

# SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE

## du Nord de la France

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

---

### BULLETIN TRIMESTRIEL

#### N° 65.

---

16<sup>e</sup> ANNÉE. — Quatrième Trimestre 1888.

---

#### PREMIÈRE PARTIE.

---

#### TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ.

---

*Assemblée générale mensuelle du 29 octobre 1888.*

Présidence de M. ÉMILE BIGO, Vice-Président.

Procès-verbal.

M. PIÉRON, Secrétaire-Général, donne lecture du procès-verbal de l'Assemblée générale du 30 juillet 1888. — Adopté.

Nomination  
de M. F. Mathias  
au poste  
d'ingénieur  
en chef  
du Matériel  
et de la Traction  
du chemin de fer  
du Nord

M. LE PRÉSIDENT annonce que, depuis la dernière assemblée, M. F. MATHIAS a été nommé ingénieur en chef du matériel et de la traction du chemin de fer du Nord. Une lettre de félicitations lui a été adressée par le Conseil d'Administration, qui lui a exprimé l'espérance que ses nouvelles fonctions ne l'empêcheraient pas de rester à la tête de la Société Industrielle.

Les membres présents approuvent ce qui a été fait par le Conseil d'administration.

Correspondance

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

Un grand nombre de demandes du programme pour le concours de 1888, sont parvenues au secrétariat et satisfaction leur a été donnée.

M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS envoie le programme du Congrès des Sociétés savantes, qui aura lieu en 1889. — Communication en sera faite à chaque Comité en particulier.

Conférence.

La Société Industrielle continuera les brillantes conférences inaugurées l'an dernier.

M. LE PRÉSIDENT annonce que M. MAMY, ingénieur des arts et manufactures, propose de faire une conférence le dimanche 18 novembre, sur *l'envers du théâtre*. Cette proposition est adoptée par l'Assemblée, et M. MAMY sera avisé de la décision qui vient d'être prise.

Lectures.

M. Émile Bigo,  
Rapport sur  
la nouvelle loi  
sur  
les accidents.

M. Émile Bigo donne lecture de son rapport sur la nouvelle loi sur les accidents, fait au nom du groupe du Nord de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail.

Ce rapport a été présenté à Paris par M. MATHIAS, à l'Assemblée générale des Industriels de France; il résume les diverses objections faites à la nouvelle loi et appelle l'attention du Gouvernement sur les dangers qui résulteraient de sa promulgation.

Le rapport est adopté (1).

M. Émile Bigo invite les industriels à lui adresser leurs observations au sujet de la loi actuellement en discussion au Sénat afin de les transmettre à M. Émile Muller, le président de l'Association des Industriels de France qui s'est mis en rapport avec la commission nommée par le Sénat.

---

(1) Ce rapport est publié *in extenso* dans le présent bulletin.

M. Paul SÉE,  
Nouveau genre  
de réfrigérant  
pour eau  
de condensation  
de machine  
à vapeur.

Les réfrigérants faits jusqu'à ce jour sont d'informes échafaudages avec fascines ou latteaux ; le nouveau système, appliqué par M. Sée, consiste en un pulvérisateur avec tuyau central formant volant de débit. Ce système, installé sur une machine de 300 chevaux, à Roubaix, donne de très bons résultats, au point de vue du refroidissement, et présente un effet décoratif au milieu d'une cour.

D'un autre côté, les frais de premier établissement de ce système sont très inférieurs à ceux de l'ancien système, et l'entretien presque nul.

M. Paul SÉE, sur l'invitation de M. le Président, dit quelques mots sur la chaudière Serpollet, et les expériences faites à ce jour.

Des expériences en grand vont être commencées et feront connaître le véritable mérite de ce générateur nouveau de vapeur.

---

*Assemblée générale mensuelle du 26 novembre 1888.*

Présidence de M. MATHIAS, Président.

Procès-verbal

Le procès-verbal de la dernière assemblée générale est lu et adopté.

M. LE PRÉSIDENT remercie l'assemblée de la sympathie qui lui a été témoignée à l'occasion de sa nomination au poste d'Ingénieur en chef du matériel et de la traction du chemin de fer du Nord.

Correspondance

M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS demande la liste exacte des documents qui seront exposés par la Société Industrielle. A ce sujet, M. ÉMILE BIGO s'est renseigné à Paris, et il a appris que le Ministère du Commerce comprendrait dans son exposition l'Enseignement technique qui devait figurer dans l'Exposition du Ministère de l'Instruction Publique.

La Société Industrielle pourra également exposer un trophée dans la section de l'Economie Sociale, et cela gratuitement.

M. LE MINISTRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE demande la justification de l'emploi de la subvention accordée par son Ministère.

M. EMILE MULLER, Président de l'Association des Industriels de France contre les accidents, demande que la Société Industrielle se fasse représenter à l'Assemblée générale qui aura lieu le Samedi 1<sup>er</sup> Décembre à Paris. MM. MATHIAS et BIGO assisteront à la réunion ; en principe il a été décidé que l'on accepterait l'assurance obligatoire, mais que l'on combattrait l'assurance par l'Etat. Cette proposition sera défendue à l'assemblée du 1<sup>er</sup> décembre.

Conférence:

M. LE PRÉSIDENT fait connaître à l'assemblée que M. Melon veut bien faire une conférence le dimanche 16 décembre sur *le gaz, source de lumière, de chaleur et de force*.

M. l'abbé VASSART entretient la Société industrielle de la *primuline*, de sa découverte, de sa constitution chimique, de sa fixation par teinture sur fibres textiles, des diverses nuances auxquelles elle peut conduire et de l'application qui en a été faite à la teinture en pièces.

La *primuline* est une matière colorante jaune qui rappelle la nuance de la primevère, *primula*, d'où primuline. Sa découverte est due à M. Arthur G. GREEN (fév. 1887), sa fabrication a été entreprise par la Maison Brooke, Simpson et Spiller.

On sait de sa constitution chimique que c'est un acide sulfoné, contenant au moins un amidogène et donnant, chauffé avec la chaux, de la thio-para-toluidine.

