expériences ont commencé le 7.

La grille du générateur a $1^m,46$ de longueur sur $1^m,28$ de largeur, soit une surface de $1^{m^2},87$.

Surchauffeur. — Le surchauffeur indépendant, du système Maiche, de la société « La Vapeur », est du type 5 et porte le n° 116. Il se compose de 40 tubes en acier doux de $60^m/_m$ de diamètre intérieur et de $1^m,700$ de longueur, garnis intérieurement de petits tubes en fer de $6^m/_m$ de diamètre. Sa surface de chauffe est de $13^{m^2},50$.

La surface de grille est de $0^{m^2},405$, avec $0^m,900$ de longueur et $0^m,450$ de largeur.

Machine à vapeur. — La machine est horizontale, à deux cylindres compound et à condensation ; ses dimensions principales sont les suivantes :

ÉLÉMENTS	PETIT CYLINDRE	GRAND CYLINDRE
Diamètre du piston	$0^m,400$	$0^m,680$
Diamètre de la tige du piston	0 ,070	0 ,070
Course du piston	0 ,700	0 ,700

La distribution de la vapeur s'opère dans le petit cylindre à l'aide de pistons-va lves; l'échappement se fait par robinets Corliss ; l'admission et l'échappement au grand cylindre s'opèrent à l'aide de robinets Corliss.

La circulation de la vapeur a lieu de la manière suivante : la vapeur passe d'abord par les enveloppes du petit cylindre et de ses fonds ; puis elle pénètre dans le petit cylindre, d'où elle s'échappe pour traverser le receiver et aboutir enfin directement dans le grand cylindre. Les enveloppes du grand cylindre et du receiver sont chauffées avec de la vapeur venant de la chaudière et détendue à cet effet.

La machine actionne directement par câbles deux dynamos jumelées E. Labour, de la société « l'Éclairage électrique » de Paris, de chacune $520^{A} \times 115^{V}$. Une partie de l'énergie électrique ainsi produite sert pour les services de l'atelier, mais la majeure partie était absorbée, lors des essais, par des résistances installées par MM. Dujardin et Cie, et dont on pouvait varier l'importance à volonté. C'est grâce à ces résistances que nous avons pu faire développer à la machine des travaux très variables, tout en maintenant une constance suffisante de la charge pendant la durée de chaque essai.

Alimentation. — L'alimentation du générateur s'est faite très commodément à l'aide des pompes de la machine ; l'eau était préalablement pesée, et sa température était régulièrement notée.

Pression. — Nous avons relevé tous les quarts d'heure les pressions de la vapeur : au générateur, dans la salle de la machine à proximité du petit cylindre, et dans les enveloppes. La pression initiale aux diagrammes était relevée de temps à autre, et servait de base pour fixer au chauffeur la pression à laquelle il devait se tenir au générateur.

Nous n'avons pas obtenu exactement, comme pression moyenne, dans chaque essai, celle qui avait été inscrite au programme, mais nous en sommes rapprochés le plus que nous avons pu le faire. La pression initiale n'a du reste pas été la même pour les deux coups de vapeur ; elle a toujours été un peu plus faible au coup d'arrière qu'au coup d'avant et nous avons fait en sorte d'avoir, pour le coup arrière, une pression aussi voisine que possible de celle fixée au programme. Il s'en suit que la pression au coup avant a été un peu plus forte.

Cette différence dans les pressions initiales des deux coups de vapeur d'un même cylindre ne constitue pas une exception. Nous avons constaté maintes fois qu'elle se produit de la même manière dans la plupart des machines, c'est-à-dire que la pression initiale au coup d'arrière est généralement plus faible qu'au coup d'avant. Nous avons déjà signalé ce fait, et nous l'avons expliqué en faisant remarquer que le fond d'arrière du cylindre est, le plus souvent, moins bien protégé que le fond d'avant contre les refroidissements extérieurs.

Nous verrons qu'avec la vapeur surchauffée, l'écart des pressions entre les deux coups d'avant et d'arrière est plus faible qu'avec la vapeur saturée.

Températures. — Les températures ont été relevées tous les quarts d'heure : à la sortie du surchauffeur, à l'entrée de la machine, à l'entrée et à la sortie du grand cylindre, à l'injection et à la décharge du condenseur.

Nous avons également noté, à l'aide d'un pyromètre enregistreur Richard, contrôlé par un thermomètre à mercure Baudin, la température des gaz à la sortie du générateur.

Un manomètre à eau servait à relever la dépression de ces gaz.

Tuyauterie. — La tuyauterie de vapeur, en acier doux, est recouverte complètement, c'est-à-dire y compris les brides, d'une couche de cinq centimètres d'épaisseur d'un calorifuge à base de kieselguhr et déchets d'amiante, fourni par M. David.

Cette conduite a un diamètre intérieur de 110 $^{m}/_{m}$; sa longueur est de $9^{m},500$ depuis le générateur jusqu'à l'entrée du surchauffeur Maiche, et de 31 mètres depuis la sortie de ce surchauffeur jusqu'au petit cylindre de la machine. La surface correspondante de la tuyauterie, dans ce dernier parcours, est de $11^{m2},47$.

Purges. — Les purges ont été recueillies à l'aide d'extracteurs et refroidies par des serpentins plongés dans l'eau froide, afin d'empêcher les pertes par évaporation.

Nous avons recueilli séparément :

1° Les purges de la conduite de vapeur et du sécheur placé auprès de la machine ;

2° Celles des enveloppes du petit cylindre et de ses fonds ;

3° Celles des enveloppes du grand cylindre et du receiver.

Les purges de la conduite de vapeur et du sécheur ont été défalquées intégralement de la consommation de vapeur de la machine ; quant à celles des enveloppes, nous leur avons apporté notre correction habituelle, qui consiste à tenir compte, en faveur de la machine, des calories réintégrées dans le générateur par le dispositif de rentrée des purges dont elle est munie.

Diagrammes. — Les diagrammes ont été relevés tous les quarts d'heure simultanément sur les deux cylindres, à l'aide de quatre indicateurs. Les appareils placés sur le petit cylindre étaient à ressort extérieur.

Sur chacune des feuilles, il a été relevé trois diagrammes consécutifs qui, tous trois, ont été calculés, de sorte que le nombre de diagrammes pris par heure a été, en réalité, de 48, soit de 480 par essai de dix heures.

Les ressorts des appareils ont naturellement été tarés lors des essais ; les mêmes indicateurs et les mêmes ressorts ont été conservés dans leurs positions respectives pendant toute la durée des expériences.

Travail électrique. — Nous avons noté également tous les quarts d'heure les indications données par les appareils de mesures électriques, de façon à établir le travail électrique développé aux bornes des dynamos.

Combustible. — MM. Dujardin et Cie avaient emmagasiné dans leurs caves couvertes et fermées une quantité de charbon suffisante pour toute la durée des expériences, de manière que celles-ci fussent

effectuées avec le même combustible. Les caves ont été, pour les essais, munies de portes cadenassées.

Le charbon a été pesé, au fur et à mesure des besoins du chauffeur, sur une bascule placée dans la chaufferie.

Le charbon employé se composait d'un mélange de fines maigres industrielles des mines de Meurchin et de fines grasses industrielles des mines de Nœux.

Ce mélange n'était pas le même pour le générateur que pour le surchauffeur.

La proportion de chacune des houilles était :

pour le générateur, de	4/5 de fines maigres, 1/5 de fines grasses,
pour le surchauffeur	3/4 de fines maigres, 1/4 de fines grasses,

Cette composition de combustibles est celle qui est employée habituellement à l'usine, parce qu'elle a paru la plus convenable à la marche des appareils ; nous l'avons conservée.

Des échantillons des deux charbons ont été prélevés, lors de chaque pesée, de manière à constituer un échantillon moyen pour chaque journée. Tous ces échantillons moyens ont été placés dans des boîtes métalliques plombées et envoyés au laboratoire de chimie de la Faculté des sciences de Lille, où M. le professeur Buisine a bien voulu en faire gracieusement l'analyse et en déterminer le pouvoir calorifique.

Les pouvoirs calorifiques trouvés, bien qu'afférents aux mêmes houilles, diffèrent entre eux d'une manière sensible ; comme il est vraisemblable que ces différences proviennent beaucoup plus de la prise des échantillons que des houilles elles-mêmes, nous avons cru devoir, pour comparer les résultats entre eux, établir un pouvoir calorifique moyen pour chacune des espèces de houille, plutôt que d'affecter aux houilles de chaque essai les pouvoirs calorifiques correspondants. Il nous a semblé que les chiffres obtenus de cette manière seraient plus exacts.

Le pouvoir calorifique moyen de la houille des mines de Meurchin

a été de 7.818 calories, et celui de la houille des mines de Nœux de 7.159 calories.

Les feux du générateur et du surchauffeur ont été conduits par le chauffeur de MM. Dujardin et Cie, qui s'est très bien acquitté de sa mission.

Les essais ont été effectués en pleine marche, c'est-à-dire que la machine fonctionnait en charge au commencement et à la fin de l'essai.

Les feux ont été pris et laissés dans le même état le matin et le soir.

Contrôle. — Conformément à notre méthode habituelle, toutes les constatations ont été faites exclusivement par les agents de l'Association ; chacun d'eux avait son poste, qu'il a occupé à demeure et où il a relevé tous les renseignements qui lui avaient été désignés.

En somme, toutes les dispositions nécessaires ont été prises pour assurer la sincérité des essais.

Nous avons consigné, dans trois tableaux annexés à cette note, les chiffres recueillis pendant nos expériences ; le tableau A concerne spécialement la consommation de vapeur de la machine ; le tableau B est relatif à la consommation de charbon ; enfin, le tableau C contient tous les renseignements généraux intéressant le générateur et le surchauffeur.

Nous donnons ci-dessous le compte rendu détaillé de chaque journée d'essais, en faisant ressortir immédiatement, au fur et à mesure qu'elles se sont présentées, les particularités que nous avons remarquées, et en relatant les indications qui nous ont semblé les plus utiles à signaler.

Nous avons également rapporté et commenté quelques incidents qui se sont produits lors des essais, en donnant notre opinion sur leur plus ou moins d'importance. Nous nous sommes efforcés ainsi de mettre entre les mains du lecteur un texte lui permettant, non

seulement de se rendre compte des résultats de nos expériences, mais encore d'apprécier la manière dont ils ont été obtenus.

PREMIER ESSAI. — 7 Avril 1904.

Les conditions imposées par le programme étaient les suivantes :

État de la vapeur.....	Saturée.
Pression initiale.....	8 kilogrammes.
Travail indiqué.....	175 chevaux.

Le surchauffeur Maiche ne fonctionnant pas, et la valve de communication du générateur avec ce surchauffeur n'étant pas complètement étanche, il s'est condensé, dans la conduite de vapeur réunissant le générateur au surchauffeur, un poids de vapeur de $74^k,850$; la tuyauterie de vapeur a aussi perdu par divers joints : il a été récolté $45^k,700$ d'eau provenant de ces fuites.

La somme de ces deux poids a naturellement été défalquée de la consommation de la machine, comme aussi la purge du sécheur de vapeur placé auprès d'elle ($86^k,700$).

Les enveloppes et les fonds des cylindres ont été chauffés et ont donné ensemble $1.408^k,300$ d'eau dont il a été tenu compte dans la consommation de vapeur de la machine, conformément à notre méthode et ainsi que nous l'avons indiqué plus haut. Il convient de retenir, pour la rapprocher des autres chiffres correspondants, la proportion de vapeur condensée dans la conduite, ramenée au poids total de vapeur sortie du générateur ; cette proportion a été de $1,72\ \%$.

La pression initiale moyenne au petit cylindre a été de $8^k,328$ pour le coup d'avant et de $8^k,080$ pour le coup d'arrière, soit en moyenne : $8^k,204$.

L'écart des pressions entre les deux coups de vapeur s'est donc élevé à 248 grammes, soit à environ $3\ \%$ de la pression du coup d'avant.

La contre-pression moyenne au grand cylindre, y compris la période de compression, a été de $0^k,185$.

Le travail indiqué moyen a été de $175^{ch},07$, se répartissant de la manière suivante entre les deux cylindres :

Petit cylindre.....	$96^{ch},10$	$175^{ch},07$.
Grand cylindre.....	$78^{ch},97$	

Le petit cylindre faisait donc 55 % environ du travail total.

L'admission moyenne de la vapeur dans le petit cylindre, exprimée en fonction du volume du grand cylindre, a été de 4,39 %.

Consommation de vapeur. — La consommation moyenne de vapeur par cheval indiqué et par heure a été de $6^{k},585$.

Le nombre de calories absorbées par la machine pour développer un cheval ayant ainsi été de $6,585 \times 660,34 = 4.348,33$, alors qu'il n'en faut théoriquement que 635,29, son rendement ressort à 14,61 %.

Nous avons, pour arriver au chiffre de $4.348^{cal},33$, fait intervenir la pression de la vapeur auprès du cylindre, soit $8^{k},428$, correspondant à la température de $176^{0},51$ de la vapeur. Nous aurions pu, à la vérité, nous servir de la pression initiale moyenne, soit $8^{k},204$, et calculer, par la formule ordinaire, la température correspondante de la vapeur saturée ; mais il ne nous aurait pas été possible d'opérer de la même manière pour les épreuves en vapeur surchauffée, attendu que si nous pouvons mesurer la pression initiale de la vapeur dans le cylindre, nous ne possédons pas, dans ce cas, le moyen d'évaluer sa température en la déduisant de la pression. Pour unifier les bases d'appréciation et permettre, sous ce rapport, de comparer les essais entre eux, nous avons préféré nous arrêter à la pression auprès du cylindre, car, de cette manière, il nous était facile d'en déduire la température de la vapeur saturée, ou de mesurer directement celle de la vapeur surchauffée.

Consommation de charbon. — Le poids de houille brute et sèche consommée pendant la journée s'est élevé à $1.753^{k},860$.

Le travail indiqué ayant été de $175^{ch},07$, la consommation de charbon par cheval-heure ressort à $1^{k},002$.

Le pouvoir calorifique du mélange des houilles employées ayant été de 7.686 calories, le nombre de calories dépensées pour la production d'un cheval indiqué a été de : $7.686 \times 1,002$, soit 7.701.

Le rendement du générateur et de la machine réunis a, dès lors, été de : $\frac{635,29}{7.701} = 8,25\ \%$.

Rendement du générateur. — Le poids d'eau vaporisée à la pression moyenne de $8^k,520$ et à la température d'alimentation de $12^0,05$, s'est élevé à $6^k,892$ par kilogramme de houille brute et sèche.

Le nombre de calories nécessaires pour transformer cette eau en vapeur saturée à la pression de $8^k,520$ est de: $6,892\ (\lambda - \theta) = 4.469$, λ représentant la chaleur totale de la vapeur $= 660,46$, et θ la température de l'eau d'alimentation $= 12^0,05$.

Le pouvoir calorifique de la houille ayant été de 7.686^{cal}, le rendement du générateur seul a été de 58,14 %.

Nous avons vu plus haut que le rendement de la machine à vapeur avait été de 14,61 %. Il semble qu'en multipliant ce chiffre par 58,14 %, rendement du générateur, on devrait aboutir au rendement total de l'installation. Ce produit de $0,1461 \times 0,5814$ donne 8,49 %. Or, nous avons trouvé, en comparant directement les calories dépensées avec les calories utilisées, le rendement de 8,25 %.

Cet écart entre ces deux rendements, calculés d'après deux méthodes différentes, provient de ce que le premier, c'est-à-dire celui qu'on obtient par le produit des rendements partiels, ne tient pas compte des pertes de chaleur existant entre le générateur et la machine, par suite de la condensation de la vapeur dans la tuyauterie, tandis que le second, c'est-à-dire le rendement calculé directement, comprend ces pertes.

Ainsi que le montrent les chiffres du tableau C, le générateur était mené à une allure très calme ; on a vaporisé en effet $7^k,952$ d'eau, et brûlé $1^k,154$ de houille par mètre carré de surface de chauffe et par heure. Ces chiffres sont très modérés ; en revanche, on a consommé $93^k,789$ de houille par mètre carré de surface de grille, chiffre trop

considérable, à notre avis, et qui dénote une surface de grille trop petite pour la surface de chauffe. Il convient de remarquer que cette surface de grille n'a pas été fixée par le constructeur du générateur, mais par MM. Dujardin et Cie, vraisemblablement parce qu'ils la trouvaient suffisante pour leurs besoins actuels.

La température des gaz au registre a été, en moyenne, de 233°,25.

Si nous mentionnons ces chiffres dans cette note, ce n'est pas avec l'intention de faire une critique du générateur ni de son installation ; nous sortirions, en agissant ainsi, de notre programme, mais il nous a paru instructif d'examiner de quelle manière certains chiffres se modifieraient avec l'usage de la surchauffe ; nous verrons par la suite que cet examen présente un certain intérêt.

Marche en surchauffe.

DEUXIÈME ESSAI. — 8 Avril 1904.

Conditions du programme :

Pression initiale.....	8 k.
Travail indiqué.....	175 chx.
Température de surchauffe	275°.

Nous n'avons rien de particulier à signaler pour cette journée. MM. Dujardin et Cie ont d'abord chauffé les enveloppes du grand cylindre et du receiver pendant 20 minutes, à la mise en route, puis ils ont supprimé ce chauffage.

Purges. — L'enveloppe du petit cylindre a donné 70^k^,100 d'eau, et celles du grand cylindre et du receiver, pendant la période indiquée ci-dessus, 28^k^,600.

La conduite de vapeur a laissé se condenser 70^k^,200 de vapeur, et il a été récolté en outre 8 k. d'eau provenant de la purge à l'entrée du surchauffeur.

Les proportions d'eau condensée, rapportées au poids total de vapeur sortie du générateur, ont été de :

0,80 % pour la conduite de vapeur,

0,71 % pour les enveloppes du petit cylindre et de ses fonds,

0,29 % pour les enveloppes du grand cylindre et du receiver.

Si nous rapprochons le premier de ces chiffres de celui correspondant de la journée précédente, nous voyons qu'il y a entre eux un grand écart. La condensation dans la conduite de vapeur avait, en effet, été de 1,72 % dans la marche en vapeur saturée ; elle a été ramenée à 0,80 % dans la marche en vapeur surchauffée, c'est-à-dire qu'elle a été réduite de moitié. Cette diminution n'a pas grande importance au point de vue absolu, parce que la condensation dans le cas de la vapeur saturée a été relativement faible, mais l'écart entre les deux proportions méritait néanmoins d'être signalé.

La condensation dans l'enveloppe du petit cylindre, avec la vapeur surchauffée, a été également très faible : 0,71 %.

Pression initiale. — La différence entre les pressions initiales des coups avant et arrière du petit cylindre, que nous avions constaté être égale à 3 % environ dans la marche en vapeur saturée, n'a plus été, cette fois, que de 0,7 %. La surchauffe a donc diminué notablement l'écart entre les pressions des deux coups de vapeur.

La pression initiale moyenne s'est trouvée, lors de cet essai, un un peu plus forte que dans le précédent : $8^k,366$ au lieu de $8^k,204$.

Contre-pression. — La contre-pression moyenne a été plus faible que la veille (177 grammes au lieu de 185) ; la température de la vapeur au grand cylindre a également été plus basse : 100°,5 à l'entrée au lieu de 106°,4, et 51°,6 à la sortie contre 53°,4.

Travail indiqué. — Le travail indiqué moyen s'est élevé à $175^{ch.},21$, répartis comme suit entre les deux cylindres :

Petit cylindre	$117^{ch},54$	$175^{ch},21$.
Grand cylindre.....	$57^{ch},67$	

Le petit cylindre développait donc 67 % du travail total.

L'influence de la surchauffe a été d'augmenter de 12 % le travail du petit cylindre, et de diminuer d'autant celui du grand.

Admission moyenne. — Il est très difficile, dans certains diagrammes, de déterminer le point exact où se ferme l'admission de la vapeur dans le cylindre ; la séparation de la période d'admission d'avec celle de détente n'est pas toujours nette, en raison de la forme arrondie qu'affecte parfois la courbe dans cette région. Il suffit, pour se rendre compte de ce fait, d'examiner les deux figures ci-après.

La figure 1 représente un diagramme dans lequel la période d'admission est parfaitement nette ; la fermeture de la lumière s'opère bien en *a*, et la longueur de la ligne horizontale d'admission *y a* se mesure avec facilité.

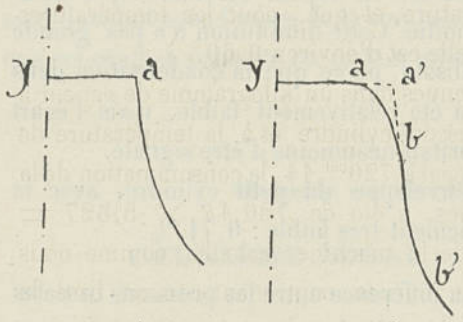


FIG. 1. FIG. 2.

Dans la figure 2, au contraire, une partie de ligne courbe *a b* sépare la ligne horizontale d'admission *y a* de la ligne de détente *b b'* ; cette dernière, prolongée au-delà du point *b*, viendrait couper la ligne *y a* dans les environs du point *a'*. Lorsque les diagrammes présentent l'aspect de la fig. 2, nous calculons l'admission moyenne en prenant comme longueur d'admission la distance *y a'*.

Mais on comprend que la détermination exacte du point *a'* ou du point *b* soit délicate ; nous nous sommes efforcés de nous rapprocher le plus possible de la vérité ; néanmoins, il ne faut considérer les degrés d'admission mentionnés dans le tableau A et dans le texte ci-dessous que comme approximatifs, et non comme mathématiquement exacts.

L'admission moyenne de la vapeur dans le petit cylindre a été, dans le cas actuel, de 6,32 % du volume du grand cylindre. Elle a naturellement augmenté en même temps que le travail développé par le petit cylindre.

Consommation de vapeur. — Le poids de vapeur, à la pression de $8^k,476$, et surchauffée à $276^0,30$, consommé par cheval indiqué et par heure, ressort, pour cette journée, à $5^k,527$.

Rendement calorifique de la machine seule. — Nous avons, pour calculer le nombre de calories contenues dans la vapeur surchauffée, pris comme chaleur spécifique de cette vapeur le chiffre 0,60, au lieu de celui de 0,48, indiqué par Regnault.

Des expériences récentes effectuées au laboratoire de Stuttgard par M. le professeur Bach montrent en effet que la chaleur spécifique de la vapeur varie avec sa température, et que, pour les températures auxquelles nous avons opéré, elle est d'environ 0,60.

Le nombre de calories contenues dans un kilogramme de vapeur à la pression de $8^k,476$ auprès du cylindre et à la température de surchauffe de $276^0,30$, étant égal à $720^{cal},14$, la consommation de la machine, exprimée en calories, a été de $720,14 \times 5,527 = 3.980^{cal},21$, et le rendement de la machine, calculé, comme nous l'avons fait pour la première journée, en prenant comme base la pression de la vapeur auprès du cylindre, a atteint 15,96 %, au lieu de 14,61 %. Différence : 1,35 % en faveur de la marche en vapeur surchauffée.

Si nous représentons par 100 la consommation par cheval indiqué et par heure de la machine, en vapeur saturée à la pression de $8^k,428$ auprès du cylindre, la consommation en vapeur surchauffée à $276^0,30$, dans des conditions sensiblement équivalentes de pression et de travail, se trouvera être de 83,93 %.

Économie en vapeur. — L'économie en vapeur réalisée par la surchauffe à $276^0,30$, est donc de 16,07 %.

Consommation de charbon. — On a brûlé, pendant cette journée :

$1.388^k,640$ de houille pour le générateur,
$264^k,380$ de houille pour le surchauffeur.

Ensemble : 1.653^{k},020 de houille, dont le pouvoir calorifique moyen a été de 7.681 calories.

Le poids de houille consommé par cheval indiqué et par heure ressort donc à :

0^{k},789 pour le générateur,
0^{k},150 pour le surchauffeur,
0^{k},939 pour l'ensemble.

Pour produire un cheval-heure indiqué :

le générateur a dépensé	6.064 calories,
le surchauffeur.....	1.148 calories,
l'ensemble du générateur et du surchauffeur...	7.212 calories.

Le rendement du générateur, du surchauffeur et de la machine, a été, d'après cela, de 8,80 % au lieu de celui de 8,25 % que nous avions trouvé la veille, en vapeur saturée, à la même pression et avec le même travail.

L'écart entre ces deux chiffres est de 0,55 %.

Si, comme nous l'avons fait plus haut, nous représentons par le nombre 100 la consommation en charbon par cheval-heure indiqué, dans la marche en vapeur saturée de la veille, la consommation dans la marche en vapeur surchauffée à 276°,30, trouvée dans cette journée, sera représentée par 93,71 %.

Économie en charbon. — L'économie réalisée par la marche en surchauffe a donc été de 6,29 %.

Rendement du générateur. — Le poids d'eau, prise à la température d'alimentation de 12° et à la pression moyenne de marche de 8^{k},558 au générateur, vaporisée par kilogramme de houille brute et sèche, s'est élevé à 7^{k},082, correspondant à un nombre de calories utilisées de 4.592.

Le pouvoir calorifique de la houille étant de 7.686 calories, le rendement du générateur a été de 59,74 %.

Les conditions de marche de ce générateur ont naturellement subi l'influence de la consommation moindre de combustible ; le poids de houille brûlée par heure et mètre carré de grille s'est abaissé de

$93^k,789$ à $73^k,889$, et c'est probablement à cette cause qu'il faut attribuer la légère amélioration du rendement qui a été obtenue.

La température des gaz à la sortie a diminué également ; de $233^o,25$, elle est passée à $211^o,25$.

Rendement du surchauffeur. — Il est sorti du générateur un poids de vapeur saturée de 9.835^k, mais il n'en est entré dans le surchauffeur que 9.827^k, la purge à l'entrée de ce dernier ayant donné 8^k. Ce poids de 9.827^k avait, à ce moment, une température sensiblement égale à celle de $177^o,10$, correspondant à la pression de $8^k,558$. A la sortie du surchauffeur, la température de la vapeur était de $310^o,93$.

La vapeur s'est donc surchauffée de $133^o,83$, et le surchauffeur a dû fournir $80^{cal},30$ par kilogramme de vapeur saturée, pour opérer cette élévation de température.

Nous avons vu qu'on a consommé, sous le surchauffeur, $264^k,380$ de charbon, lesquels ont servi à surchauffer les 9.827^k de vapeur cités plus haut.

Le poids de vapeur surchauffée par kilogramme de houille employée au surchauffeur a donc été de $37^k,17$.

Chaque kilogramme de vapeur exigeant $80^{cal},30$ pour être porté de $177^o,10$ à $310^o,93$, chaque kilogramme de charbon brûlé sous le surchauffeur a fourni utilement $80,30 \times 37,17 = 2.984$ calories.

Le pouvoir calorifique du charbon ayant été de 7.653 calories, le rendement du surchauffeur a été de 38,99 %. Toutefois, ce chiffre est un peu faible, parce qu'il y a eu une très légère chûte de température entre le générateur et le surchauffeur.

Rendement de l'ensemble du générateur et du surchauffeur. — Nous avons vu qu'il est sorti du générateur 9.835^k de vapeur, mais qu'il n'en est entré dans le surchauffeur que 9.827^k en raison des 8^k recueillis par la purge du surchauffeur. Ces 8 kilogs, s'ils n'ont pas été surchauffés, ont cependant été vaporisés, et, pour calculer en vapeur surchauffée le rendement total du générateur et du surchauffeur, il faut évaluer en vapeur surchauffée l'équivalent de ces 8^k, qui n'ont été que vaporisés. La quantité de

calories qu'il a fallu leur fournir pour les vaporiser à la pression de $8^k,558$ a été de : $8 \times (660,51 - 12)$.

La chaleur contenue dans un kilogramme de vapeur surchauffée à $310^0,93$ étant de $740^{cal},80$, le nombre de calories nécessaires pour transformer en vapeur ainsi surchauffée un kilogramme d'eau prise à la température de 12^0, est de $740,80 - 12$.

L'équivalent en vapeur surchauffée de la quantité de chaleur contenue dans les 8^k qui ont été vaporisés et non surchauffés est donc de :

$$\frac{8 \times (660,51 - 12)}{740,80 - 12} = 7,121.$$

Au lieu de retrancher 8^k du nombre 9.835, il faudra donc ne retrancher que $8^k - 7^k,121 = 0^k,879$.

Le poids d'eau vaporisée à $8^k,558$ et surchauffée à $310^0,93$ se trouve ainsi égal à $9.834^k,121$.

Le poids de houille brûlée sous le générateur et le surchauffeur ayant été de $1.653^k,020$, le poids d'eau vaporisée et surchauffée par kilogramme de houille brute et sèche ressort à $5^k,949$.

Le nombre de calories théoriquement nécessaire pour cette opération est de $5,949 \times 728,8 = 4.335$ calories. Un kilogramme de houille brute en développant 7.681, on voit que le rendement du générateur et du surchauffeur réunis a été de 56,44 %.

Ce nombre, calculé comme nous venons de le faire, est sensiblement le même que celui qu'on obtient en combinant les rendements partiels du générateur et du surchauffeur ; nous avons vu, en effet, que le poids de houille consommée par cheval indiqué et par heure a été :

1° pour le générateur, de $0^k,789$, correspondant à un nombre de calories égal à $0,789 \times 7.686$	6.064
2° pour le surchauffeur, de $0^k,150$, correspondant à un nombre de calories égal à $0,150 \times 7.653$	1.148
Le nombre de calories dépensées a été de	7.212

L'utilisation de ces calories s'est répartie de la manière suivante :

pour le générateur : 6.064 × 0,5974	3.622,63
pour le surchauffeur : 1.148 × 0,3899	447,60
Ensemble.....	4.070,23

La somme des rendements des deux appareils, générateur et surchauffeur, ressort ainsi à :

$$\frac{4.070,23}{7.212} = 56,43\ \%.$$

La méthode précédente avait donné 56,44 %, chiffre sensiblement égal.

Le rendement de la machine, pour cette journée, s'est élevé à 15,96 %.

Le produit de ce rendement par le précédent donne : 0,5644 × 0,1596 = 9 % pour le rendement total, c'est-à-dire y compris le générateur, le surchauffeur et la machine.

Ce rendement total, calculé directement, comme nous l'avons indiqué plus haut dans le paragraphe concernant la consommation de charbon, ressort à 8,80 %.

La différence provient de ce que le rendement total obtenu par la combinaison des rendements partiels ne tient pas compte des calories perdues par la tuyauterie, tandis que le rendement calculé directement en fait état.

Journée du 14 Avril 1904.

Nous avions l'intention de procéder ce jour à l'essai en surchauffe à 300 degrés, avec une pression initiale de 8 kilogrammes et une charge de 175 chevaux ; nous avions commencé nos opérations à l'heure habituelle, mais, au bout d'un quart d'heure de marche, une fuite s'est déclarée au surchauffeur : un des cinq tubes de la rangée inférieure s'était fendu sur une longueur de 25 centimètres.

Nous avons dû interrompre l'essai, afin de permettre la réparation qui a été faite le jour même, et nous avons pu continuer nos opérations le lendemain.

TROISIÈME ESSAI. — 15 Avril 1904.

Conditions du programme :

Pression initiale.....	6 k.
Travail indiqué.....	100 chx.
Température de surchauffe.....	275°.

Les enveloppes du grand cylindre et du receiver n'ont pas été chauffées, même le matin.

Un peu impressionnés par l'avarie survenue la veille au surchauffeur, nous avons préféré le ménager et marcher à une température inférieure à 300°, dans l'espoir de n'être plus arrêtés et de pouvoir achever notre programme. Nous avons donc interverti l'ordre des essais, et procédé avec un travail réduit à 100 chevaux, une pression de 6 kilogs et une température de 275°.

Cette journée s'est passée sans incidents.

Purges. — Nous avons recueilli par l'extracteur du sécheur $104^k,700$ d'eau condensée, et la purge du surchauffeur a en outre donné 3^k, soit, en tout, 1,82 % du poids total de vapeur sortie du générateur.

Les enveloppes du petit cylindre et de ses fonds ont évacué $66^k,800$ de purges, soit 1,12 % du même poids d'eau.

La condensation dans la conduite de vapeur a été sensiblement plus importante que pendant la journée précédente ; aussi, pour obtenir la même température de surchauffe auprès du cylindre, (276°,40), a-t-il fallu porter la température de la vapeur, à la sortie du surchauffeur, à 353°,15, au lieu de 310°,93 qu'il y avait la veille. Cette différence provient vraisemblablement de ce que, en raison du moindre débit de vapeur, la vitesse de celle-ci a été sensiblement moindre, et son séjour dans la tuyauterie allant du surchauf-

feur à la machine plus long. La condensation s'est accrue avec la durée de ce séjour.

Quant à la condensation dans les enveloppes et les fonds, elle a suivi la règle ordinaire des machines sans surchauffe ; elle a augmenté, en même temps que le travail et l'admission de vapeur de la machine diminuaient.

La veille, nous avions trouvé une proportion de 0,71 % de la vapeur totale consommée ; cette fois, nous avons recueilli 1,12 %.

Pression initiale. — La pression initiale du coup de vapeur avant a été de $5^k,956$ et celle du coup arrière de $5^k,870$; elles ont donc différé l'une de l'autre de 1,5 %, au lieu de 0,7 % que nous avions trouvé la veille ; l'augmentation de cet écart correspond à un travail moindre de la machine et à une admission plus faible. Il est vraisemblable que l'action refroidissante du fond arrière exerce, en vapeur surchauffée, la même influence que celle que nous avons signalée déjà dans un de nos bulletins pour la vapeur saturée.

Contre-pression. — La contre-pression moyenne dans le grand cylindre a été de $0^k,149$, et la température de la vapeur de :

89°,4 à l'entrée du grand cylindre,
47°,2 à la sortie de ce cylindre.

Travail indiqué. — Les diagrammes ont accusé le travail moyen suivant :

Petit cylindre.....	70, ch 61
Grand cylindre.....	34, ch 42
Ensemble.....	105, ch 03.

Le petit cylindre a donc développé un travail égal à 67,22 % du travail total, soit sensiblement la même proportion que lors de l'essai précédent.

Admission moyenne. — Il a été admis en moyenne, dans le petit cylindre, un volume égal à 4,02 % de celui du grand cylindre.

Consommation de vapeur. — Le poids de vapeur surchauffée, prise à la pression de $6^k,025$ auprès du petit cylindre et portée à la température de $276^0,40$, consommé par cheval indiqué et par heure, a été de $5^k,483$.