Elle monte sur fibres végétales en bain porté au bouillon en présence du sel marin ; pour les fibres animales le bain doit être ou neutre ou légèrement acide.

Cette matière fixée sur fibre peut donner des dérivées dia-

zoïques en passant dans un bain de nitrite de soude avec acide sulfurique. Le diazo formé est susceptible de donner différentes nuances en se condensant avec des phénols ou des amines (développeurs ou révélateurs), en un mot on fait sur la fibre les opérations de diazotation et de combinaison qui se font dans les ateliers de fabrication des colorants azoïques.

Les nuances différentes obtenues sont solides aux bains acides souvent employés dans la teinture de la laine. Un tissu de laine, avec effets de coton teint avant tissage en nuances dérivant de la primuline, peut être teint comme une pièce pure laine et les nuances coton résistent. La fabrication a trouvé dans cette application d'heureuses et nouvelles ressources pour obtenir une riche variété d'effets de nuances en pièces laine et coton. M. l'abbé VASSART présente une belle série d'échantillons de tissus préparés par M. EMILE ROUSSEL et reposant sur cette application qu'il a brevetée.

M. A. WITZ.  
De la production  
et de la vente  
de l'énergie  
électrique par  
les stations  
centrales.

M. WITZ a entrepris de faire le bilan de l'industrie électrique en 1888, à la veille de l'Exposition, par une statistique des stations centrales qui ont pour objet la production, la distribution et la vente de l'énergie électrique (1).

La France possède un petit nombre de stations ; il en existe un plus grand nombre à l'étranger et surtout en Allemagne et en Amérique.

Le prix moyen des 10 bougies-heure est de 6 centimes ; les 100 watts se paient environ 8 centimes, ce qui met à 60 centimes la puissance d'un cheval électrique par heure. L'arc voltaïque coûte environ  $1/2$  à un  $1/3$  de moins que l'incandescence, à égalité de lumière.

L'Incandescence est à des prix équivalents à celui du gaz à 33 centimes le mètre cube ; l'arc correspond au prix de 14 centimes.

---

(1) Cette communication est reproduite *in extenso* dans le présent bulletin

Malgré cela, l'éclairage par l'électricité, obtenu par des stations centrales, est encore un luxe.

Mais il suffirait de quelques perfectionnements pour modifier rapidement cet état de choses.

A propos de la communication de M. WITZ, M. AGACHE signale les essais qu'il a faits à son usine de Pérenchies concurrentement avec le gaz qu'il produit à raison de 0 f. 09 le mètre cube. Le bec type de 180 litres à l'heure lui revient à 0 f. 045 et la lampe à incandescence de 26 bougies, correspondant à ce bec type, à 0 f. 02 par heure.

M. SCHMITT  
Procédé de  
dosage du cyano-  
gène actif dans  
les épurateurs-  
chimiques  
du gaz.

M. SCHMITT donne les résultats de l'analyse chimique qu'il a faite des *résidus d'épuration* du gaz d'éclairage (1).

Après avoir montré les résultats de l'action de la chaleur en vases clos sur la houille, il fait voir la transformation que subissent les produits pyrogénés au contact de l'air et de l'oxyde de fer des épurateurs. Les résidus d'épuration fournissent, à l'industrie, par simple lavage à l'eau, des sels ammoniacaux et par un traitement chimique les prussiates alcalins et les bleus qui en dérivent comme le bleu de Prusse.

Pour déterminer la quantité de cyanogène contenu sous cette forme seule, M. Schmitt a imaginé *une méthode spéciale d'analyse*. Il traite le mélange insoluble et très complexe des épurateurs par l'oxyde jaune de mercure, il obtient du cyanure de mercure soluble, qu'il fait passer ensuite à l'état de cyanure d'ammonium et qu'il dose enfin sous la forme du Bleu de Prusse.

En opérant par les procédés ordinaires d'analyse on a des bleus très impurs qui renferment souvent plus de quatre cinquièmes de leur poids de soufre, soufre provenant de la décomposition de polysulfures, sulfocarbonates, etc.

---

(1) Cette communication est reproduite *in extenso* dans le présent bulletin

M. SCHMITT termine en émettant l'opinion que ces résidus d'épuration du gaz pourraient, en raison de leur teneur en soufre sous une forme très active, trouver une troisième et nouvelle application en agriculture comme ennemi des parasites qui désolent la vigne, ou la betterave par exemple.

---

*Assemblée générale mensuelle du 24 décembre 1888.*

Présidence de M. F. MATHIAS, Président.

Procès-verbal.

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

Correspondance

M. THIBAUT, de Paris, demande à représenter des maisons françaises du Nord au Vénézuéla. — Lecture est donnée de sa lettre qui sera communiquée aux intéressés.

M. LE MAIRE DE LILLE annonce à la Société que la ville reprendra son local le 1<sup>er</sup> juillet 1889. — Le Conseil d'administration s'occupe de cette question du local et fera connaître ultérieurement la décision qui sera prise.

Séance  
solennelle.

M. LE PRÉSIDENT donne les résultats du concours de 1888.

Les propositions du Conseil et des Comités relatives aux récompenses à décerner, sont les suivantes :

4 médailles d'or de la fondation Kuhlmann.

3 médailles d'or de la Société.

2 médailles de vermeil.

10 médailles d'argent dont 4 affectées au concours des chauffeurs.

Une médaille de bronze.

650 francs de prix en argent pour le concours des chauffeurs.

Un diplôme de tissage, 100 fr. en argent et 3 certificats d'assiduité aux élèves des cours de filature et de tissage.

150 francs en argent pour le concours d'allemand (employés).

300 francs en livres pour le concours d'anglais et d'allemand (élèves).

M. LE PRÉSIDENT fait connaître les noms des lauréats et les motifs des récompenses.

Les propositions sont mises aux voix et adoptées par l'Assemblée.

La séance solennelle de distribution des récompenses aura lieu le 20 janvier 1889.