Rendement calorifique de la machine seule. — Pour produire un kilogramme de vapeur à la pression de $6^k,025$ et à la température de surchauffe de $276^0,40$, il a fallu $723^{cal},85$. Un cheval-heure indiqué a donc absorbé :

$$5,483 \times 723,85 = 3.969 \text{ calories.}$$

Le rendement calorifique de la machine seule a donc été de :

$$\frac{635,29}{3.969} = 16,01\,\%.$$

Nous avions trouvé dans le premier essai en vapeur saturée : 14,61 %, et dans le second en vapeur surchauffée à $276^0,30$ et à 8 k: 15,96 % ; la machine s'est donc trouvée, dans le dernier cas, dans des conditions plus avantageuses au point de vue du rendement calorifique.

Économie en vapeur. — Si, comme pour les journées précédentes, nous représentons par 100 la consommation en vapeur saturée, celle de la journée actuelle se trouve représentée par le nombre 83,26.

La comparaison du premier essai avec celui-ci fait ressortir une économie en vapeur de 16,74 % par rapport à la marche en vapeur saturée ; par contre, il y a eu une perte insignifiante de 0,67 % par rapport à la marche en vapeur surchauffée à 8 k. et 175 chx.

Il convient de faire remarquer immédiatement que la comparaison de la première journée et de la troisième n'est pas très intéressante, la machine ne s'étant pas trouvée, ces deux jours, dans les mêmes conditions de travail et de pression.

On peut, en revanche, en rapprochant les chiffres des deuxième et troisième journées, retenir ce fait, que le travail et la pression n'ont guère d'influence sur la consommation de vapeur de la machine, du moment que la température de surchauffe reste la même.

Consommation de charbon. — On a brûlé, pendant la journée :

839^k,290 de houille sous le générateur,	
215^k,190 de houille sous le surchauffeur,	
1.054^k,480 pour l'ensemble des deux appareils.	

Le pouvoir calorifique moyen du combustible a été de 7.679 calories.

La consommation de charbon brut et sec par cheval indiqué et par heure s'est répartie comme suit :

pour le générateur.	0^k,794,
pour le surchauffeur.....	0^k,203,
ensemble.....	0^k,997.

Pour produire un cheval-heure indiqué :

le générateur a dépensé.....	6.102 calories,
le surchauffeur.....	1.553 calories,
l'ensemble.....	7.655 calories.

Le rendement de l'ensemble de l'installation, dans l'état de marche de cette journée, a donc été de 8,30 %, c'est-à-dire de 0,50 % plus faible que le précédent.

On remarquera aussi que ce rendement a été sensiblement le même que celui qui a été obtenu dans la marche en vapeur saturée (8,30 au lieu de 8,25 %).

Économie en charbon. — Si nous continuons à comparer, à titre de simple curiosité, puisque les éléments ne sont pas les mêmes, les chiffres de cette journée à ceux des deux précédentes, nous

voyons qu'en représentant par 100 la consommation de houille par cheval indiqué et par heure correspondant à la marche en vapeur saturée, la consommation afférente à la marche de la journée actuelle serait représentée par 99,50.

L'économie de cette marche sur celle en vapeur saturée ne serait donc que de 0,50 %.

Rendement du générateur. — A la température moyenne d'alimentation de 17°,45 et à la pression moyenne de 6k,127 au générateur, le poids d'eau vaporisée par kilogramme de houille brute et sèche a été de 7k,056, équivalant à un nombre de calories de 4.511.

Le pouvoir calorifique de la houille étant de 7.686, le rendement du générateur seul ressort à 58,69 %.

Les conditions de marche de ce générateur, dans l'espèce, se sont éloignées beaucoup de la normale, en ce sens que le poids d'eau vaporisée par mètre carré de surface de chauffe n'a été que de 3k,870, chiffre insuffisant, alors que le poids de houille brûlée par mètre carré de grille a été de 44k,583, chiffre un peu faible à la vérité, mais sans exagération. Les résultats se ressentent naturellement de ces conditions exceptionnelles de marche.

Rendement du surchauffeur. — Le poids de vapeur sortie du générateur a été de 5.922 kilogrammes.

La purge à l'entrée du surchauffeur a donné 3 k., qu'il faut déduire du poids de vapeur entrée dans le surchauffeur, ce qui ramène ce dernier à 5.919 kilogrammes.

La température de ce poids de vapeur à la sortie du générateur a été de 164°,94, et à la sortie du surchauffeur de 353°,15.

L'augmentation de température produite par le surchauffeur a donc été très sensiblement de 188°,21, et il a dû fournir, par kilogramme de vapeur, un nombre de calories égal à 112,93.

Nous avons vu, d'autre part, qu'on a brûlé sous le surchauffeur un poids de houille de 215k,190, ce qui correspond à un poids de vapeur surchauffée, par kilogramme de houille, de :

$$\frac{5.919}{215,19} = 27_{k},51.$$

Chaque kilogramme de houille du surchauffeur a donc produit un nombre de calories utilisées de 27,51 × 112,93 = 3.106.

Comme il en a développé, en brûlant, 7.653, le rendement du surchauffeur a été de 40,58 %.

L'écart entre ce rendement et celui de la veille n'est que de 1,59 % (40,58 — 38,99). Le surchauffeur a été traversé, lors de la journée précédente, par un poids de vapeur de 9.827 k. au lieu de 5.919, et a fourni un nombre de calories de 9.827 × 80,30 = 789.108, au lieu de 5.919 × 112,93 = 668.432.

Il paraît résulter de ces chiffres que le rendement du surchauffeur n'est pas notablement affecté par le changement d'allure que nous avons indiqué ; néanmoins, son effet utile de production s'en trouve naturellement modifié, attendu que le poids de vapeur de la deuxième journée, ayant pénétré dans le surchauffeur à la température de 177°,10, n'a été porté qu'à la température de 310,°93, tandis que le poids de vapeur de la troisième journée, entré dans l'appareil à une température moindre (164°,94), en est sorti a une température de 353°,15.

Rendement de l'ensemble du générateur et du surchauffeur. — Nous avons vu que le poids de vapeur sortie du générateur s'est élevé à 5.922 k. et qu'il a été recueilli un poids de 3 k. par la purge du surchauffeur.

Ces 3 kilogs ont été vaporisés, mais non surchauffés ; il convient donc de faire sur eux la même correction que celle que nous avons faite pour la journée précédente. Cette correction ramène le poids d'eau à la fois vaporisée et surchauffée à 5.921^{k},550.

Comme il a été consommé 1.054^{k},480 de houille brute et sèche sous le générateur et le surchauffeur, le poids d'eau vaporisée à 6^{k},127 et surchauffée à la température de 353°,15, s'est élevé à 5^{k},616.

Le nombre de calories théoriquement nécessaire pour cette opération est, par kilogramme d'eau à la température d'alimenration de 17°,45, de 752,35.

Le générateur et le surchauffeur ont donc utilisé, par kilog. de houille, $5,616 \times 752,35 = 4.225$ calories, alors que le pouvoir calorifique de cette houille est de 7,679. Le rendement de l'ensemble du générateur et du surchauffeur a donc été, pour cette journée, de 55,02 %.

Si, procédant comme nous l'avons fait pour la deuxième journée, nous combinons le rendement du générateur avec celui du surchauffeur, nous obtiendrons le résultat suivant.

Nous avons vu que le rendement du générateur seul a été de 58,69 %, et celui du surchauffeur de 40,58 %.

Or, le poids de houille consommée par cheval indiqué et par heure s'est élevé :

1° pour le générateur seul à ..	$0^k,794$	correspondant à	6.102 cal.
2° pour le surchauffeur à	$0^k,203$	correspondant à	1.553 cal.
		soit ensemble :.....	7.655 cal.

Ces calories ont été utilisées comme il suit par les deux appareils :

pour le générateur.....	$6.102 \times 0,5869 =$	3.581 calories,
pour le surchauffeur.....	$1.553 \times 0,4058 =$	630 —
	Total.....	4.211 calories.

Le rendement de l'ensemble du générateur et du surchauffeur ressort ainsi à :

$$\frac{4.211}{7.655} = 55\ \%.$$

Le calcul direct avait donné 55,02 %. La différence est donc, ici encore, insignifiante.

Le rendement de la machine a été trouvé égal à 16,01 %.

Le produit de ce rendement par le précédent donne : $0,1601 \times 0,5502 = 8,81$ %, au lieu de 8,30 % qu'a donné le calcul direct effectué plus haut pour le rendement total des trois éléments : générateur, surchauffeur et machine.

L'explication de la différence réside dans les pertes par la tuyauterie, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment.

QUATRIÈME ESSAI. — 16 Avril 1904.

Conditions du programme :

Pression initiale.....	6 k.
Travail indiqué.....	195 chx.
Température de surchauffe.....	275°.

Notre intention première était de charger la machine à 225 chevaux, mais, ainsi que nous l'avons expliqué au début de cette note, il ne nous a pas été possible d'atteindre cette puissance, les dynamos ne pouvant pas supporter cette allure ; nous avons donc baissé progressivement la charge jusqu'au moment où il a paru que les dynamos se comportaient d'une façon convenable, et la machine a développé, pendant la journée, un travail moyen de 195 chevaux. Pour conserver cette allure, les câbles de commande des dynamos ont dû être entretenus à la résine, dans le but d'augmenter leur adhérence sur les poulies.

Il ne s'est pas produit d'incidents du côté du générateur ni du surchauffeur.

Les enveloppes du grand cylindre et du receiver n'ont pas été chauffées.

Purges. — La conduite de vapeur a donné $87^k,100$, et le purgeur à l'entrée du surchauffeur, $1^k,500$, soit ensemble $88^k,600$.

Les enveloppes du petit cylindre et de ses fonds ont condensé $63^k,100$.

Les proportions de vapeur condensée pendant cette journée, rapportées au poids total de vapeur sortie du générateur, ont été les suivantes :

Conduite de vapeur.....	0,80 %,
Enveloppes du petit cylindre et de ses fonds.....	0,57 %.

La condensation dans la conduite a diminué avec l'augmentation de charge de la machine (0,80 au lieu de 1,82 %). Nous avions observé un fait analogue lors de l'essai précédent.

La condensation dans les enveloppes du petit cylindre et de ses fonds a varié dans le même sens ; la charge s'étant accrue et la vitesse de la vapeur ayant augmenté, cette condensation a diminué (0,57 au lieu de 1,12 %).

Pression initiale. — La pression initiale moyenne a été de $6^k,075$ au coup avant, et de $6^k,021$ au coup arrière. La différence a donc été de 0,88 % entre les deux coups, alors qu'elle avait atteint la veille, avec une charge de 100 chevaux, 1,5 %. L'admission était alors de 4,02 % au lieu de 13,30 %, moyenne de la journée actuelle. Cette constatation corrobore la remarque que nous avons déjà faite à ce sujet à propos de la troisième journée.

Contre-pression. — La contre-pression moyenne au grand cylindre a été de $0^k,220$; elle a donc sensiblement augmenté avec la charge de la machine, comme aussi les températures à l'entrée et à la sortie du grand cylindre, qui ont été respectivement de 124° et 55°.

L'élévation de ces chiffres a été la conséquence de l'accroissement de la charge.

Travail indiqué. — Le travail indiqué moyen a été de $195^{ch},32$, répartis comme suit entre les deux cylindres :

Petit cylindre	$118^{ch},07$
Grand cylindre.....	$77^{ch},25$
Ensemble.....	$195^{ch},32$.

La proportion du travail total développé afférente au petit cylindre a donc été de 60,45 % ; le grand cylindre a travaillé plus que dans les journées précédentes de marche en surchauffe, par suite de l'augmentation de pression de la vapeur qui y a été admise.

Consommation de vapeur. — Le poids de vapeur prise à la pression moyenne de $6^k,145$ auprès du petit cylindre et à la température de surchauffe de 277°,10 a été, par cheval indiqué et par heure, de $5^k,582$.

Si nous rapprochons cette consommation des précédentes, en représentant par 100 celle de la marche en vapeur saturée, nous trouvons, pour la marche actuelle, 84,77.

L'économie réalisée sur la marche en vapeur saturée a donc été de 15,23 %, mais il y a eu perte de 0,84 et de 1,51 % sur la marche des journées précédentes en surchauffe. Ce résultat conduit à la conclusion que nous avons formulée à propos des essais de la veille, à savoir que la pression et la charge n'ont pas grande influence sur la consommation de vapeur, du moment que la température de surchauffe reste la même.

Il faut néanmoins remarquer une légère élévation de consommation quand on force le travail de la machine, les conditions de pression et de température étant égales ; à 195 chevaux, la machine a consommé 1,51 % de plus qu'à 100 chevaux.

Rendement calorifique de la machine seule. — La consommation de vapeur par cheval indiqué et par heure a été de $5^{k},582$. Pour obtenir un kilogramme de vapeur à la pression de $6^{k},145$ au cylindre et à la température de surchauffe de $277^{0},10$, il a fallu lui fournir $724^{cal},07$. Un cheval-heure indiqué a donc exigé : $724,07 \times 5,582 = 4.041^{cal},75$.

Le rendement de la machine a donc été de :

$$\frac{635,29}{4.041,75} = 15,71\ \%,$$

rendement peu différent des précédents en marche en surchauffe.

Consommation de charbon. — Le poids de charbon brûlé pendant la journée s'est élevé à :

$1.561^{k},540$ pour le générateur,
$256^{k},125$ pour le surchauffeur,

$1.817^{k},665$ pour le générateur et le surchauffeur.

Le pouvoir calorifique moyen des combustibles a été de 7.681 calories.

La consommation en houille brute et sèche, par cheval indiqué et par heure, s'est répartie de la manière suivante, pour les deux appareils :

pour le générateur.....	$0^k,799$,
pour le surchauffeur	$0^k,131$,
ensemble.....	$0^k,930$.

Le pouvoir calorifique ayant été, comme nous l'avons déjà indiqué, de 7.686 pour la houille du générateur et de 7.653 pour celle du surchauffeur, le nombre de calories que ces deux appareils ont dépensé pour produire un cheval-heure indiqué, s'est réparti comme suit :

Générateur	6.141
Surchauffeur.....	1.002
Ensemble.....	7.143.

Le rendement de l'installation à donc été de : $\frac{635,29}{7.143} = 8,89\ \%$; il a été un peu meilleur que celui de la veille (0,59 en plus), et sensiblement égal à celui de l'avant-veille.

Économie en charbon. — Si nous comparons la consommation de charbon à celles des journées précédentes, nous voyons que la consommation de la première journée avec marche en vapeur saturée étant représentée par 100, celle de la journée actuelle l'est par 92,80. L'économie en charbon réalisée par la surchauffe sur la marche en vapeur saturée a donc été de 7,20 %.

Rapprochée de celle de la journée précédente, pendant laquelle la machine a fonctionné sous la même pression de 6 k., à la même température de surchauffe de 275°, mais à la charge de 100 chevaux au lieu de 195, la consommation de charbon de la journée actuelle accuse, avec la marche à 195 chevaux, une économie de 6,70 % sur la marche à 100 chevaux.

Par contre, nous avons vu que la machine fonctionnant à 100 chevaux a donné, sur la marche à 195 chevaux, une économie de vapeur de 1,51 %.

La comparaison des consommations de vapeur donne donc une économie de 1,51 % en faveur de la moindre charge, tandis que la comparaison des consommations de charbon accuse, au contraire, une perte de 6,70 %.

Il ne faudrait pas conclure que cette contradiction dût se présenter obligatoirement dans tous les essais de ce genre, mais il convient de retenir ce renseignement intéressant, qu'une économie en vapeur ne correspond pas toujours à une économie en charbon ; nous avons déjà eu l'occasion de constater ce fait, et c'est pour cette raison que nous croyons devoir signaler particulièrement cette sorte d'anomalie, sur laquelle nous reviendrons plus tard.

Rendement du générateur. — Le poids d'eau prise à la température d'alimentation de 14°,45 et vaporisée à la pression moyenne de 6^k,226, a été de 7^k,049 par kilogramme de houille brute et sèche, correspondant à un nombre de calories égal à 4.529.

Le pouvoir calorifique de la houille ayant été de 7.686, le rendement du générateur s'est trouvé être de 58,92 %.

Il avait été la veille de 58,69 %, chiffre peu différent du précédent.

Le poids d'eau vaporisée par mètre carré de surface de chauffe ayant été de 7^k,241, c'est-à-dire presqu'égal à deux fois celui de la veille, le poids de houille consommée par mètre carré de grille s'est lui-même trouvé presque doublé, et a atteint 83^k,505, au lieu de 44^k,583.

Les conditions de vaporisation du générateur se sont donc améliorées; l'allure de marche de la grille a été, en revanche, moins bonne, de sorte qu'en fin de compte, le rendement est resté sensiblement le même.

Rendement du surchauffeur. — Il est entré dans le surchauffeur un poids de vapeur de 11.005^k,500 à la température d'environ 165°,49, lequel en est ressorti à la température de 318°,35. Le surchauffeur a donc produit, sur la vapeur qui l'a traversé, une augmentation de température de 152°,86. Le nombre de calories

qu'il a fallu fournir, par kilogramme de vapeur, pour opérer cet accroissement de température, est de 91,72.

Nous savons, d'autre part, que le nombre de kilogrammes de vapeur surchauffée par kilogramme de houille brûlée sous le surchauffeur a été de :

$$\frac{11.005,500}{256,125} = 42^{k},97.$$

Chaque kilogramme de houille consommée a dès lors produit un nombre de calories utilisées de $42,97 \times 91,72 = 3.941$.

Comme le pouvoir calorifique de la houille a été de 7.653 calories, le rendement du surchauffeur seul a atteint 51,49 %.