La distribution sera précédée d'une conférence sur l'*Éducation*, faite par M. Jules SIMON, sénateur, membre de l'Académie française et de l'Académie des sciences morales et politiques.

M. KEROMNÈS, président du Comité du Génie civil, fera le rapport général sur le concours, et M. PIÉRON, secrétaire-général, le rapport sur les travaux accomplis durant l'année 1888 par la Société Industrielle.

M. CORNUT a recherché, dans un but d'intérêt général, s'il n'y avait pas lieu, pour la réception des tôles par l'industrie privée, d'adopter le mode de faire de l'État et des grandes Compagnies qui spécifient dans des cahiers des charges parfaitement étudiés les conditions que doit remplir le métal, et qui font procéder aux différents essais de réception par des agents spéciaux.

Lectures.

M. CORNUT.  
Étude  
sur  
l'homogénéité  
comparative  
des  
tôles de fer  
et des  
tôles d'acier.

M. Cornut donne les résultats des nombreux essais faits par l'Association des Propriétaires d'appareils à vapeur sur des tôles de fer, résultats rendus plus tangibles au moyen de courbes. Ces essais permettent de dire que toutes les tôles employées à la confection des générateurs doivent être soumises à des essais préalables, les numéros de qualités ne donnant pas assez de garanties.



Il en résulte également que l'emploi des tôles de fer présente par suite de la méthode obligatoirement employée pour leur fabrication des différences considérables dans la régularité des produits.

M. Cornut donne ensuite les résultats des essais faits sur des tôles d'acier destinées à la construction de générateurs, et les compare aux précédents, en montrant les avantages de l'acier sur le fer au point de vue de l'homogénéité des tôles.

M. LE PRÉSIDENT remercie vivement M. Cornut de sa communication qui intéresse au plus haut point les constructeurs de chaudières.

Cette communication sera publiée dans le prochain bulletin.

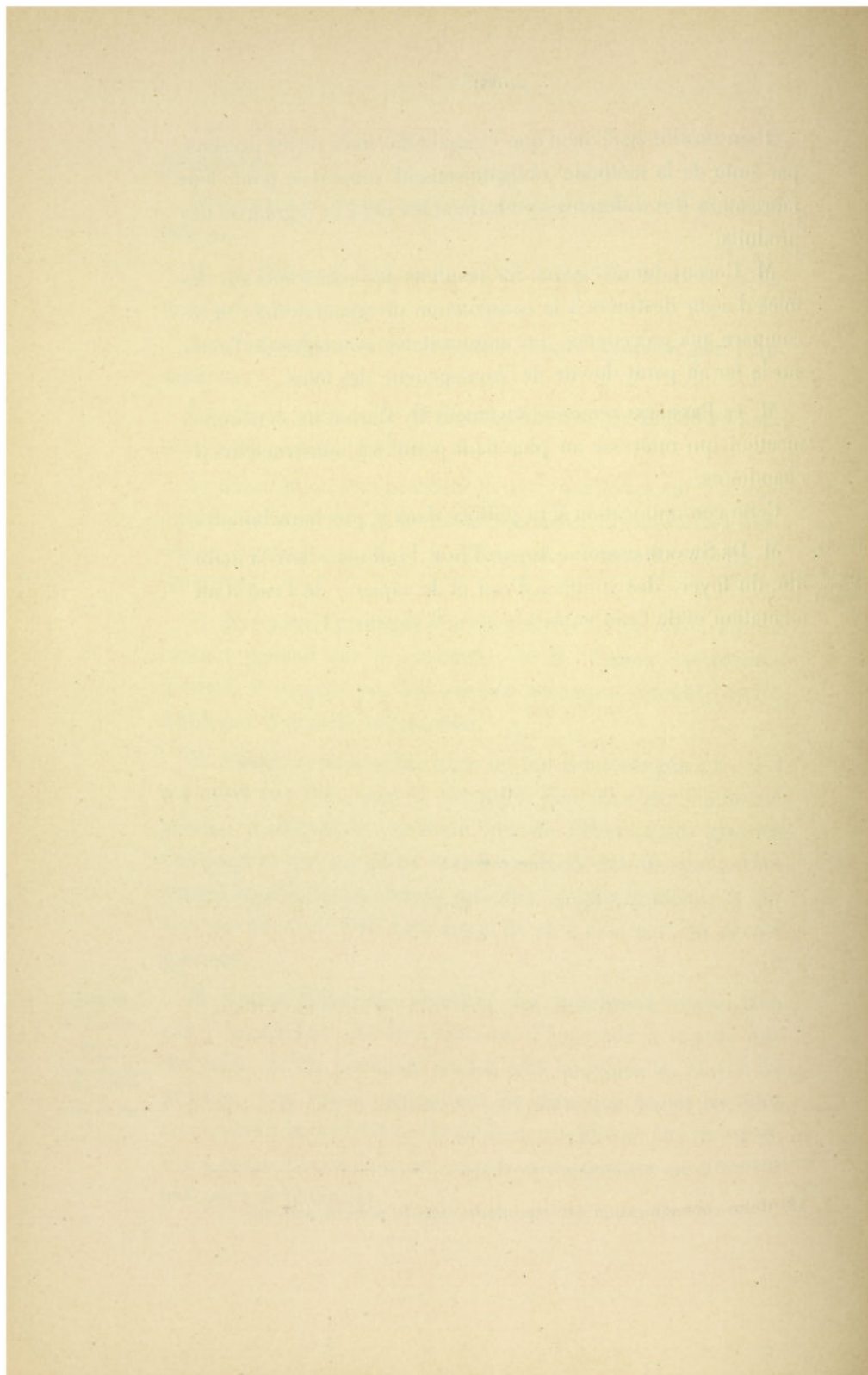
M. DE SWARTE.  
De la stabilité  
manométrique  
des générateurs  
(suite).

M. DE SWARTE examine aujourd'hui l'influence sur la stabilité, du foyer, des volumes d'eau et de vapeur, de l'eau d'alimentation et de l'eau entraînée avec la vapeur (1).