Ce rendement est le plus élevé de ceux que nous avons trouvés pour le surchauffeur. C'est dans cet essai qu'il a été traversé par le plus grand poids de vapeur ($11.005^{k},500$), mais nous verrons que c'est dans la journée suivante qu'il a fourni le plus grand nombre de calories.

Rendement de l'ensemble du générateur et du surchauffeur. — Le poids d'eau sortie du générateur pendant la durée des essais a été de 11.007 k. ; cette eau a été prise à la température moyenne d'alimentation de $14^{0},45$ et vaporisée à la pression moyenne de $6^{k},226$.

Entre le générateur et le surchauffeur, il s'est condensé $1^{k},500$, qu'il faut défalquer du poids de vapeur surchauffée ; il reste donc $11.005^{k},500$; mais il convient de faire, sur cette différence de $1^{k},500$, la correction dont nous avons parlé précédemment, de sorte que le poids d'eau prise à la température moyenne d'alimentation de $14,^{0}45$, portée à la pression moyenne de $6^{k},226$ et surchauffée à la température moyenne de $318^{0},35$, a été de $11.006^{k},810$.

Le poids de houille consommée sous le générateur et le surchauffeur ayant été de $1.817^{k},665$, ces deux appareils réunis ont vaporisé et surchauffé, par kilogramme de houille brute et sèche, $6^{k},055$ d'eau.

Le nombre des calories contenues dans un kilogramme de houille a été de 7.681.

Pour produire $6^k,055$ de vapeur surchauffée, il a fallu fournir à l'eau d'alimentation un nombre de calories égal à $6,055 \times 734,24 = 4.446$.

Le rendement de l'ensemble du générateur et du surchauffeur a donc été de 57,88 %.

Calculons, comme nous l'avons fait pour les journées précédentes, le rendement des deux appareils d'après leurs rendements respectifs. Nous savons que le générateur a rendu 58,92 % et le surchauffeur 51,49 %.

On a consommé, par cheval indiqué et par heure :

pour le générateur: $0^k,799$ de houille correspondant à	6.141 cal.
pour le surchauffeur: $0^k,131$ de houille correspondant à	1.002 cal.

On a dépensé, pour les deux appareils . . . 7.143 cal.

Il a été utilisé une fraction seulement de ces calories, soit :

pour le générateur.....	$6.141 \times 0,5892 =$	3.618 cal.
pour le surchauffeur.....	$1.002 \times 0,5149 =$	516 cal.
pour les deux appareils.....		4.134 cal.

Le rendement de ces deux appareils réunis a donc été de :

$$\frac{4.134}{7.143} = 57,87\ \%.$$

Le calcul direct avait donné 57,88 %. Les deux nombres sont donc presqu'identiques.

Nous avons vu que le rendement de la machine seule a été de 15,71 %.

Le produit des deux rendements ci-dessus donnera le rendement de l'ensemble :

$$0,5788 \times 0,1571 = 9,09\ \%.$$

Le calcul direct ayant donné, comme nous l'avons vu plus haut, 8,89 %, la différence entre les deux nombres est de 0,20, et s'explique de la même manière que pour les journées précédentes.

Journée du 21 Avril 1904.

Nous nous proposions, ce jour là, de renouveler l'essai à la pression de 8 kilogrammes, au travail de 175 chevaux et à la température de 300°, essai déjà tenté le 14 et qui avait dû être abandonné à la suite d'une avarie à l'un des tubes du surchauffeur ; mais une nouvelle malchance nous a contraints à le suspendre. Commencé à 7 h. 49′, il a suivi son cours normalement jusqu'à 11 h. A ce moment, une boîte de raccord d'arrière du surchauffeur s'est mise à fuir assez abondamment ; vers 11 h. 30′, des joints de la conduite de vapeur situés dans le sous-sol de la machine ont perdu, et la fuite s'est rapidement aggravée.

La machine a dû être arrêtée, et l'on a constaté que deux des joints de la conduite de vapeur surchauffée, composés chacun d'une toile de plomb et d'amiante maintenue entre deux feuilles de caoutchouc, étaient fondus. Les tentatives faites pendant l'arrêt du déjeuner pour étancher ces fuites n'ayant pas abouti, nous avons renoncé définitivement à poursuivre l'essai. On a fait, pendant le reste de la journée, marcher la machine en vapeur saturée, et il a été possible de refaire les joints et de réparer les fuites pour marcher le lendemain.

CINQUIÈME ESSAI. — 22 Avril 1904.

Conditions de l'essai :

Pression initiale	8 k.
Travail indiqué	175 chx.
Température de surchauffe	325°.

Les joints de la tuyauterie qui avaient fui avaient été refaits, en remplaçant les anciens joints en plomb par des joints en toiles métalliques, entre lesquelles se trouvait intercalé du minium. Ces joints sont restés étanches, mais il s'est manifesté, à une boîte de raccord du surchauffeur, une nouvelle fuite perceptible seulement à l'oreille,

et non à la vue. Comme elle nous paraissait insignifiante, nous n'avons pas cru devoir suspendre encore une fois l'essai, et nous l'avons continué.

Nous n'avons pas relevé d'autres incidents, sauf l'inflammation de deux pièces de bois supportant dans le sous-sol la tuyauterie de vapeur surchauffée ; ce commencement d'incendie a été bien vite enrayé.

Purges. — La conduite de vapeur surchauffée a condensé $85^k,400$, et la purge à l'entrée du surchauffeur a donné $9^k,500$.

Les enveloppes du petit cylindre et de ses fonds ont évacué $58^k,850$, de sorte que la proportion de vapeur condensée par rapport au poids total de vapeur sortie du générateur a été :

pour la conduite de vapeur, de	1,08 %,
pour les enveloppes, de	0,67 %.

Ces chiffres s'écartent peu de ceux de la deuxième journée, pendant laquelle la machine fonctionnait dans les mêmes condilions de pression et de travail, mais avec une température de 275°.

Pression initiale. — La pression initiale moyenne s'est élevée à $8^k,345$ pour le coup avant, et à $8^k,251$ pour le coup arrière, ce qui correspond à une moyenne de $8^k,298$ pour les deux coups. La différence de l'un à l'autre a donc été de 1,12 %.

Contre-pression. — La contre-pression au grand cylindre a été de $0^k,174$, sensiblement la même que dans la deuxième journée ($0^k,177$).

Travail indiqué. — Le travail moyen accusé par les diagrammes a été trouvé de :

Petit cylindre.....	$113^{ch},70$
Grand cylindre.....	$59^{ch},80$
Ensemble.....	$173^{ch},50$.

Le petit cylindre a donc développé 65,50 % du travail total.

Consommation de vapeur. — A la pression moyenne de $8^k,380$ auprès du petit cylindre, et à la température moyenne de surchauffe de $324^0,50$, la consommation de vapeur surchauffée par cheval indiqué et par heure a été trouvée égale à $4^k,962$.

Pour continuer la comparaison des diverses journées entre elles, nous voyons que, la consommation en vapeur saturée étant représentée par 100, celle de la journée actuelle se trouve chiffrée par 75,35. L'économie de vapeur réalisée sur la marche en vapeur saturée par la surchauffe à 325^0 a donc été de 24,65 %.

D'autre part, le rapprochement des résultats de cette journée avec ceux de la deuxième, montre que l'élévation de la température de surchauffe de 275^0 à 325^0 a conduit à une économie de vapeur de 8,58 %. Les chiffres sont, cette fois, tout à fait comparables, puisque la machine fonctionnait sensiblement sous la même charge et à la même pression dans les deux cas ; le degré de surchauffe seul était différent.

Rendement calorifique de la machine seule. — Un kilogramme de vapeur à la pression de $8^k,380$ et à la température de $324^0,50$ contient $749^{cal},19$.

Pour développer un cheval-heure indiqué, il a fallu : $749,19 \times 4.962 = 3.717^{cal},5$.

Le rendement de la machine, dans ces conditions de marche, a été de $\frac{635,29}{3.717,5} = 17,09$ %, c'est-à-dire supérieur de 2,48 % à celui de la marche en vapeur saturée, et de 1,13 % à celui de la marche en vapeur surchauffée à 275^0.

Consommation de charbon. — Il a été consommé, pendant cette cinquième journée :

pour le générateur.....	$1.269^k,490$,
pour le surchauffeur.....	$295^k,725$,
pour l'ensemble	$1.565^k,215$.

La machine ayant développé un travail moyen de $173^{ch},50$, la consommation de charbon brut et sec par cheval indiqué et par heure ressort :

pour le générateur, à.....	$0^{k},727$,
pour le surchauffeur, à.....	$0^{k},169$,
pour les deux appareils, à.....	$0^{k},896$.

Le pouvoir calorifique de la houille employée au générateur ayant été de 7.686 et celui de la houille brûlée sous le surchauffeur de 7.653 calories, le nombre de calories ayant servi à produire un cheval-heure ressort à :

5.588 pour le générateur,

et à :

1.293 pour le surchauffeur,

soit à 6.881 pour l'ensemble du générateur et du surchauffeur.

Le rendement de l'installation, machine, chaudière et surchauffeur, a donc été de $\frac{635,29}{6.881} = 9,23\ \%$, chiffre supérieur de $0,43\ \%$ à celui de la deuxième journée, et de $0,98\ \%$ à celui de la première, correspondant à la marche en vapeur saturée.

Économie en charbon. — Lorsque la machine a fonctionné avec de la vapeur saturée, à la même pression et sous la même charge, la consommation par cheval indiqué et par heure a été de $1^{k},002$.

Lors de la marche en vapeur surchauffée à 275^{0}, avec la même pression et sous la même charge, cette consommation a été de $0^{k},939$.

Elle a été, pour la journée actuelle, de 0,896.

Si nous continuons à représenter par 100 la consommation de charbon dans la marche en vapeur saturée, celle de la deuxième journée se trouve être de 93,71, et celle de la journée actuelle de 89,42.

L'élévation de température de surchauffe de 275^{0} à 325^{0} a donc produit une économie de $4,29\ \%$.

Quant à l'économie de charbon par rapport à la marche en vapeur saturée, elle a été de $10,58\ \%$.

Rendement du générateur. — Le poids d'eau d'alimentation prise à la température de $13^{0},85$ et vaporisée à la pression moyenne de $8^{k},467$ au générateur, a été, par kilogramme de houille brute et sèche, de $6^{k},914$. Il a fallu, pour opérer cette vaporisation, un nombre de calories égal à 4.470.

Le pouvoir calorifique de la houille ayant été de 7.686, le rendement du générateur ressort à 58,16 %; il a donc été sensiblement le même qu'en vapeur saturée, et un peu plus faible (1,58 %) qu'en vapeur surchauffée à 275^{0}.

Rendement du surchauffeur. — Le surchauffeur a reçu un poids de vapeur de $8.767^{k},500$ à la température d'environ $176^{0},69$, et a fourni le même poids de vapeur surchauffé à 386^{0}.

L'augmentation de température produite par le surchauffeur a été de $209^{0},31$, et a exigé $125^{cal},59$ par kilogramme de vapeur.

Le poids de vapeur surchauffée, par kilogramme de houille brute et sèche employée sous le surchauffeur, a été de :

$$\frac{8.767,50}{295,725} = 29^{k},65.$$

Chaque kilogramme de houille brûlée sous le surchauffeur a donc produit un nombre de calories utilisées égal à $29,65 \times 125,59 = 3.723$.

Le pouvoir calorifique de la houille ayant été de 7.653 calories, le rendement du surchauffeur ressort à 48,64 %.

Rendement de l'ensemble du générateur et du surchauffeur. — Il est sorti du générateur, à la pression de $8^{k},467$, un poids d'eau vaporisée de 8.777^{k}, et il n'est entré dans le surchauffeur qu'un poids de vapeur de $8.767^{k},500$, parce que, entre la chaudière et le surchauffeur, il s'est condensé $9^{k},500$ qui ont été recueillis. Si nous tenons compte, dans le calcul du rendement en vapeur surchauffée, des calories contenues dans ces $9^{k},500$ qui ont été vaporisés, mais non surchauffés, nous trouvons que le poids d'eau prise à la température moyenne d'alimentation de $13^{0},85$, portée

à la pression moyenne de $8^k,467$, puis surchauffée à la température moyenne de 386^0, a été de $8.775^k,455$.

Nous avons vu que le poids de houille consommée à la fois sous le générateur et le surchauffeur a été de $1.565^k,215$; le poids d'eau vaporisée et surchauffée ressort donc à $5^k,607$.

Un kilogramme de houille a donc fourni à l'eau d'alimentation un nombre de calories égal à $5,607 \times 772,13 = 4.329$.

Le pouvoir calorifique du charbon employé ayant été de 7.680 calories, le rendement des deux appareils, générateur et surchauffeur, s'est trouvé être de 56,37 %, c'est-à-dire sensiblement égal à celui de la deuxième journée.

Voyons maintenant ce que donnera la méthode basée sur la combinaison des rendements partiels.

On a consommé, en charbon :

pour le générateur : $0^k,727$ représentant 5.588 calories,
pour le surchauffeur : $0^k,169$ représentant 1.293 calories,

On a donc dépensé en totalité . . . . . 6.881 calories.

L'utilisation a été :

pour le générateur, de.....	$5.588 \times 0,5816 =$	3.250 cal.
pour le surchauffeur, de.....	$1.293 \times 0,4864 =$	629 cal.
ensemble.....		3.879 cal.

Nous avons vu en effet plus haut que les rendements du générateur et du surchauffeur ont été respectivement de 58,16 % et de 48,64 %.

Le rendement de l'ensemble des deux appareils ressort ainsi a :

$$\frac{3.879}{6.881} = 56,37\ \%.$$

Le rendement direct a également été trouvé égal à 56,37 %. L'écart entre les résultats obtenus par les deux méthodes est donc inférieur à 0,01 %.

Le rendement de la machine a été de 17,09 %.

Le produit de ce rendement par le précédent donne, pour l'ensemble des trois éléments, générateur, surchauffeur et machine : $0,5637 \times 0,1709 = 9,63\ \%$, au lieu de $9,23\ \%$, chiffre obtenu directement, pour la raison que nous avons exposée à propos des journées précédentes.

SIXIÈME ESSAI. — 23 Avril 1904.

Conditions de l'essai :

Pression initiale.....	8 k.
Travail indiqué.....	100 chx.
Température de surchauffe...	275°.

Notre intention première était de ne pas rendre compte des résultats de cette journée, parce que leur exactitude ne nous paraissait pas certaine ; nous avons cependant jugé préférable, après réflexion, de les faire connaître, mais en signalant les motifs de notre doute.

Nous avions, la veille, constaté, à l'une des boîtes de raccord du surchauffeur, l'existence d'une fuite qui nous avait semblé négligeable ; nous avons mentionné ce fait dans le compte rendu de la cinquième journée.

Le lendemain, la fuite a persisté, et nous a paru avoir un peu augmenté ; nous avons cependant continué la série des essais, estimant qu'elle n'aurait pas d'influence sérieuse sur leurs résultats.

Nous nous attendions à trouver des chiffres meilleurs que ceux que nous avons effectivement obtenus ; aussi, présentons-nous ces derniers avec beaucoup de réserve, parce que nous les supposons entachés d'inexactitude.

La consommation en vapeur et celle en charbon nous semblent en effet trop élevées, et nous attribuons cette sorte d'anomalie à la fuite du surchauffeur.

Si, comme nous le supposons, cette fuite n'a pas été beaucoup plus forte que la veille, son influence a été plus importante, car elle

a porté sur un poids de vapeur notablement plus faible ; la machine ne développait en effet que 100 chevaux pendant cette sixième journée, tandis qu'elle en développait 175 la veille.

L'appréciation d'une fuite de vapeur saturée est déjà délicate, bien qu'elle se manifeste d'une manière très apparente ; mais la vapeur surchauffée étant incolore et ne se condensant pas immédiatement comme la vapeur saturée, il est très difficile d'évaluer, même approximativement, la véritable importance d'une fuite de cette vapeur.

Nous donnons donc les chiffres que nous avons trouvés sous toute réserve, en raison des explications ci-dessus.

Purges. — La conduite a condensé 106 k. de vapeur entre le surchauffeur et le cylindre de la machine, et $8^k,500$ entre le générateur et le surchauffeur, soit en tout $114^k,500$. La proportion d'eau recueillie a donc été, pour la conduite entière, de 1,85 % du poids de vapeur sortie du générateur.

Les enveloppes ont donné $100^k,200$, soit 1,62 %.

L'influence de la courte admission sur la condensation de la vapeur dans les enveloppes ne paraît pas très grande. Dans l'essai à 6 k. et 100 chevaux, avec la même température de surchauffe, la proportion d'eau condensée par les enveloppes et les fonds a été de 1,12 %, alors que l'admission en % du volume du grand cylindre était de 4,02 %. Pendant la journée actuelle, l'admission a été de 2,30 % seulement pour le même travail, en raison de la pression plus élevée, et cependant la condensation dans les enveloppes n'a augmenté que de 0,50 % (1,62 % au lieu de 1,12 %).

Pression initiale. — La pression initiale moyenne a été, au coup avant, de $8^k,157$, et au coup arrière de $7^k,925$; moyenne : $8^k,041$.

L'écart entre les pressions des deux coups a donc été de 2,84 % ; il s'accentue au fur et à mesure que l'admission diminue. Lorsqu'à la pression de 6 k. et avec la même température de surchauffe, la machine faisait 100 chevaux, l'admission était de 4,02 % du

volume du grand cylindre, et la différence des pressions initiales entre les deux coups de vapeur de 1,5 % seulement. Avec la même température de surchauffe et la même puissance, mais à la pression moyenne de 8 k. au lieu de 6 k., l'écart des pressions entre les coups de vapeur avant et arrière s'est élevé à 2,84 %, mais l'admission en fonction du volume du grand cylindre n'était plus que de 2,30 %.

Nous avons déjà fait cette remarque à propos des troisième et quatrième journées.

Contre-pression. — La contre-pression moyenne dans le grand cylindre s'est élevée à $0^k,143$, chiffre le plus faible de tous ceux de la série des essais, avec raison du reste, puisqu'il correspond à la plus petite admission. La température de la vapeur à l'entrée du grand cylindre a été de 93^0, et à sa sortie de $46^0,5$; ces chiffres ne présentent rien de particulier.

Travail indiqué. — Le travail indiqué moyen a été trouvé de $106^{ch},05$; les deux cylindres ont coopéré à ce travail de la manière suivante :

Petit cylindre.....	$70^{ch},89$
Grand cylindre.....	$35^{ch},16$
Total.....	$106^{ch},05$.

La proportion % du travail total développé par le petit cylindre a donc été de 66,7 %.

Consommation de vapeur. — Le poids total de vapeur absorbée par la machine pendant cette journée a été de $6.045^k,420$.

La consommation de vapeur par cheval indiqué et par heure, à la pression de $8^k,245$ et avec une température de surchauffe de $278^0 40$, ressort donc à $5^k,701$.

Le nombre proportionnel permettant de comparer cette consommation à celle de la machine fonctionnant en vapeur saturée, représentée par 100, est de 86,57. L'économie obtenue en vapeur

aurait donc été, cette fois, de 13,43 % seulement, c'est-à-dire qu'elle aurait été moins importante que celle de la troisième journée sur la première ; cette dernière a atteint 16,74 %, et cependant, la pression à la machine n'était que de 6 k. pour la troisième journée, au lieu de 8 k. pour celle-ci. Ce résultat paraît étrange, et c'est pour cette raison surtout que nous hésitions à faire connaître les chiffres obtenus pendant la journée dont nous nous occupons, la fuite au surchauffeur ayant pu avoir une influence d'une certaine importance dans le sens d'une consommation trop forte.

Rendement calorifique de la machine seule. — Nous venons de voir que la consommation de vapeur par cheval indiqué et par heure s'est élevée à $5^k,701$.

La température de surchauffe a été de $278^0,40$.

Le nombre de calories nécessaires pour porter un kilogramme d'eau à la pression moyenne de $8^k,245$ et à la température de surchauffe de $278^0,40$ étant de 721,72, il s'en suit qu'un cheval-heure indiqué absorbe : $721,72 \times 5,701 = 4.114,52$.

Le rendement calorifique de la machine, pour cette marche à 8 k. en vapeur surchauffée à 275^0 et avec la charge de 100 chevaux indiqués, a donc atteint 15,44 %.

Consommation de charbon. — Le poids de houille brute et sèche brûlée pendant la journée s'est réparti de la façon suivante :

pour le générateur	$906^k,290$,
pour le surchauffeur	$191^k,090$,
pour l'ensemble	$1.097^k,380$.

Si nous recherchons les poids correspondants consommés par cheval-heure, nous voyons qu'ils ont été les suivants :

pour le générateur	$0^k,854$,
pour le surchaffeur	$0^k,180$,
pour les deux appareils	$1^k,034$.

Le nombre de calories ayant servi à produire un cheval-heure s'est élevé à :

6.564 pour le générateur,

et à :

1.377 pour le surchauffeur,

soit, pour l'ensemble des deux appareils : 7.941.

Le rendement de l'installation totale, machine, générateur et surchauffeur, s'est dès lors trouvé être de 8 %.

Ce rendement est le plus faible de la série, et il ne paraît pas logique qu'il en soit ainsi.

Économie en charbon. — La consommation de charbon par cheval indiqué et par heure, pour la marche en vapeur saturée, a été de $1^k,002$, tandis qu'elle s'est élevée, pendant cette journée, à $1^k,034$.

Le nombre proportionnel afférent à cette consommation se trouve être de 103,10, la consommation dans le cas de la vapeur saturée étant représentée par 100. Il y aurait donc, ici, exagération de la consommation de charbon produite par la surchauffe.

Ce résultat justifie encore l'observation formulée plus haut : c'est parce que nous pensons qu'il pourrait ne pas être exact, que nous avons recommandé de ne l'accepter qu'avec réserve.

Rendement du générateur. — Le poids d'eau prise à la température d'alimentation de $21^o,95$ et vaporisée à la pression moyenne au générateur de $8^k,350$, a été de $6^k,827$ par kilogramme de houille brute et sèche, correspondant à un nombre de calories égal à 4.357.

Le pouvoir calorifique de la houille ayant été de 7.686, le rendement du générateur a été de 56,69 %.

Ce rendement est le moins élevé de ceux de tous les essais ; il faut rechercher la cause de ce fait, non pas dans la fuite du surchauffeur qui n'a pas pu avoir d'influence sur la vaporisation, mais dans les mauvaises conditions de marche dans lesquelles se trouvait le générateur, tant comme production de vapeur que comme allure de la combustion.

Rendement du surchauffeur. — Il est entré dans le surchauffeur un poids de vapeur de $6.178^{k}50$ à la température d'environ $176^{0},16$, lequel en est sorti à celle de $350^{0},16$. Le surchauffeur a donc produit, une augmentation de température de 174^{0}, correspondant, par kilogramme de vapeur qui le traversait, à un nombre de calories de $104,40$.

Nous avons vu plus haut que le poids de charbon brûlé sous le surchauffeur a atteint $191^{k},090$, ce qui correspond à un poids de vapeur surchauffée par kilogramme de charbon de :

$$\frac{6.178,50}{191,090} = 32^{k},33.$$

Chaque kilogramme de houille consommée a produit un nombre de calories utilisées de : $32,33 \times 104,40 = 3.375$ calories.

Le pouvoir calorifique de la houille ayant été de 7.653, le rendement du surchauffeur a été de $44,10\ \%$.

Cet appareil a eu un rendement plus faible pendant la seconde journée ($38,99\ \%$) et la troisième ($40,58\ \%$).

Dans le premier cas, la vitesse de la vapeur a été plus grande et l'élévation de température un peu plus faible ; dans le second, la vitesse de la vapeur a été à peu de chose près la même, et l'élévation de température un peu plus grande, de sorte qu'il paraît difficile de tirer une conclusion reliant le rendement du surchauffeur à la vitesse de la vapeur qui le traverse.

Rendement du générateur et du surchauffeur réunis. — Le poids d'eau sortie du générateur pendant la durée de l'essai a été de 6.187 kilogrammes.

La purge du surchauffeur a donné $8^{k},500$, qu'il faut déduire du poids de vapeur surchauffée ; mais il convient, en revanche, de tenir compte, dans le rendement total du générateur et du surchauffeur, des calories nécessaires pour élever ces $8^{k},500$ de la température moyenne d'alimentation, soit $21^{0},95$, à la température correspondant à la pression moyenne, soit $176^{0},16$.

Cette correction fait ressortir à $6.185^k,806$ le poids d'eau prise à la température moyenne d'alimentation de $21^0,95$, vaporisée à la pression moyenne de $8^k,350$, et surchauffée à la température de $350^0,16$.

Le poids de houille consommée par le générateur et le surchauffeur réunis ayant été de $1.097^k,380$, les deux appareils ont vaporisé et surchauffé, par kilogramme de houille brute et sèche, $5^k,637$ d'eau

Le nombre de calories contenues dans un kilogramme de houille ayant été de 7.680, et le nombre de calories à fournir à l'eau d'alimentation pour produire $5^k,637$ de vapeur surchauffée de :

$$5,637 \times 742,68 = 4.186,$$

le rendement de l'ensemble des deux appareils, générateur et surchauffeur, s'est trouvé être de 54,51 %.

Le rendement du générateur seul a été de 56,69 %.

Celui du surchauffeur seul de 44,10 %.

On a consommé, par cheval indiqué et par heure :

pour le générateur.....	$0^k,854$ correspondant à 6.564 calories,
pour le surchauffeur.....	$0^k,180$ correspondant à 1.377 calories.

On a donc dépensé, pour les deux appareils : 7.941 calories.

On en a utilisé :

6.564 × 0,5669 pour le générateur, soit.....	3.721
1.377 × 0,4410 pour le surchauffeur, soit.....	607
Au total.....	4.328

La proportion des calories utilisées par rapport aux calories dépensées a donc été pour les deux appareils de .

$$\frac{4.328}{7.941} = 54,50\,\%.$$

Le calcul direct a donné 54,51 %, soit très sensiblement le même résultat.

Le rendement de la machine seule a été, pour cette journée, de 15,44 %.

Le produit du rendement calculé comme ci-dessus par celui de la machine donne :

$$0,5451 \times 0,1544 = 8,41\ \%$$

alors que le rendement obtenu directement a été de 8,00 %.

Le motif de la différence entre ces deux rendements est le même que pour les journées antérieures.

RÉSUMÉ.

Nous avons jugé utile de rendre compte en détail des opérations effectuées pendant chaque journée d'essais, et de la manière dont les résultats ont été obtenus, afin que le lecteur ait en mains les éléments explicatifs de ces résultats. Nous avons, dans le même ordre d'idées et ainsi que nous l'avons expliqué, dressé trois tableaux dans lesquels nous avons consigné tous les chiffres qui nous ont paru intéressants.

Le premier, A, mentionne les renseignements relatifs à la consommation de vapeur de la machine, et ceux qui se rapportent directement à celle-ci.

Le deuxième, B, concerne la consommation de charbon, et contient les chiffres qui ont servi à l'établir.

Le troisième, C, est particulier au générateur et au surchauffeur, et renferme les éléments qui permettent de se rendre compte de la manière dont la marche de ces deux appareils s'est modifiée, suivant les conditions de fonctionnement imposées à la machine.

Il convient de remarquer que quelques chiffres ont été portés à la fois sur deux ou même sur les trois tableaux, parce qu'ils ont servi de base commune aux calculs de consommation et de rendement ; il en est d'autres qui, bien que semblant a priori devoir rester toujours les mêmes, comme exprimant un même élément, diffèrent cependant

suivant qu'on les applique aux recherches concernant la machine, ou à celles ayant trait au générateur et au surchauffeur.

Prenons, par exemple, la pression de la vapeur et sa température. Dans le tableau A, nous avons fait figurer la pression de la vapeur auprès du cylindre de la machine, soit, pour la première journée, $8^k,428$, parce qu'il importe peu, au point de vue de la machine seule, que la pression au générateur ait été différente de celle-là. C'est d'après cette pression auprès du cylindre que nous avons établi le rendement de la machine seule pendant les divers essais.

Dans les tableaux B et C, la pression notée est celle de la vapeur au générateur, soit $8^k,520$ pour le même essai de la première journée, parce que c'est sur cette pression que nous avons basé les calculs relatifs au générateur.

De même, pour la surchauffe, nous avons considéré, dans les calculs concernant la machine seule, la température de la vapeur auprès du cylindre, tandis que pour les opérations concernant le surchauffeur, nous avons considéré la température à la sortie de cet appareil, sans tenir compte de la perte par la tuyauterie.

Cette explication nous a paru nécessaire, pour faciliter l'intelligence des tableaux et épargner des recherches au lecteur.

Ainsi que nous l'avons fait pressentir dans le compte rendu des essais, il serait illogique de chercher à comparer entre eux les résultats des six essais, pour en tirer des conclusions catégoriques sur le plus ou moins d'économie de vapeur que peut apporter l'emploi de la surchauffe. Il faut considérer, en effet, que le seul point qui soit industriellement intéressant dans cette question, n'est pas de connaître la quantité de vapeur, mais bien le poids de charbon consommé par cheval-heure.

Or, trois facteurs interviennent dans une installation : la machine, la chaudière et le surchauffeur ; l'influence des variations des conditions de marche se manifeste de diverses manières sur chacun d'eux.

Pour pouvoir obtenir des résultats réellement comparables dans les essais de ce genre, il faudrait que les variations de puissance, de

pression et de température auxquelles on soumet la machine, n'eussent aucune influence sur les conditions économiques de marche du générateur et du surchauffeur.

Il n'en est malheureusement pas ainsi ; il est facile de s'en rendre compte par l'exemple suivant :

Prenons une machine de 500 chevaux, que nous alimenterons avec un générateur et un surchauffeur établis dans les meilleures conditions économiques pour cette puissance de 500 chevaux et pour une température de surchauffe déterminée.

Nous constaterons que la machine consomme ainsi un certain poids de houille par cheval.

Diminuons alors de moitié le travail développé, afin de rechercher la différence de consommation de charbon de la machine, sous la charge de 500 chevaux et sous celle de 250 chevaux. En modifiant la puissance de la machine, nous modifierons aussi le régime de la chaudière et du surchauffeur.

La vaporisation du générateur se trouvera très ralentie ; la combustion de la houille sur la grille s'opérera dans de moins bonnes conditions, puisque la grille sera trop grande pour le poids de charbon qn'on y brûlera, et le surchauffeur s'accommodera peut-être moins bien du poids plus faible de vapeur qui le traversera ; en un mot, les conditions de marche de ces deux appareils se trouveront moins bonnes, parce qu'on aura changé leur allure.

La consommation en charbon par cheval subira la répercussion de cette allure désavantageuse, et sera évidemment plus grande que si, lors des essais à 250 chevaux, le générateur et le surchauffeur s'étaient trouvés dans les mêmes conditions de marche que lorsque la machine développait 500 chevaux.

Inversement, si le générateur et le surchauffeur se trouvent être bien proportionnés pour la marche à 250 chevaux, ils cesseront de l'être pour la marche à 500, et les consommations se trouveront influencées par ces différences d'allure.

Il est pratiquement impossible de faire en sorte qu'il en soit autre-

ment, car il faudrait, lorsqu'on modifie sensiblement le travail de la machine, changer le générateur et le surchauffeur.

Dans les essais actuels, nous disposions d'un générateur de 152 mètres carrés, et ce générateur a été appelé à débiter, pendant le même temps, 5.900 kilogrammes de vapeur environ et 12.000 k., soit près du double ; la consommation de houille a varié de 839 k. à 1.753 k.

Ces allures différentes n'ont pas trop influencé les rendements en eau vaporisée, parce qu'elles étaient toutes désavantageuses au générateur, qui était trop puissant pour le travail de la machine ; mais il en eût été autrement, si la chaudière s'était trouvée proportionnée à la machine qu'elle dessert.

Quoi qu'il en soit, les quantités relativement faibles de vapeur qui lui ont été demandées, même lorsque la machine a consommé son maximum, ont eu pour conséquence de produire un mauvais rendement de l'appareil, qu'il serait injuste d'attribuer à son type, ou au chauffeur qui l'a conduit.

L'observation que nous venons de faire, applicable à une installation déterminée, l'est, a fortiori, à des installations différentes, comme machines et comme générateurs, et l'on voit par suite comme il est délicat de comparer entre eux des résultats obtenus avec des éléments si variables dans diverses usines.

Ces réserves faites, les essais actuels n'en ont pas moins donné des résultats relatifs intéressants au point de vue de la consommation de vapeur et de charbon, ainsi que du rendement des trois appareils, machine, chaudière et surchauffeur.

Nous avons établi trois diagrammes qui permettent de juger de la manière dont se comportent les éléments de l'installation, quand on fait varier le travail, la surchauffe et la pression.

Diagramme I. — Le diagramme I concerne les essais des première, deuxième et cinquième journées, pendant lesquelles la machine a fonctionné sous une même charge de 175 chevaux et à la même pression de 8 kilogrammes. Seul, l'état de la vapeur constituait une

variable. Pendant la première journée, la machine a été alimentée par de la vapeur saturée, et, pendant les deux autres, elle l'a été par de la vapeur surchauffée à 275° et à 325°.

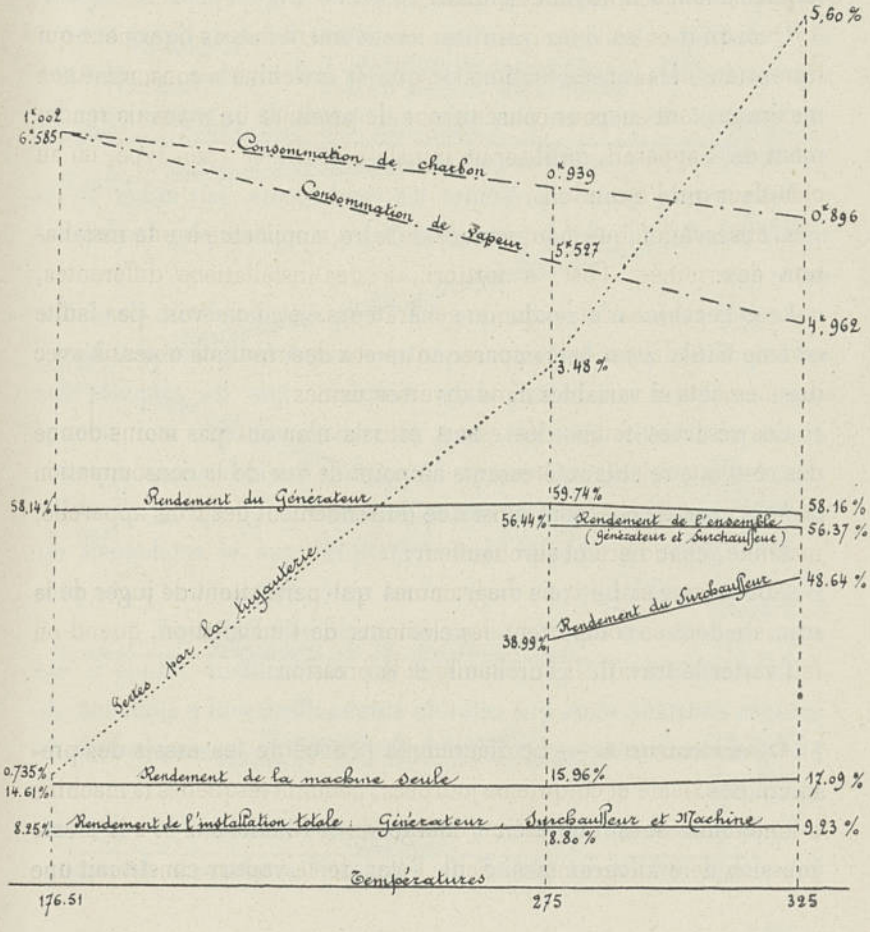
Le diagramme fait voir immédiatement que la surchauffe produit des écarts bien moins grands sur la consommation de charbon que sur la consommation de vapeur.