---

(1) Cette communication est reproduite dans le présent bulletin.



## DEUXIÈME PARTIE.

---

### TRAVAUX DES COMITÉS.

---

Résumé des Procès-Verbaux des Séances.

---

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

---

*Séance du 8 octobre 1888.*

Présidence de M. KEROMNÈS, Président.

— Mémoire pour le concours de 1888 ; M. BOLZ de Berlin, envoie son ouvrage sur les pyromètres.

Commission : MM. P. Sée, Witz et Stahl.

M. P. SÉE expose un nouveau système de réfrigérant pour eau de condensation, qu'il a installé chez MM. Dillies et Stolz à Roubaix.

L'eau chaude est enlevée par une pompe centrifuge et refoulée dans une caisse en tôle, dont le fond supérieur est garni d'une série de pommes d'arrosoir en bronze munies de trous de 1<sup>m</sup>/m. Une colonne en tôle, de 25<sup>c</sup>/m de diamètre et de 8<sup>m</sup> de hauteur s'élève au milieu de la caisse ; elle constitue une sorte de volant, régularisant le débit de la pompe. La caisse est placée au milieu d'un bassin de 6<sup>m</sup> de diamètre

seulement. A 2 mètres de distance des pommes d'arrosoir, l'eau se trouve complètement pulvérisée.

Cette disposition est susceptible d'un certain effet décoratif ; elle a surtout le grand avantage d'être d'un prix de revient très notablement inférieur à celui des réfrigérants ordinaires (à fascines, à plateaux, etc.).

Sur l'invitation de M. le Président, M. P. Sée reproduira son intéressante communication à la prochaine assemblée générale. En outre, une commission composée de MM. Keromnès, de Swarte et Leclerq ira examiner sur place le fonctionnement de l'appareil, et fera un rapport en vue du concours de 1888.

---

*Séance du 12 novembre 1888.*

Présidence de M. KEROMNÈS, Président.

Mémoires pour le concours de 1888.

— M. WAUTHY présente un système de grille. — Commission : MM. Grimonprez, Léon Thiriez, Stahl.

— M. RIVOLLET présente une lanterne d'éclairage.

Commission : MM. Witz, Piéron, P. Sée.

— Le Ministre de l'Instruction publique envoie le programme du Congrès des Sociétés savantes en 1889. Renvoyé à l'examen de M. Keromnès.

Communication de M. WITZ, sur les stations centrales d'éclairage électrique.

M. Witz fait d'abord remarquer combien peu l'éclairage électrique s'est développé en France ; il donne la liste des quelques villes, presque toujours très petites villes, qui possèdent des stations centrales. Il cite comparativement les grandes villes de l'étranger où fonctionne l'éclairage électrique,

et décrit en quelques mots la superbe et puissante installation qui se monte en ce moment à Londres.

Abordant la question du prix de revient, M. Witz montre que le prix moyen de l'éclairage électrique correspond au prix de  $32^c/m$  le m. c. pour le gaz, avec les lampes à incandescence, et de  $18^c/m$  seulement avec les lampes à arc.

Enfin, il expose comment se fait la distribution, soit au moyen de transformateurs, qui permettent de faire usage de courants à haute tension, ce qui réduit la perte ; soit directement, s'il s'agit de réseaux peu étendus.

M. le Président invite M. Witz à reproduire sa conférence en assemblée générale.

M. Mamy, inspecteur de l'Association des industriels de France, contre les accidents du travail présente au comité un modèle de débrayage et d'embrayage des courroies au moyen d'une seule et unique corde. Cet appareil est dû à M. Huré, ingénieur chez M. Bourdon.

— M. de Swarte continue son intéressante étude sur la stabilité manométrique des générateurs.

---

*Séance du 10 décembre 1888.*

Présidence de M. KEROMNÈS, Président.

**Rapports sur le concours**

— *Réfrigérant de MM. Sée.*

La Commission propose une médaille d'argent. — Adopté.

— *Palier graisseur de M. Verny.*

Les commissaires sont d'avis qu'il n'y a lieu à aucune récompense. — Adopté.

— *Topographie du bassin houiller de Valenciennes par M. Otry.*

Le Comité approuve le rapport de M. Soubeyran, et demande au Conseil d'administration d'accorder à M. Olry la plus haute récompense possible.

— *Crochet de sauvetage de M. Sivekels.*

Sur le rapport de M. Contamine, le Comité décide qu'il n'y a aucune suite à donner à cette question.

— *Etude critique sur les pyromètres par M. Bolz.*

La Commission conclut à une médaille d'argent. Mais, vu la nationalité étrangère de l'auteur, et l'ouvrage n'étant pas traduit en français, le Comité estime qu'il n'est pas possible de créer un précédent en décernant une récompense.

— *Lanterne Rivollet.*

Le Comité décide qu'il n'y a pas lieu d'encourager l'auteur.

— *Clapet de retenue de vapeur de M. L. Fontaine.*

La Commission spéciale nommée à ce sujet estime que, puisqu'il existe une Commission pour les clapets de retenue en général, il y a lieu de lui renvoyer l'appareil de M. Fontaine. — Adopté.

— *Grille de M. Wauthy.*

La Commission propose une médaille de bronze. — Adopté.

— *Régulateur-indicateur automatique de niveau d'eau dans les chaudières, de M. Louis Fontaine.*

Le Comité décide qu'il y a lieu d'accorder une médaille d'argent, si les industriels cités par M. Fontaine déclarent que l'appareil fonctionne chez eux depuis un an au moins, conformément au règlement de la Société.

---

**Comité de la Filature et du Tissage**

---

*Séance du 20 novembre 1888.*

Présidence de M. Emile LE BLAN, Président.

Lecture est donnée d'une lettre de M. DE LANDTSHEER, concernant sa nouvelle Broyeuse-Teilleuse.

M. A. RENOARD rappelle qu'une Commission nommée en 1885, a fait un rapport favorable sur la détireuse Marcadier.

Sur la demande de M. Marcadier, se présentant pour le concours de 1888, la Commission s'est réunie à nouveau, et elle propose de récompenser l'auteur par une médaille d'argent. — Adopté.

Le rapport définitif sur la tisseuse de M. Bertrand sera déposé le mois prochain.

---

*Séance du 18 décembre 1888.*

Présidence de M. Émile LE BLAN, Président.

M. DE LANDTSHEER envoie quelques brochures et de nouveaux renseignements sur sa nouvelle teilleuse.

Des remerciements lui seront adressés.

Lecture est donnée du programme pour le concours départemental organisé par le Comité Linier.

Le dossier relatif à la Lisseuse de M. Bertrand est reporté à l'année prochaine, les membres de la Commission étant d'avis d'attendre la sanction de la pratique avant de récompenser cette machine.

Les examens des cours de filature de lin et de tissage ont donné les résultats suivants :

*Tissage.* — Un diplôme à M. Charles COLINET, employé au tissage de M. Agache.

*Filature de lin :*

1<sup>er</sup> prix René BUYSE, 50 fr. et un certificat d'assiduité.

2<sup>e</sup> — Georges DELERUE, 30 fr. et un certificat d'assiduité

3<sup>e</sup> — Victor VASSEUR, 20 fr. et un certificat d'assiduité.

---



**Comité des Arts chimiques et agronomiques.**

---

*Séance du 9 octobre 1888.*

Présidence M. J. HOCHSTETTER, Vice-Président.

M. le Président dépose sur le bureau les mémoires présentés pour le concours de 1888.

Ce sont :

1<sup>o</sup> Un travail intitulé « *Oxygène et teinture* », répondant à la question 17 du programme.

Le comité nomme pour l'étude de ce mémoire une Commission composée de MM. l'abbé VASSART, OBIN, BERNOT.

2<sup>o</sup> *Étude du beurre et de ses falsifications.*

Sont nommés : MM. Dubernard, Schmitt, Lacombe.

3<sup>o</sup> Un travail sur la *saccharification des matières amy-lacées par les acides.*

Commission : MM. Vandame, Porion, Laurent.

4<sup>o</sup> *Machine pour teindre la laine en bobine*, présentée par M. Bertrand-Leplat.

Commission : MM. l'abbé Vassart, Roussel, Bernot, Obin.

5<sup>o</sup> Travail intitulé « *Achat des betteraves suivant leur teneur réelle en sucre* », présenté par M. Pellet.

Commission : MM. Verley - Delesalle, Flourens, Gustave Barrois, Dubernard.

(La Commission nommera un délégué pour étudier sur place les appareils employés.)

6<sup>o</sup> *Étude sur la cristallisation du sucre et la fabrication du sucre candi.*

(Deuxième partie d'un ouvrage déjà récompensé par la Société Industrielle.)

Commission : MM. G. Hochstetter, Lacombe, Dubernard.

M. l'abbé VASSART entretient le Comité d'une nouvelle matière colorante, la *Primuline*, brevetée et fabriquée par la maison Bruck et Simpson en Angleterre.

La Primuline appartient à la famille des composés azoïques si fertile en matières colorantes.

M. l'abbé Vassart définit avec beaucoup de clareté la formation et la constitution des composés azoïques et explique comment, en s'unissant à un grand nombre de bases et autres groupes organiques, amines, naphthols, etc., ils donnent généralement naissance à des matières colorantes d'une grande beauté.

On ne connaît pas la formule de constitution de la Primuline, sa fabrication étant tenue dans un grand secret. C'est une matière jaune, se fixant sans mordant sur les fibres végétales, et différant en ceci de la généralité des matières colorantes. Elle s'unit aux amines et aux phénols en formant alors une grande variété de couleurs différentes, très fixes et très belles.

M. l'abbé Vassart a pu se procurer plusieurs échantillons d'étoffes teintes en primuline et les présente au Comité.

Pour obtenir les différentes nuances que peut donner la primuline, on commence par teindre l'étoffe dans un bain de Primuline. Celle-ci est complètement absorbée par la fibre, qui se colore en jaune. Cette première opération faite, l'étoffe est plongée d'abord dans un bain de nitrite de soude contenant de l'acide sulfurique dans lequel se fait la diazotation, puis dans le bain développeur qui contient une amine ou un phénol, suivant la nuance que l'on veut obtenir. La Primuline en se combinant dans la fibre même à la base que renferme le bain développeur, produit la nuance qu'on a voulu obtenir.

M. le Président remercie vivement , au nom du Comité , M. l'abbé Vassart de sa communication intéressante et l'engage la reproduire en assemblée générale.

---

*Séance du 12 novembre 1888.*

Présidence de M. DUBERNARD, Président.

Lecture est donnée d'une lettre de M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts , relative au Congrès des Sociétés savantes en 1889.

M. VANACKÈRE est nommé à la place de M. Gustave Barrois , empêché, pour l'examen des mémoires de M. Pellet.

MM. Puvrez et Bonduelle en remplacement de MM. G. Porion et Ch. Laurent , se déclarant incompétents pour l'examen du mémoire « *Saccharification des matières amylacées par les acides* ».

La parole est à M. SCHMITT pour sa communication sur le dosage du cyanogène actif dans les épurations chimiques du gaz d'éclairage.

M. le Président remercie M. Schmitt et le prie de vouloir bien reproduire sa communication en assemblée générale.

---

*Séance du 11 décembre 1888.*

Présidence de M. DUBERNARD, Président.

L'ordre du jour appelle la lecture des rapports sur les mémoires présentés pour le concours de 1889.

Ce sont :

1<sup>o</sup> Travail de M. Pellet sur « l'achat des betteraves suivant leur teneur réelle en sucre ». Rapporteur, M. Dubernard.

M. Dubernard pense que la méthode de M. Pellet aurait encore besoin d'être essayée et que la Société pourrait se borner à récompenser l'ensemble des travaux de M. Pellet.

Le Comité adopte la conclusion de M. Dubernard et vote à M. Pellet une médaille de vermeil.