Diagramme I.

Journées des 7, 8 et 22 Avril 1904.

Constantes.... { Pression..... 8k.
Travail..... 175chx.

Variable..... Température de la vapeur : 176°51, 275° et 325°.



L'économie en vapeur, réalisée sur la marche en vapeur saturée par la surchauffe à 275°, a été de 16,07 %, et par la surchauffe à 325 °, de 24,65 %, tandis que l'économie en charbon a été seulement de 6,29 % pour la marche à 275°, et de 10,58 % pour la marche à 325°. Ces différences sont très sensibles, et montrent bien qu'on commettrait une erreur en se basant sur des consommations de vapeur pour évaluer l'économie produite par l'application de la surchauffe ; il n'y a, en effet, pas de proportionnalité à établir entre les consommations de vapeur et les consommations de charbon.

Afin de bien faire ressortir, sur le diagramme, les différences entre les deux consommations, nous avons pris, sur l'ordonnée correspondant à la vapeur saturée, la même origine pour la vapeur et le charbon ; les deux courbes, ou plutôt les deux lignes brisées représentant les consommations de vapeur et de charbon, se séparent et s'écartent de plus en plus avec l'élévation de la température de surchauffe.

Nous avons, pour représenter les rendements, fait usage de la même échelle, à l'effet de permettre de les comparer plus facilement entre eux.

Le générateur n'a rendu que 59,74 % au maximum. Ce chiffre est trop faible, pour les raisons que nous avons indiquées plus haut ; aussi ne faut-il considérer, dans l'espèce, que les rapports des divers rendements observés, tout en remarquant que leur comparaison doit être regardée comme fournissant des indications approximatives, plutôt que rigoureusement exactes.

A ce point de vue, il faut remarquer que le rendement du générateur seul a fort peu varié, et est resté constamment à peu près aussi mauvais, ce dont on ne saurait incriminer l'appareil.

Le rendement du générateur et du surchauffeur réunis a été presque constant, alors que celui du surchauffeur seul a augmenté de 10 % environ, pour un accroissement de 50° de la température de surchauffe.

Cette observation tendrait à montrer que l'influence du surchauffeur sur le rendement global de l'appareil producteur de vapeur

surchauffée (générateur et surchauffeur) est insignifiante, mais les conditions de marche où nous nous sommes trouvés étaient tellement particulières en ce qui concerne le générateur, qu'il est plus prudent de ne pas tirer de conclusion de ce fait.

Le rendement de la machine seule s'est amélioré légèrement avec la surchauffe ; il est passé de 14,61 % à 17,09 %, grâce à la surchauffe à 325°, et, sous l'influence de celle-ci, le rendement de l'installation totale, générateur, surchauffeur et machine, s'est aussi un peu accru, et est passé de 8,25 % à 9,23 %.

Diagramme II.

Journées des 15 et 16 Avril 1904.

Constantes..... { Pression..... 6k.
Température de surchauffe.... 275°.
Variable..... Travail indiqué : 100 et 195chx.

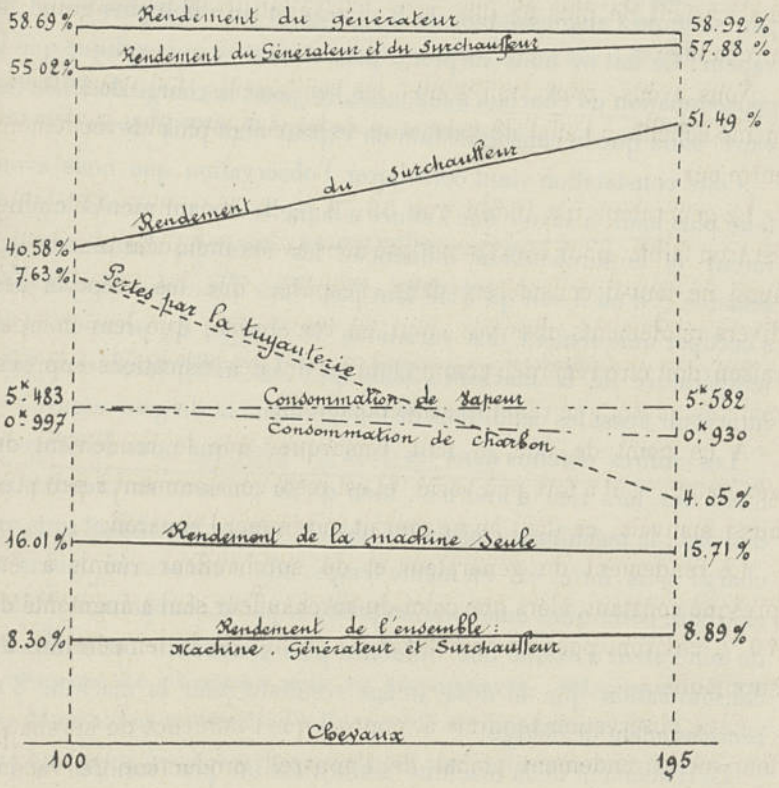


Diagramme II. — Ce diagramme relate les résultats des essais effectués pendant les troisième et quatrième journées, sous la même pression de 6 kilogrammes, avec la même température de surchauffe de 275°, mais en faisant varier la charge de 100 à 195 chevaux. Notre intention était de la pousser jusqu'à 225 chevaux, mais nous avons dû y renoncer, à cause du mauvais fonctionnement des dynamos à cette puissance.

Le rendement de l'ensemble de l'installation ne s'est pas sensiblement modifié par rapport aux journées portées sur le diagramme I. Il a été de 8,30 % et de 8,89 %, au lieu de 8,25 %, 8,80 % et 9,23 %.

Il en a été de même du rendement du générateur seul : 58,69 et 58,92 %, au lieu de 58,14, 59,74 et 58,16 %. En revanche, celui de l'ensemble du générateur et du surchauffeur s'est amélioré de 2,86 % par suite de l'augmentation de la charge et du débit plus grand de vapeur. Ce fait ne nous surprend pas, et c'est ce qui explique que la consommation en charbon a été moindre pour la charge de 195 chevaux, alors que la consommation en vapeur était plus élevée.

Cette constatation vient corroborer l'observation que nous avons faite plus haut, à savoir que l'allure à laquelle étaient menés le générateur et le surchauffeur influençait les résultats d'une manière sensible ; d'où il suit qu'il ne faut pas, dans des essais comparatifs, s'occuper uniquement des variations de charge, de pression et de température de la machine, mais qu'il est indispensable de faire intervenir aussi les conditions de fonctionnement du générateur.

Les chiffres obtenus dans les deux journées que nous envisageons n'ont dès lors rien d'anormal, bien qu'ils puissent surprendre tout d'abord ; la machine a consommé plus de vapeur par cheval sous une charge plus forte, et, en même temps, elle a consommé moins de charbon, parce que l'amélioration produite par le changement d'allure du générateur a exercé une influence plus grande sur cette dernière consommation que le désavantage résultant pour la machine d'un accroissement de charge.

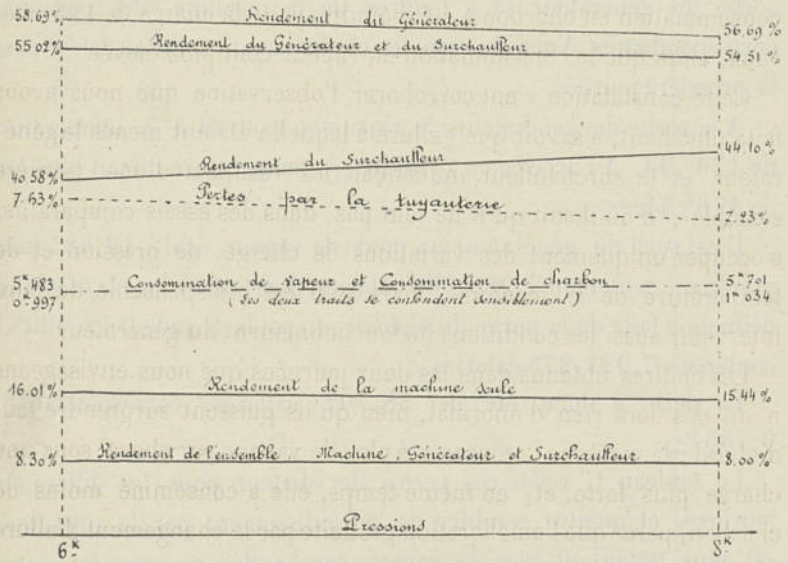
Le rendement de la machine seule a été un peu meilleur à 100 chevaux (16,01 %), qu'à 195 chevaux (15,71 %).

Diagramme III. — Dans ce diagramme, figurent les éléments relatifs à la troisième et à la sixième journées, pendant lesquelles la charge est restée la même (100 chevaux), ainsi que la température de surchauffe (275°), la pression ayant varié de 6 à 8 kilogrammes. L'aspect des lignes représentatives des consommations de houille et de vapeur indique que la variation de la pression ne joue pas un rôle important sur ces éléments ; il en est de même au sujet des rendements. Nous rappelons d'ailleurs, à ce propos, les observations que nous avons faites précédemment, sur la réserve avec laquelle il faut considérer les chiffres obtenus pendant la dernière journée.

Diagramme III.

Journées des 15 et 23 Avril 1904.

Constantes.....	Travail.....	100chx.
	Température de surchauffe.....	275°.
Variable.....	Pression de marche.....	6k et 8k.



Pertes de chaleur par la tuyauterie. Diagramme IV. — Nous avons recherché l'influence de la température de la vapeur sur les pertes de chaleur occasionnées par la tuyauterie. Nous avons

observé les températures de la vapeur à la sortie du surchauffeur et à l'entrée du cylindre; nous connaissions, d'autre part, le poids de la vapeur sortie du surchauffeur, et celui de la vapeur introduite dans la machine. Nous avons calculé les nombres de calories contenues dans ces deux poids, et leur différence nous a donné le nombre de calories disparues pendant le passage de la vapeur par la tuyauterie.

Prenons, par exemple, la deuxième journée d'essais. Il est sorti du surchauffeur, à la température de 310°,93 et à la pression de 8k,558, un poids de 9.827 kilogrammes de vapeur contenant 7.279.842 calories.

Il est entré dans la machine, défalcation faite de la purge du sécheur, un poids de vapeur de 9.756k,800, à la température de 276°,30. Ce poids de vapeur contenait 7.026.406 calories. Il a donc disparu, par suite du passage dans la tuyauterie, un nombre de calories égal à 253.436, soit 3,48 %.

Pour la vapeur saturée, nous avons déduit les températures, à la sortie du générateur et à l'entrée de la machine, des pressions correspondantes. Voici du reste les chiffres ayant servi au calcul pour la première journée.

A la sortie du générateur, la vapeur se trouvait à la température de 176°,93. A l'arrivée au cylindre, sa température n'était plus que de 176°,51.

Il est sorti du générateur un poids de vapeur égal à 12.087 kilogrammes, contenant 7.982.980 calories. Il est entré dans la machine, déduction faite de la purge du sécheur, un poids de vapeur 12.000k,3 contenant 7.924.278 calories.

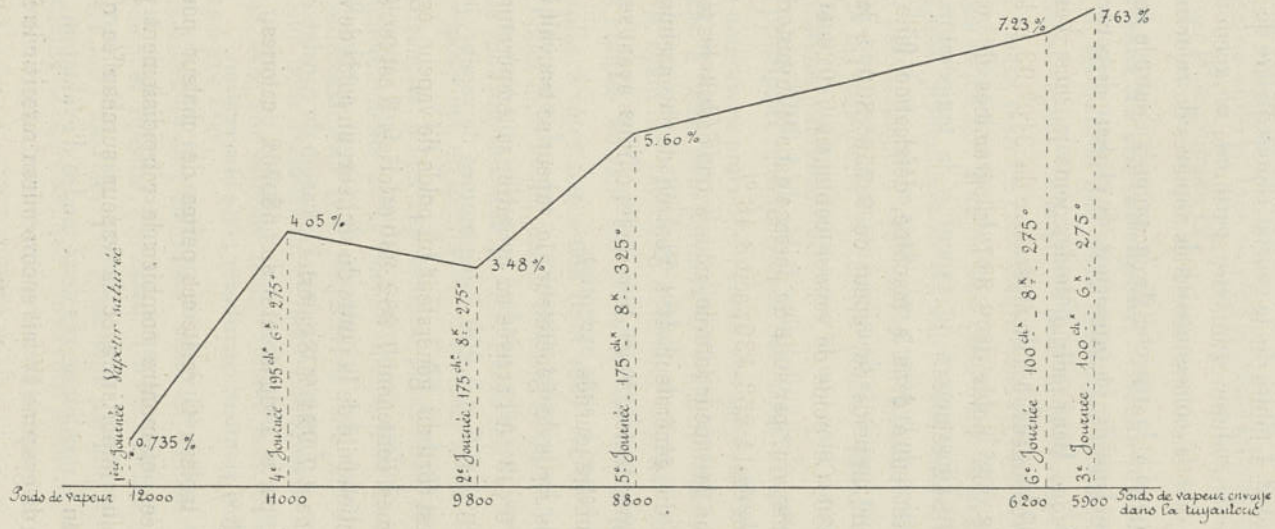
La perte a donc été de 58.702 calories, correspondant à 0.735 %.

Le tableau C relate ces pertes de chaleur pour les différentes journées, et montre combien le refroidissement par la tuyauterie est plus important avec la vapeur surchauffée qu'avec la vapeur saturée.

Le diagramme IV fait encore mieux ressortir le fait ; les journées n'y sont pas rangées dans l'ordre chronologique ; elles le sont d'après

Diagramme IV.

Pertes par la tuyauterie.



les poids de vapeur consommés pendant les six périodes d'essais de dix heures. L'allure de la courbe représentative de la perte par la tuyauterie indique que cette perte est, en général, d'autant plus élevée que la consommation de vapeur est moindre. Le minimum correspond à la marche de la première journée en vapeur saturée, pendant laquelle la proportion de chaleur disparue n'a été que de 0,735 %. Dans cette première journée, on a consommé environ 12.000 kilogrammes de vapeur.

Puis vient la quatrième journée, dans laquelle on a utilisé environ 11.000 kilogrammes de vapeur à la température de 275°. La proportion de la perte a été, dans ce cas, de 4,05 %.

Vient ensuite la deuxième journée, avec une perte de 3,48 % seulement, bien que la consommation n'ait été que de 9.800 kilogrammes, c'est-à-dire plus faible de 1.300^{k} que celle de la journée précédente.

Cette journée fait exception à la règle énoncée plus haut, d'après laquelle la perte de chaleur est d'autant plus grande que la quantité de vapeur employée est plus faible. Nous ne voyons du reste pas d'explication à cette exception.

Pour les journées suivantes, c'est-à-dire les cinquième, sixième et troisième journées, pendant lesquelles on a consommé respectivement 8.800, 6.200 et 5.900 kilogrammes de vapeur, les pertes de chaleur ont été de 5,60 %, 7,23 % et 7,63 %.

Ces chiffres montrent combien il faut apporter de soin dans l'installation des tuyauteries de vapeur surchauffée. Nous avions déjà eu, à plusieurs reprises, l'occasion de constater le rôle important que joue la protection des conduites de vapeur ; les expériences actuelles viennent corroborer cette observation.

On évalue souvent, en pratique, la perte de chaleur en l'exprimant en degrés disparus par mètre courant de tuyauterie, et aussi, mais beaucoup plus rarement, par mètre carré de surface. Le tableau C mentionne ces deux modes d'évaluation, et montre que la chute de température par mètre courant a varié entre 0°,0135 pour la vapeur saturée, et 2°,476 pour la vapeur surchauffée. Le premier

de ces chiffres est faible, et prouve que la conduite était bien protégée contre les refroidissements extérieurs. Nous ne pensons pas utile de citer d'autres chiffres; tous suivent la même loi que celle qui est représentée par le diagramme IV.

Prix de revient du cheval-vapeur. — Nous avons consigné, dans le tableau B, les chiffres que nous possédions touchant le prix de revient du cheval-vapeur, en faisant la part du générateur et celle du surchauffeur ; mais, pour les raisons que nous avons données plus haut lorsque nous avons fait allusion aux conditions de fonctionnement des appareils producteurs de vapeur, nous estimons qu'il convient de ne pas attacher à ces chiffres un caractère précis et rigoureux, et de les considérer seulement comme susceptibles de fournir des indications intéressantes.