2<sup>o</sup> M. le Président dépose sur le bureau deux ouvrages imprimés envoyés pour le concours par M. FRITSCH. Ce sont :

Un ouvrage intitulé « *Culture et distillation de la betterave et du Topinambour*, par Fritsch et Guillemin, et l'*Annuaire de la Distillerie française*, par Guillemin.

Après discussion, le Comité décide qu'il y a lieu de poser en principe que les ouvrages imprimés ne peuvent concourir qu'exceptionnellement et qu'il sera répondu dans ce sens à M. Guillemin.

3<sup>o</sup> Travail sur la saccharification des matières amylacées par les acides.

La Commission n'ayant pas eu le temps d'étudier suffisamment ce travail, le Comité le renvoie au concours de l'année prochaine.

4<sup>o</sup> Étude sur la cristallisation du sucre (suite à un travail déjà récompensé par la Société Industrielle).

Le Comité note un rappel de médaille de vermeil pour ce travail, dont la première partie avait déjà été récompensée par une médaille de vermeil.

5<sup>o</sup> Machines pour teindre la laine en bobines.

La Commission, estimant qu'elle ne peut encore se prononcer sur les avantages de ces appareils, qui nécessitent une étude plus approfondie, propose le renvoi à l'année prochaine. — Adopté.

6<sup>o</sup> Mémoire intitulé : « Oxygène et teinture » (répondant à la question 17 du programme). Rapporteur, M. l'abbé Vassart.

Sur la proposition du rapporteur, le Comité décide de récompenser ce travail par une médaille d'argent.

7<sup>o</sup> Le mémoire portant pour devise « *Multa Paucis* », Étude du beurre et de ses falsifications, est récompensé par une médaille de vermeil avec vœu d'insertion au bulletin.

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

---

*Séance du 1<sup>er</sup> octobre 1888.*

Présidence de M. OZENFANT-SCRIVE, Président.

Le Comité a reçu la correspondance suivante :

Une demande de M. E. Fortin pour le concours de langue anglaise.

Un mémoire intitulé : « *Histoire de l'industrie sucrière dans le département du Nord.* »

Ce mémoire est renvoyé à une Commission composée de MM. HENRI BERNARD, VIOLETTE, G. DUBAR et BONTE.

Les examinateurs pour le concours de langues anglaise et allemande, seront :

Pour la langue allemande :

MM. MATHIAS, G. HOCHSTETTER et Paul CREPY.

Pour la langue anglaise :

MM. NEUT, Paul CREPY et MAILLOT-DELANNOY.

---

*Séance du 3 décembre 1888.*

Présidence de M. OZENFANT-SCRIVE, président.

Le Comité a reçu :

Une lettre de M. Cacheux de Paris, demandant des renseignements sur les patronages des apprentis ouvriers dans le Nord de la France.

Une lettre de M. Thibault désirant représenter au Venezuela diverses maisons de commerce.

Une lettre de M. Auguste Crepy recommandant son comptable, M. Emile Pouille, qui est depuis 25 ans dans sa maison.

Une lettre l'*Union Linière* relative à M. Desreux, comptable dans cette maison depuis 25 ans.

Le Comité vote deux médailles d'argent pour les bons et loyaux services de ces deux employés.

Lecture est ensuite donnée des rapports sur les mémoires présentés pour le Concours de 1888, et les récompenses suivantes sont adoptées :

Une médaille d'or à l'auteur du mémoire « *Histoire de l'industrie sucrière dans le département du Nord* ».

CONCOURS D'ANGLAIS  
*Section B. — Élèves*

1<sup>er</sup> prix : Julien GALLAND.

2<sup>e</sup> prix : Léon LEROUX.

3<sup>e</sup> prix : Edouard MEILLASOUX.

CONCOURS D'ALLEMAND  
*Section A. — Employés*

M. Emile LEFEBVRE, un prix de 120 fr.

M. Henri FRÉMAUX, un prix de 30 fr.

*Section B. — Élèves*

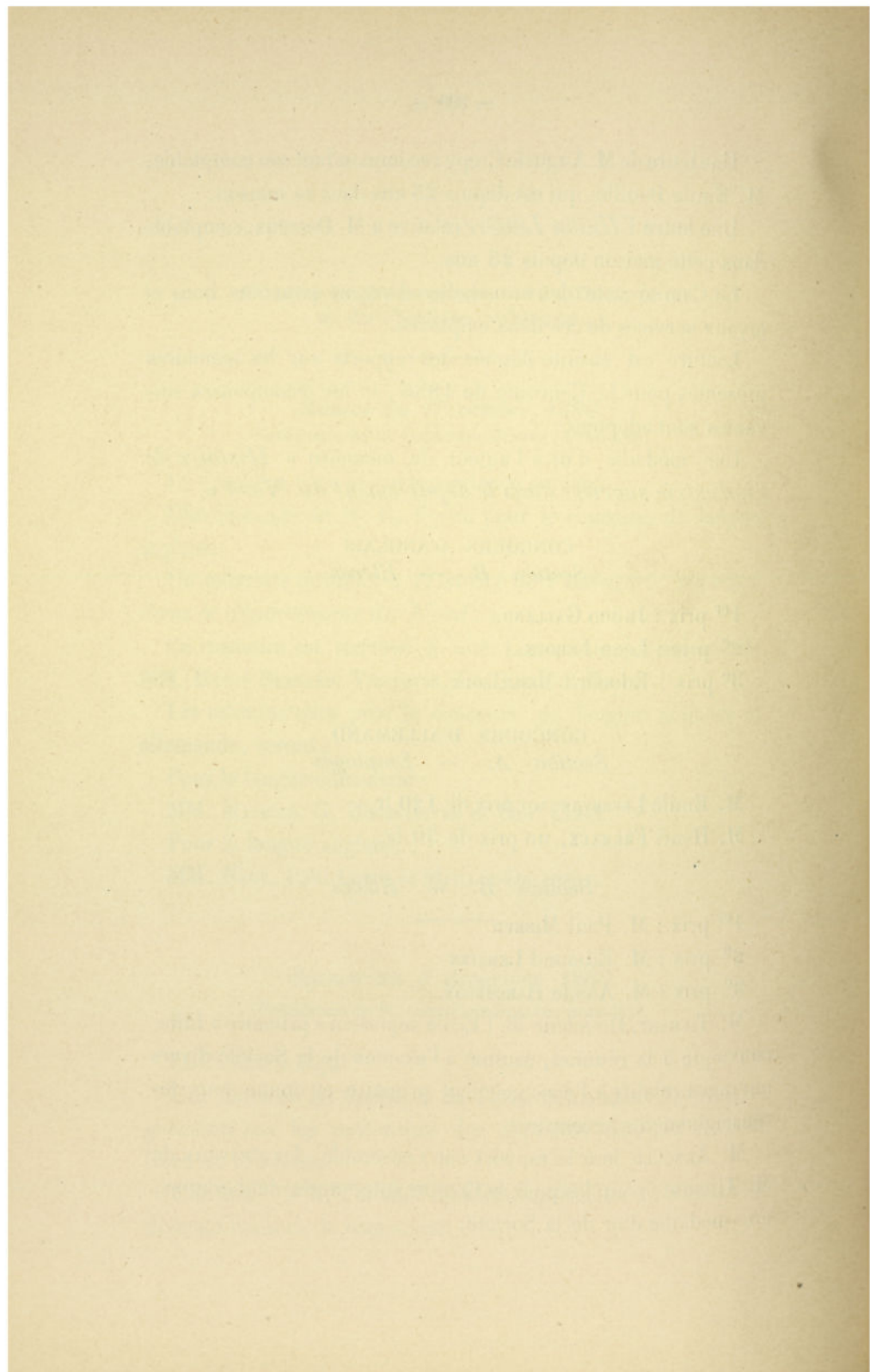
1<sup>er</sup> prix : M. Paul MINEUR.

2<sup>e</sup> prix : M. Edmond LEMAIRE.

3<sup>e</sup> prix : M. Alcide HACHELON.

M. TILMANT, Directeur de l'École supérieure primaire à Lille, convoqué à la réunion, soumet à l'examen de la Société divers ouvrages relatifs à l'enseignement primaire et donne tous les renseignements nécessaires.

M. ARNOULD fera le rapport sur l'ensemble des travaux de M. Tilmant, pour lesquels le Comité vote, après délibération, une médaille d'or de la Société.





**TROISIÈME PARTIE.**

---

**RAPPORT**

SUR LA

**NOUVELLE LOI SUR LES ACCIDENTS**

**Présenté par M. ÉMILE BIGO**

Au nom du groupe du Nord de l'Association des Industriels de France  
contre les accidents du travail.

---

**MESSIEURS ,**

Le bureau du groupe régional du Nord de l'Association des Industriels de France, pour préserver les ouvriers des accidents du travail s'est réuni, sur la demande du Conseil d'administration de cette Société, à l'effet de formuler ses observations au sujet du projet de loi sur les accidents en discussion à la Chambre des Députés. Je vais avoir l'honneur de vous donner lecture du rapport qu'il a envoyé, après lui avoir fait parvenir un exemplaire de la lettre adressée aux membres du Parlement par la Société Industrielle, à la date du 30 août 1883.

La Chambre des Députés vient de voter en première lecture le projet de loi concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail.

Ce projet de loi ne renferme pas moins de 49 articles dont la discussion a demandé 8 séances de la Chambre des Députés, sans

compter les réunions fréquentes de la Commission, et encore, a-t-on réservé pour la seconde délibération le développement de contre-projets et d'amendements susceptibles de modifier de fond en comble l'économie de la loi.

Cela prouve dans quelle situation difficile on se met quand on sort du droit commun.

Nous pensons que cette loi est une loi regrettable, destinée à tendre au lieu d'améliorer les rapports entre les patrons et les ouvriers, à multiplier les procès, à charger l'industrie d'un nouvel impôt et à devenir un danger pour les finances de l'État, parce que la conséquence forcée de cette loi est l'assurance obligatoire par l'État qui, de ce chef, aura à sa disposition, comme pour les caisses d'épargne, des capitaux importants dont il sera tenté de se servir.

C'est, de plus, une loi socialiste, et M. Floquet, président du Conseil, ne s'en est pas caché, quand, du haut de la tribune, il a fait cette déclaration :

« Nous pensons que, dans certaines catégories de travaux  
» humains, il existe des risques particuliers, et que ces risques  
» doivent tomber à la charge des entreprises qui perçoivent des  
» bénéfices, que ce n'est pas la société toute entière, ni l'assistance  
» publique qui doivent cette réparation spéciale; que c'est l'entre-  
» prise dans les frais généraux de laquelle doit tomber le risque  
» particulier qu'on appelle le risque professionnel. »

Enfin, cette loi serait désastreuse pour la petite industrie qui, dans la plupart des cas se trouverait incapable de pouvoir assurer le service des pensions viagères prévues par l'art. 4.

Passons à la discussion de quelques articles :

**ART. 1<sup>er</sup>.** — Cet article dit :

« Tout accident survenu dans leur travail aux ouvriers et employés occupés dans les usines, manufactures, chantiers, entreprises de transport, mines, minières, carrières, et en outre dans toute exploitation où il est fait

usage d'un outillage à moteur mécanique, donne droit, au profit de la victime ou de ses ayants-droit, à une indemnité dont l'importance et la nature sont déterminées ci après :

Cette indemnité est à la charge du chef de l'entreprise quelle qu'ait été la cause de l'accident.

Toutefois, il ne sera dû aucune indemnité à la victime qui aura intentionnellement provoqué l'accident.