Tels sont les principaux renseignements que nous avons tirés des essais auxquels nous avons procédé ; l'étude des tableaux et des diagrammes annexés à cette note permettrait vraisemblablement d'en déduire d'autres ayant un caractère différent ; chacun pourra en commenter les chiffres suivant ses goûts et ses aptitudes. Nous sommes au surplus à votre disposition pour vous fournir, au sujet de la manière dont nous avons établi tableaux et diagrammes, les explications que vous jugeriez utile de nous demander.

Nous vous proposerons, en terminant, d'adresser à MM. Dujardin et Cie, et, en particulier, à leur représentant parmi nous, M. Gaillet, les biens vifs remerciements de la Société industrielle, pour l'amabilité et le désintéressement avec lesquels ils nous ont autorisé à faire usage de leur belle installation, et pour l'obligeance qu'ils ont mise à se prêter, avec une extrême bonne volonté, aux divers essais que nous avions à exécuter.

La Société industrielle sera heureuse, nous en sommes sûrs, de remercier également M. Buisine, professeur à la Faculté des sciences, qui a bien voulu faire analyser gracieusement par son laboratoire tous les échantillons de charbons que nous avons prélevés.

TABLEAU A.

Machine. — Influence de la surchauffe sur la consommation de vapeur.

ÉLÉMENTS		1re JOURNÉE 7-4-04	2e JOURNÉE 8-4-04	3e JOURNÉE 15-4-04	4e JOURNÉE 16-4-04	5e JOURNÉE 22-4-04	6e JOURNÉE 23-4-04
Conditions du programme des essais..	État de la vapeur	Saturée	Surchauffée	Surchauffée	Surchauffée	Surchauffée	Surchauffée
	Température de la vapeur au cylindre	—	275°	275°	275°	325°	275°
	Pression initiale	8 k.	8 k.	6 k.	6 k.	8 k.	8 k.
	Travail indiqué	175 ch.	175 ch.	100 ch.	195 ch.	175 ch.	100 ch.
Durée effective de l'essai		10 h.	10 h. 3′	10 h. 4′	10 h.	10 h. 4′	10 h.
Pression moyenne de la vapeur auprès du cylindre		8 k. 428	8 k. 476	6 k. 025	6 k. 145	8 k. 380	8 k. 245
Température moyenne de la vapeur saturée correspondante		176°,51	176°,73	164°,36	165°,04	176°,30	175°,68
Température moyenne de la vapeur surchauffée à l'entrée du cylindre		—	276°,30	276°,40	277°,10	324°,50	278°,40
Augmentation de température donnée par la surchauffe		—	99°,57	112°,04	112°,06	148°,20	102°,72
Pression initiale de la vapeur dans le petit cylindre	coup d'avant	8 k. 328	8 k. 396	5 k. 956	6 k. 075	8 k. 345	8 k. 157
	coup d'arrière	8 k. 080	8 k. 336	5 k. 870	6 k. 021	8 k. 251	7 k. 925
	moyenne	8 k. 204	8 k. 366	5 k. 913	6 k. 048	8 k. 298	8 k. 041
Température correspondante de la vapeur saturée		175°,50	176°,23	163°,72	164°,49	175°,93	174°,73
Travail indiqué moyen	Petit cylindre	96 ch. 10	117 ch. 54	70 ch. 61	118 ch. 07	113 ch. 70	70 ch. 89
	Grand cylindre	78 ch. 97	57 ch. 67	34 ch. 42	77 ch. 25	59 ch. 80	35 ch. 16
	Total des deux cylindres	175 ch. 07	175 ch. 21	105 ch. 03	195 ch. 32	173 ch. 50	106 ch. 05
Admission moyenne au petit cylindre en fonction du volume du grand cylindre		4,39 %	6,32 %	4,02 %	13,30 %	6,02 %	2,30 %
Température moyenne de la vapeur à l'entrée du grand cylindre		106°,4	100°,5	89°,4	124°	126°,3	93°,0
Température moyenne de la vapeur à la sortie du grand cylindre		53°,4	51°,6	47°,2	55°	50°,1	46°,5
Température de l'eau d'injection au condenseur		22°,93	22°,76	22°,74	24°,70	23°,10	21°,95
Température de l'eau de décharge du condenseur		43°,88	41°,65	33°,73	47°,13	39°,88	33°,14
Contre-pression moyenne dans le grand cylindre		0 k. 185	0 k. 177	0 k. 149	0 k. 220	0 k. 174	0 k. 143
Travail électrique moyen au tableau des dynamos	Ampères	798,80	779,40	379,80	869,20	773,60	397,50
	Volts	112,30	113,95	120,50	107,80	112,60	115,00
	Watts	89.705,24	88.812,63	45.765,90	93.699,76	87.107,36	45.712,50
	Chevaux-vapeur	121,88	120,67	62,18	127,31	118,35	62,11
Rapport du travail électrique au travail indiqué		69,62 %	68,87 %	59,20 %	65,18 %	68,21 %	58,56 %
Purges recueillies exprimées en % du poids de vapeur sortie du générateur	Conduite de vapeur	1,72 %	0,80 %	1,82 %	0,80 %	1,08 %	1,85 %
	Enveloppes du petit cylindre et des fonds	4,16 %	0,71 %	1,12 %	0,57 %	0,67 %	1,62 %
	Enveloppes du grand cylindre et du receiver	7,49 %	0,29 %	—	—	—	—
Consommation totale de vapeur de la machine, toutes corrections faites		11.528 k. 845	9.732 k. 040	5.797 k. 335	10.902 k. 320	8.666 k. 150	6.045 k. 420
Consommation de vapeur par cheval indiqué et par heure		6 k. 585	5 k. 527	5 k. 483	5 k. 582	4 k. 962	5 k. 701
Calories théoriquement nécessaires pour produire un cheval-heure		635,29	635,29	635,29	635,29	635,29	635,29
Calories contenues dans 1 kilog. de vapeur prise à la pression existant auprès du cylindre		660,34	720,14	723,85	724,07	749,19	721,72
Calories absorbées par la machine par cheval indiqué et par heure, calculées d'après cette pression		4.348,33	3.980,21	3.969,00	4.041,75	3.717,50	4.114,52
Rendement de la machine, calculé en prenant comme base la pression auprès du cylindre		14,61 %	15,96 %	16,01 %	15,71 %	17,09 %	15,44 %
Chiffres proportionnels de consommation, en représentant par 100 la consommation en vapeur saturée		100,00	83,93	83,26	84,77	75,35	86,57
Économie réalisée par la surchauffe sur la marche en vapeur saturée		—	16,07 %	16,74 %	15,23 %	24,65 %	13,43 %

TABLEAU B.

Influence de la surchauffe sur la consommation de charbon.

ÉLÉMENTS	1re JOURNÉE 7-4-04	2e JOURNÉE 8-4-04	3e JOURNÉE 15-4-04	4e JOURNÉE 16-4-04	5e JOURNÉE 22-4-04	6e JOURNÉE 23-4-04
Conditions du programme des essais.. État de la vapeur	Saturée	Surchauffée	Surchauffée	Surchauffée	Surchauffée	Surchauffée
Température de la vapeur au cylindre	—	275°	275°	275°	325°	275°
Pression initiale	8 k.	8 k.	6 k.	6 k.	8 k.	8 k.
Travail indiqué	175 ch.	175 ch.	100 ch.	195 ch.	175 ch.	100 ch.
Durée effective de l'essai	10 h.	10 h. 3′	10 h. 4′	10 h.	10 h. 4′	10 h.
Pression moyenne de la vapeur à la sortie du générateur	8 k. 520	8 k. 558	6 k. 127	6 k. 226	8 k. 467	8 k. 350
Température correspondante	176°,93	177°,10	164°,94	165°,49	176°,69	176°,16
Travail indiqué développé par la machine	175 ch. 07	175 ch. 21	105 ch. 03	195 ch. 32	173 ch. 50	106 ch. 05
Poids de houille brute et sèche consommée par le générateur	1.753 k. 860	1.388 k. 640	839 k. 290	1.561 k. 540	1.269 k. 490	906 k. 290
— — surchauffeur	—	264 k. 380	215 k. 190	256 k. 125	295 k. 725	191 k. 090
— — générateur et le surchauffeur	1.753 k. 860	1.653 k. 020	1.054 k. 480	1.817 k. 665	1.565 k. 215	1.097 k. 380
Poids de houille brute et sèche consommée par cheval indiqué et par heure pour le générateur	1 k. 002	0 k. 789	0 k. 794	0 k. 799	0 k. 727	0 k. 854
— — — surchauffeur	—	0 k. 150	0 k. 203	0 k. 131	0 k. 169	0 k. 180
— — — générateur et le surchauffeur	—	0 k. 939	0 k. 997	0 k. 930	0 k. 896	1 k. 034
Consommation proportionnelle en représentant par 100 la consommation en vapeur saturée	100,00	93,71	99,50	92,80	89,42	103,10
Pouvoir calorifique de la houille employée pour le générateur	7.686	7.686	7.686	7.686	7.686	7.686
— — surchauffeur	—	7.653	7.653	7.653	7,653	7.653
— moyen — générateur et le surchauffeur	—	7.681	7.679	7.681	7.680	7.680
Nombre de calories par cheval indiqué et par heure dépensées au générateur	7.701	6.064	6.102	6.141	5.588	6.564
— — — surchauffeur	—	1.148	1.553	1.002	1.293	1.377
— — — générateur et au surchauffeur	—	7.212	7.655	7.143	6.881	7.941
Nombre de calories théoriquement nécessaires pour produire un cheval-heure	635,29	635,29	635,29	635,29	635,29	635,29
Rendement de l'installation complète, chaudière, surchauffeur et machine	8,25 %	8,80 %	8,30 %	8,89 %	9,23 %	8,00 %
Prix de revient à l'usine de la tonne de houille pour le générateur	14 f. 94	14 f. 94	14 f. 94	14 f. 94	14 f. 94	14 f. 94
— — surchauffeur	15 f. 07	15 f. 07	15 f. 07	15 f. 07	15 f. 07	15 f. 07
Coût du cheval-heure indiqué pour le générateur	0 f. 01497	0 f. 01179	0 f. 01186	0 f. 01194	0 f. 01086	0 f. 01276
— surchauffeur	—	0 f. 00226	0 f. 00306	0 f. 00197	0 f. 00255	0 f. 00271
— l'ensemble de l'installation	0 f. 01497	0 f. 01405	0 f. 01492	0 f. 01391	0 f. 01341	0 f. 01547
Coût du cheval-an (à raison de 3.000 heures de travail par an = 300 × 10)	44 f. 91	42 f. 15	44 f. 76	41 f. 73	40 f. 23	46 f. 41

TABLEAU C.

Influence de la surchauffe sur le générateur et le surchauffeur.

ÉLÉMENTS		1re JOURNÉE 7-4-04	2e JOURNÉE 8-4-04	3e JOURNÉE 15-4-04	4e JOURNÉE 16-4-04	5e JOURNÉE 22-4-04	6e JOURNÉE 23-4-04
Conditions du programme des essais..	État de la vapeur	Saturée	Surchauffée	Surchauffée	Surchauffée	Surchauffée	Surchauffée
	Température de la vapeur au cylindre de la machine	—	275°	275°	275°	325°	275°
	Pression initiale	8 k.	8 k.	6 k.	6 k.	8 k.	8 k.
	Travail indiqué	175 ch.	175 ch.	100 ch.	195 ch.	175 ch.	100 ch.
Durée effective de l'essai		10 h.	10 h. 3′	10 h. 4′	10 h.	10 h. 4′	10 h.
Surface de chauffe. du générateur	du générateur proprement dit	135 / 17 } 152 m²	135 / 17 } 152 m²	135 / 17 } 152 m²	135 / 17 } 152 m²	135 / 17 } 152 m²	135 / 17 } 152 m²
	de son surchauffeur servant de vaporisateur	—	13 m², 5	13 m², 5	13 m², 5	13 m², 5	13 m², 5
	du surchauffeur indépendant Maiche	1 m², 87	1 m², 87	1 m², 87	1 m², 87	1 m², 87	1 m², 87
Surface de grille	du générateur	—	0 m², 405	0 m², 405	0 m², 405	0 m², 405	0 m², 405
	du surchauffeur						
Rapport de la surface de grille à la surface de chauffe du générateur		1/81	1/81	1/81	1/81	1/81	1/81
— — — surchauffeur		—	1/33	1/33	1/33	1/33	1/33
Houille.							
Poids de houille brute et sèche brûlée.	Générateur	1.753 k. 860	1.388 k. 640	839 k. 290	1.561 k. 540	1.269 k. 490	906 k. 290
	Surchauffeur	—	264 k. 380	215 k. 190	256 k. 125	295 k. 725	191 k. 090
	Total	1.753 k. 860	1.653 k. 020	1.054 k. 480	1.817 k. 665	1.565 k. 215	1.097 k. 380
Poids de scories correspondant	Générateur	319 k. 000	248 k. 600	154 k. 750	286 k. 200	252 k. 800	186 k. 100
	Surchauffeur	—	48 k. 600	37 k. 400	46 k. 300	55 k. 400	33 k. 700
	Total	319 k. 000	297 k. 200	192 k. 150	332 k. 500	308 k. 200	219 k. 800
Eau et vapeur.							
Pression moyenne dans le générateur		8 k. 520	8 k. 558	6 k. 127	6 k. 226	8 k. 467	8 k. 350
Température moyenne de la vapeur à la sortie du générateur		176°, 93	177°, 10	164°, 94	165°, 49	176°, 69	176°, 16
Température à la sortie du surchauffeur	moyenne de la journée	—	310°, 93	353°, 15	318°, 35	386°, 00	350°, 16
	la plus haute constatée	—	340°	365°	357°	420°	385°
	la plus basse	—	285°	304°	289°	350°	326°
Température moyenne de l'eau d'alimentation		12°, 05	12°, 00	17°, 45	14°, 45	13°, 85	21°, 95
Poids d'eau sortie de la chaudière, et vaporisée à la pression moyenne		12.087 k.	9.835 k.	5.922 k.	11.007 k.	8.777 k.	6.187 k.
Pertes provenant de la tuyauterie reliant la chaudière au surchauffeur		—	8 k. 000	3 k. 000	1 k. 500	9 k. 500	8 k. 500
Poids de vapeur ayant pénétré dans le surchauffeur		—	9.827 k. 000	5.919 k. 000	11.005 k. 500	8.767 k. 500	6.178 k. 500
Poids d'eau prise à la température d'alimentation, vaporisée à la pression moyenne et portée à la température moyenne de surchauffe par le surchauffeur		—	9.834 k. 121	5.921 k. 550	11.006 k. 810	8.775 k. 455	6.185 k. 806
État de marche du générateur.							
Charges sur la grille pendant l'essai	Nombre	Générateur	84	68	49	87	75	54
		Surchauffeur	—	39	33	40	41	32
	Intervalle moyen	Générateur	7′9″	8′52″	12′20″	6′54″	8′3″	11′7″
		Surchauffeur	—	15′28″	18′24″	15′00″	14′44″	18′45″
	Poids moyen par charge	Générateur	20 k. 879	20 k. 421	17 k. 128	17 k. 949	16 k. 926	16 k. 783
		Surchauffeur	—	6 k. 779	6 k. 521	6 k. 403	7 k. 213	5 k. 972
Poids de houille brute et sèche, consommée par heure et par mètre carré	de surface de grille du	Générateur	93 k. 789	73 k. 889	44 k. 583	83 k. 505	67 k. 435	48 k. 464
		Surchauffeur	—	64 k. 953	52 k. 780	63 k. 241	72 k. 533	47 k. 183
	de surface de chauffe du générateur		1 k. 154	0 k. 909	0 k. 548	1 k. 027	0 k. 830	0 k. 696
Poids d'eau vaporisée à la pression moyenne, par heure et par mètre carré de surface de chauffe du générateur			7 k. 952	6 k. 438	3 k. 870	7 k. 241	5 k. 736	4 k. 070

TABLEAU C (*Suite*).

ÉLÉMENTS	1re JOURNÉE 7-4-04	2e JOURNÉE 8-4-04	3e JOURNÉE 15-4-04	4e JOURNÉE 16-4-04	5e JOURNÉE 22-4-04	6e JOURNÉE 23-4-04
Dépression moyenne en m/m d'eau dans le conduit de sortie des gaz du générateur	16 m/m 52	13 m/m 70	11 m/m 38	14 m/m 60	14 m/m 60	10 m/m 20
Température moyenne des gaz à la sortie du générateur.. moyenne pendant l'essai	233°,25	211°,25	191°,15	236°,25	223°,75	192°,85
la plus haute constatée	268°	255°	230°	274°,50	260°	224°
la plus basse constatée	203°	191°	165°	192°,50	206°	174°
Rendement du générateur.						
Nombre de calories contenues dans 1 kilog. de vapeur saturée	660,46	660,51	656,87	656,97	660,39	660,23
Poids d'eau prise à la température d'alimentation, transformée en vapeur saturée, par kilog. de houille brute et sèche	6 k. 892	7 k. 082	7 k. 056	7 k. 049	6 k. 914	6 k. 827
Nombre de calories théoriquement nécessaires pour cette transformation	4.469	4.592	4.511	4.529	4.470	4.357
Pouvoir calorifique du charbon brûlé sous le générateur	7.686 cal.	7.686 cal.	7.686 cal.	7.686 cal.	7.686 cal.	7.686 cal.
Rendement du générateur, en prenant comme base la pression au générateur	58,14 %	59,74 %	58,69 %	58,92 %	58,16 %	56,69 %
Rendement du surchauffeur.						
Nombre de calories nécessaires pour porter 1 kilog. de vapeur saturée prise à la pression de l'essai à la température moyenne de surchauffe	—	80,30	112,93	91,72	125,59	104,40
Nombre total des calories fournies par le surchauffeur	—	7.891,08	6.684,32	10.094,24	11.011,10	6.450,35
Poids de vapeur saturée ayant été ensuite surchauffée à la température moyenne, par kilog. de houille brute et sèche	—	37 k. 17	27 k. 51	42 k. 97	29 k. 65	32 k. 33
Nombre de calories théoriquement nécessaires pour opérer cette transformation	—	2.984	3.106	3.941	3.723	3.375
Pouvoir calorifique du charbon brûlé sous le surchauffeur	—	7.653 cal.	7.653 cal.	7.653 cal.	7 653 cal.	7.653 cal.
Rendement du surchauffeur, en prenant comme base la température à la sortie de cet appareil	—	38,99 %	40,58 %	51,49 %	48,64 %	44,10 %
Rendement de l'ensemble du générateur et du surchauffeur.						
Poids d'eau prise à la température d'alimentation, vaporisée à la pression moyenne et portée à la température de sortie du surchauffeur	—	9.834 k. 121	5.921 k. 550	11.006 k. 810	8.775 k. 455	6.185 k. 806
Nombre de calories contenues dans 1 kilog. de vapeur surchauffée	—	740,80	769,80	748,69	785,98	764,63
Calories théoriquement nécessaires pour porter à la température de sortie du surchauffeur 1 kilog. d'eau prise à la température d'alimentation	—	728,80	752,35	734,24	772,13	742,68
Poids d'eau prise à la température d'alimentation, vaporisée à la pression moyenne et portée à la température de sortie du surchauffeur, par kilog. de houille brute et sèche	—	5 k. 949	5 k. 616	6 k. 055	5 k. 607	5 k. 637
Nombre de calories théoriquement nécessaires à cette opération	—	4.335	4.225	4.446	4.329	4.186
Pouvoir calorifique moyen du charbon employé pour le générateur et le surchauffeur	—	7.681 cal.	7.679 cal.	7.681 cal.	7.680 cal.	7.680 cal.
Rendement de l'ensemble du générateur et du surchauffeur, en prenant comme base la température de sortie du surchauffeur	—	56,44 %	55,02 %	57,88 %	56,37 %	54,51 %
Pertes par la tuyauterie.						
Température de la vapeur à la sortie du surchauffeur	176°,93	310°,93	353°,15	318°,35	386°,00	350°,16
Température de la vapeur au cylindre	176°,51	276°,30	276°,40	277°,10	324°,50	278°,40
Poids de vapeur sortie du surchauffeur	12.087 k. 000	9.827 k. 000	5.919 k. 000	11.005 k. 500	8.767 k. 500	6.178 k. 500
Calories contenues dans ce poids de vapeur	7.982.980	7.279.842	4.556.446	8.239.708	6.891.080	4.724.266
Poids de vapeur introduite dans la machine, défalcation faite de la purge du sécheur de vapeur	12.000 k. 300	9.756 k. 800	5.814 k. 300	10.918 k. 400	8.682 k. 100	6.072 k. 500
Calories contenues dans ce poids de vapeur	7.924.278	7.026.406	4.208.464	7.905.686	6.504.542	4.382.645
Calories disparues par le passage de la vapeur dans la tuyauterie	58.702	253.436	347.982	334.022	386.538	341.621
Importance de la perte en calories exprimée en fonction de la vapeur sortie du surchauffeur	0,735 %	3,48 %	7,63 %	4,05 %	5,6 %	7,23 %
Longueur de la tuyauterie depuis le surchauffeur jusqu'à la machine	31 m.	31 m.	31 m.	31 m.	31 m.	31 m.
Perte de température par mètre courant de longueur de la tuyauterie	0°,0135	1°,085	2°,476	1°,330	1°,984	2°,315
Surface de tuyauterie	11 m² 47	11 m² 47	11 m² 47	11 m² 47	11 m² 47	11 m² 47
Perte de température par mètre carré de tuyauterie	0°,036	2°,93	6°,69	3°,60	5°,36	6°,25
	Les chiffres de cette colonne ne s'appliquent qu'à la vapeur saturée.					

SIXIÈME PARTIE

DOCUMENTS DIVERS

BIBLIOGRAPHIE.

L'année Technique 1903-1904. *Locomotion et moyens de transports. — Applications de la physique expérimentale. — Travaux publics et architecture.— Eclairage et chauffage, Physiologie et hygiène,* par A. Da Cunha, Ingénieur des Arts et Manufactures, avec *Préface* de M. Moissan, Membre de l'Institut. — Un beau volume grand in-8 de viii-303 pages avec 142 figures.; 1904. Librairie Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55, à Paris (6e)..... 3 fr. 50

Indiquer les grands travaux, les découvertes marquantes, les progrès industriels et scientifiques d'une année entière, telle est la tâche que s'impose M. da Cunha en publiant l'*Année Technique.*

En études claires, concises, rapides, en tableaux vifs et attachants, en vues lumineuses, librement, facilement, passent sous nos yeux et entrent dans notre esprit la récente invention comme les applications nouvelles de principes déjà connus, la dernière entreprise hardie comme les perfectionnements réalisés dans chaque industrie.

C'est une série de choses actuelles, attrayantes, où rivalisent et s mêlent élégance et profondeur. C'est une nourriture concentrée, solide et brillante.

Travaux urbains de la Capitale, productions de la grande industrie, initiatives privées, grandes et petites inventions, automobilisme, aérostation, architecture, astronomie, tout ce qui éveille la curiosité et captive l'attention est exposé au lecteur, à l'ingénieur, à l'homme du monde, au profane même qu'une intelligente curiosité pousse vers la science et qui veut en connaître les secrets et les mystères.

TABLE DES MATIÈRES.

Physiologie et hygiène. La maladie du sommeil. L'hypnotisme expérimental. La tuberculose humaine. La guérison des sourds.

Notes et formules de l'ingénieur et du mécanicien (De Leharpe). *Mathématiques, mécanique, électricité. chemins de fer, mines, métallurgie, etc.*, par un groupe d'ingénieurs des Ecoles Centrale et des Arts t Métiers.

La librairie E. Bernard, quai des Grands-Augustins, 29, met en vente la 14e édition des *Notes et Formules de l'Ingénieur*.

Cette nouvelle édition élégamment reliée en cuir souple a été, comme les précédentes, soigneusement revue, corrigée et augmentée, elle comprend actuellement 1832 pages avec 1350 figures. Le prix reste quand même fixé à 12 fr. 50 pour Paris et 13 fr. 50 franco pour la Province et l'Étranger.

Nous signalons tout particulièrement à nos lecteurs l'heureuse idée de l'éditeur qui, désirant faire bénéficier MM. les Ingénieurs qui possèdent d'anciennes éditions des améliorations apportées à la 14e, reprendra toutes les vieilles éditions dans quelqu'état soient-elles au prix de 6 fr. 25 franco Paris. Pour la province et l'étranger envoyer 7 fr. 25 afin de recevoir la nouvelle édition franco.

Les Accessoires des chaudières, par Georges Franche, Ingénieur A. et M. et E. C. P., 1 vol. in-8 raisin de 384 pages, avec 179 grav. dans le texte. — Henry Paulin et Cie, libraire-éditeurs, rue Hautefeuille, 21, Paris (VIe). Broché..... 8 fr. »

Dans les 380 pages de ce volume, l'auteur s'est appliqué à donner un véritable *Manuel de la Chauffe*, que pourront utilement consulter les *Chefs-Mécaniciens* pour tout ce qui concerne la pose et l'entretien des appareils formant l'*habillage* d'une chaudière quelle qu'elle soit. Les *Ingénieurs* et les *Industriels*, qui ont le plus grand intérêt à être au courant de toutes les circonstances qui peuvent se produire en cours de marche et des perfectionnements

récents, en tireront également grand profit et pourront réaliser quelques économies sur le chapitre de la *Conduite des Générateurs*.

L'ouvrage se termine par la publication intégrale des *lois, décrets* ou *instructions ministérielles* qui régissent aujourd'hui les *Appareils à vapeur*, et il donne également le programme des examens pour le *Brevet de Mécanicien*.

L'extrait de la table des matières ci-dessous mentionné permettra de se rendre compte de l'importance de cet ouvrage.

EXTRAIT DE LA TABLE DES MATIÈRES.

Recueil d'expériences élémentaires de physique, *publié avec la collaboration de nombreux physiciens*, par Henri Abraham, Maître de Conférences à l'École Normale, Secrétaire général de la Société française de Physique. — Deux volumes in-8 (22, 5 × 14). Librairie Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55, à Paris (6e).

2e Partie : *Acoustique. Optique. Électricité et Magnétisme.* Vol. de xii-454 pages, avec 424 figures, 1904.

Broché..... . 6 fr. 25 c. | Cartonné toile. 7 fr. 50 c.

Avertissement. — Ce Recueil a été partagé en deux volumes qui correspondent dans leur ensemble aux programmes des classes de *Seconde* et de *Première*. Mais les cadres de ces programmes ont été largement débordés en vue d'autres enseignements et notamment en vue de la classe de mathémathiques élémentaires.

Les expériences décrites dans cet ouvrage sont des *manipulations*. On reconnaîtra facilement, pour beaucoup d'entre elles, qu'un changement d'échelle ou l'emploi des projections peuvent les transformer en expériences de cours, et nous l'avons rappelé à plusieurs reprises.

Mais ces descriptions ne sont accompagnées d'aucune théorie. La seule incursion que nous nous soyons permise sur ce terrain a été d'attirer à tout instant l'attention du lecteur sur le degré de précision des mesures, sur l'ordre de grandeur des choses, sur la nécessité ou l'inutilité d'une correction et sur la présentation graphique des phénomènes.

Par contre, tout en étant forcé d'être bref, et peut-être l'avons-nous été trop, nous nous sommes attaché à décrire les moindres détails de montage et à indiquer les valeurs numériques adoptées pour toutes les quantités intervenant dans chaque expérience.

Nous n'avons pas cru devoir adopter un système de montages uniformes où l'on aurait toujours employé les mêmes accessoires. Nous avons cherché au contraire à les varier le plus possible. Et ces montages ne nécessitent le plus souvent que des objets usuels, afin que les expériences puissent être répétées à la maison, ou, du moins dans un laboratoire outillé.

Nous avons rassemblé certaines recettes particulières et quelques tours de main d'atelier, par ordre alphabétique en un supplément qui fait suite au Chapitre 1er.

Un appendice, placé à la fin de chaque volume, contient un certain nombre de constantes physiques et des tableaux de valeurs numériques pour quelques fonctions usuelles.

Une table analytique des matières se trouve à la fin du second volume.

BIBLIOTHÈQUE.

L'année technique (1903-1904), par A. Da Cunha, ingénieur des Arts et Manufacfures. Préface de Henri Moissan, Membre de l'Institut.—Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins. Paris, Editeur. Don de l'Editeur,

L'assainissement des Villes, par le système hydropneumatique Shone, par E. Faye, rue Vivienne, 11, à Paris. Don de l'auteur.

Notes et formules de l'Ingénieur et du Mécanicien (De Laharpe). Mathématiques, mécanique, électricité, chemins de fer, mines, métallurgie, etc. Par un Comité d'Ingénieurs des Ecoles Centrale et des Arts et Métiers 14e édition, revue, corrigée et considérablement augmentée. — E. Bernard, Imprimeur-Éditeur, quai des Grands-Augustins, 29. Paris. Don de l'éditeur.

Accessoires des chaudières, conduites des feux, épuration des eaux, alimentation, chauffage, appareils de sûreté et d'observation, législation, par Georges Franche, Ingénieur E. C. P. — Henry Paulin et Cie, éditeurs, rue Hautefeuille, 21. Paris. Don des éditeurs.

Compte-rendu de la 32e session de l'Association française pour l'avancement des sciences, première partie : Documents officiels procès-verbaux. Deuxième partie : Notes et Mémoires. — Masson et Cie, éditeurs, boulevard Saint-Germain, 120, Paris. Don de M. Edmond Faucheur.

Recueil de législation, concernant la propriété industrielle et commerciale. — La Propriété Industrielle rue Saint-Martin, 292, E. Bernard, imprimeur-éditeur, quai des Grands-Augustins, 29, Paris. Don de la Propriété Industrielle.

Recueil d'expériences élémentaires de physique, publié avec la collaboration de nombreux physiciens, par Henri Abraham, maître de conférences à l'Ecole Normale Supérieure, Secrétaire général de la Société française de Physique : Seconde partie ; Acoustique, optique, électricité et magnétisme.— Gauthier-Villars, imprimeur-libraire, quai des Grands-Augustins, 55, Paris. Don de l'éditeur.

Mémoire historique, didactique et pratique sur la dépuration biologique en fosse septique des liquides résiduaires organiques appliquée aux cabi-

nets d'aisance, aux citernes rurales à engrais aux égouts et aux établissements industriels. par F. G. Fichaux de Tourcoing, Chevalier de l'Ordre de Léopold de Belgique, médecin honoraire de l'hôpital civil. Don de l'auteur.

Rapport relatif à l'exécution de la loi du 31 mars 1898, sur les unions professionnelles pendant les années 1898-1901, présenté aux Chambres législatives par le Ministre de l'Industrie et du Travail.— O. Schepens et Cie, libraires, rue Treurenberg, 16, à Bruxelles. — Envoi de l'Office du Travail du Ministère de l'Industrie et du Travail du Royaume de Belgique.

Annuaire pour l'an 1905, publié par le Bureau des longitudes.—Gauthier-Villars, imprimeur-libraire, quai des Grands-Augustins, 55, Paris. Don de l'éditeur.

SUPPLÉMENT A LA LISTE GÉNÉRALE DES SOCIÉTAIRES

SOCIÉTAIRES NOUVEAUX

Admis du 1er Octobre au 31 Décembre 1904.

Nos d'inscription	MEMBRES ORDINAIRES			Comités
	Noms.	Professions.	Résidences.	
1101	DERVAUX, Maurice.	Filateur.....	Quesnoy-sur-Deûle.	F. T.
1102	DELEMER, Jean....	Industriel.....	68, bd de la Liberté, Lille.	C. B. U.
1103	CONSEIL, René....	Ingénieur des Arts et Manufactures.	Auby (Nord).	A. C.
1104	FRANCHOMME. Henri	Ingénieur, Licencié ès-Sciences.	7, rue du Pont-Neuf, Lille.	G. C.
1105	TURBELIN, Alphonse	Constructeur-mécanicien	212, r. de Paris, Lille.	G. C.
1106	FREYBERG, Paul...	Directeur des Ecoles Berlitz du Nord.	5, rue Faidherbe, à Lille.	C. B. U.
1107	MUHLHOFF, Emile..	Directeur de l'Ecole Berlitz à Lille.	5, rue Faidherbe, à Lille.	C. B. U.
1108	RYDING, William..	Professeur d'anglais à l'Ecole Berlitz.	100, rue de la Gare, à Roubaix.	C. B. U.
1109	AGACHE, Donat....	Industriel	18, rue de Tenremonde, à Lille.	C. B. U.
1010	KENNEDY, Howard..	Ingénieur-représentant.	3, rue à Fiens, à Lille.	F. T.
1111	DHONT, René.....	Filateur.	Rue Kléber, à Lille.	F. T.
1112	THIRIEZ, Léon fils..	Ingénieur des Arts et Manufactures.	8, rue du Faubourg-de-Béthune, à Lille.	G. C.
1113	NOURTIER, Edouard	Ingénieur des Arts et Manufactures, Directeur du Service municipal des eaux de Roubaix et de Tourcoing.	147, rue de Lille, à Tourcoing.	G. C.
1114	NICODÈME, Georges	Ingénieur des Arts et Manufactures.	138, boulevard de la Liberté, Lille.	G. C.

Nos d'inscription	MEMBRES ORDINAIRES			Comités
	Noms	Professions	Résidences	
1115	MAIRE, Alfred.....	Ingénieur des Arts et Manufactures, Directeur adjoint aux Mafactures de Produits Chimiques du Nord.	La Madeleine.	G. C.
1116	YON, Paul...	Ingénieur des Arts et Manufactures, Filateur de lin.	40, rue Bernos, à Lille.	F. T.
1117	FAURE, Jean	Ingénieur-directeur de la Compagnie des Tramways électriques de Lille et de sa Banlieue.	2, rue Auber, à Lille.	G. C.
1118	FONTAINE, Georges.	.....	Rue de Lille, à La Madeleine.	C. B. U.
1119	GODIN, Oscar.....	Industriel.....	18, r. St-Nicolas, Lille	G. C.
1120	DUJARDIN, André...	Ingénieur des Arts et Manufactures	32, rue André, à Lille.	G. C.
1121	SARASIN, Paul-Emile	Ingénieur des Arts et Manufactures, fondeur constructeur.	212, rue Gambetta, à Lille.	G. C.
1122	DUBOIS, Jean.....	Ingénieur des Arts et Manufactures.	14, place du Concert, à Lille.	G. C.
1123	HAEMERS Jules....	Industriel.....	Gravelines.	C. B. U.
1124	Paul DROULERS-DAMBRICOURT....	Administrateur délégué de la Société anonyme des Papeteries de l'Aa.	Wizermes (P.-de-C.).	C. B. U.
1125	GUILLOT, Louis.....	Ingénieur à l'Association des Industriels du Nord	61, rue des Ponts-de-Comines, à Lille.	G. C.

La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses membres dans les discussions, ni responsable des notes ou mémoires publiés dans les Bulletins.

Le Secrétaire : A. BOUTROUILLE.

Lille Imp. L. Danel