Alors que les statistiques officielles démontrent que sur 100 accidents, 12 seulement sont dus à la faute du patron, la responsabilité que l'on fait incomber au patron dans tous les cas, nous paraît un abandon des principes les plus sacrés du droit et de l'équité. Comment ! un patron aura pris toutes les précautions possibles, il aura suivi à la lettre les instructions des personnes les plus compétentes, il aura fait, dans ce but, des sacrifices considérables, et vous le rendez responsable de l'ivresse d'un ouvrier, d'une faute lourde de l'ouvrier, d'un acte de folie, que sais-je !

Sur le second paragraphe, nous émettons le vœu que la Chambre adopte l'amendement de MM. Ribot et Camescasse, ainsi conçu :

« Toutefois, il ne sera dû aucune indemnité à la victime qui aurait agi dans une intention criminelle, ou dont l'imprudance ou la négligence auraient été la cause unique de l'accident. »

Il nous paraît également désirable pour le 3<sup>e</sup> paragraphe de voir adopter l'amendement suivant de M. Gastellier :

« Cette indemnité est à la charge du chef de l'entreprise, quelqu'ait été la cause de l'accident, pourvu que cet accident soit la conséquence du genre de travail auquel se livrent les intéressés. »

Enfin, nous demandons qu'au lieu de chef de l'entreprise, on substitue— de la personne qui, dans l'entreprise, a mission de surveiller et de donner des ordres dans l'atelier où l'accident a eu lieu.

ART. 2. — Cet article qui dit que la pension viagère ne pourra être inférieure au tiers du salaire moyen annuel, ni supérieur aux deux tiers de ce salaire, sera certainement la source de nombreux procès.

La prime fixe préconisée par notre collègue M. Le Gavrian, serait bien préférable.

ART. 4. — Tandis que le patriotisme et l'humanité sont d'accord pour employer de préférence des ouvriers français et des pères de famille, cet article donne une prime à l'ouvrier étranger et au célibataire dont les pensions seraient moins élevées en cas d'accident.

ART. 13. — La responsabilité, résultant des articles 1382 et suivant du Code civil, est déterminée, dans tous les cas prévus à l'article premier, par les dispositions de la présente loi.

Néanmoins cette limitation n'est pas applicable lorsqu'une condamnation pénale a été directement prononcée contre le chef d'entreprise à raison de l'accident.

Les dommages-intérêts, alloués à la suite de cette condamnation, pourront dépasser les indemnités prévues par la présente loi, mais ne pourront se cumuler avec elles.

Nous demandons la suppression des deux derniers paragraphes qui constituent une injustice flagrante.

ART. 14. — Le salaire moyen annuel, au sens de la présente loi, s'entend d'une somme égale à 300 fois le gain quotidien moyen des jours de travail compris dans les douze mois écoulés avant l'accident, ou, si l'ouvrier était occupé depuis moins longtemps dans l'entreprise, 300 fois le gain quotidien moyen des jours pendant lesquels il y a travaillé.

Si une portion du salaire est fournie en nature, le juge fera l'évaluation des choses fournies, suivant les usages et les prix du lieu.

Pour l'ouvrier mineur de dix-huit ans, et l'apprenti, victimes d'un accident, le salaire moyen annuel ne sert de base à la fixation de l'indemnité que s'il est égal ou supérieur à une somme composée de 300 fois le salaire quotidien le plus bas des ouvriers de la même profession, occupés dans l'en-

treprise où l'accident a eu lieu. Dans le cas contraire, le calcul des indemnités sera basé sur cette dernière somme.

Pourquoi allouer aux apprentis une indemnité équivalente à celle des ouvriers les moins payés de la même profession. Le salaire de l'apprenti n'étant généralement que de la moitié de celui de l'ouvrier dont le salaire est le plus bas, son indemnité doit être proportionnelle.

ART. 24. — Seront punis d'une amende de 50 francs au moins et de 500 francs au plus les chefs d'industrie ou leurs préposés qui auront contrevenu aux dispositions de l'article 15 de la présente loi.

En cas de récidive dans l'année, l'amende sera élevée de 500 à 2,000 francs. Les coupables pourront en outre être condamnés à un emprisonnement de six jours à un mois.

L'article 463 du Code pénal est applicable aux condamnations prononcées en vertu des paragraphes précédents.

Nous demandons la suppression de la peine de l'emprisonnement.

ART. 27. — Il ne pourra y avoir lieu à révision des pensions attribuées aux ouvriers et employés blessés que dans le cas où le tribunal l'aura expressément réservé par une disposition formelle. Le délai de révision ne pourra, dans aucun cas, être supérieur à un an, à partir du jugement.

Nous émettons l'avis que le délai d'un an soit porté à 3 ans. Ce laps de temps permettrait d'éviter toute erreur et toute fraude.

ART. 35. — Les membres des syndicats demeurent solidairement responsables des avances faites par la Caisse d'assurance et des capitaux à verser à la Caisse nationale des retraites.

Rendre les membres des syndicats solidairement responsables, c'est tuer l'organisation et le fonctionnement des syndicats.

Telles sont, Messieurs, les observations que nous avons cru devoir présenter au nom du groupe régional du Nord, observations qui ont été soutenues par notre honorable président dans l'Assemblée générale de l'Association au 27 juin dernier.

Depuis lors, la loi a été votée en seconde délibération par la Chambre des Députés et elle est actuellement au Sénat.

L'Association des Industriels de France qui a déjà obtenu pour ses membres l'addition du paragraphe 3 de l'art. 43 :

Seront admis à bénéficier d'une réduction de prime de 25 %, lorsqu'ils s'assureront à la caisse de l'État ou feront partie des syndicats mutuels.

3° Ceux qui, membres d'une association dûment reconnue pour la protection contre les accidents de fabriques, justifieront d'un certificat émané de la direction de l'association.

L'association, dis-je, s'efforcera de combattre cette loi funeste qui peut avoir des conséquences déplorables et qui, comme le dit M. Jaunet dans son remarquable travail, est susceptible de détruire complètement le patronage, c'est-à-dire l'idée qu'il y a un devoir de conscience pour les chefs des ateliers de travail à se préoccuper personnellement du sort de leurs collaborateurs. S' imagine-t-on qu'ils continueront à remplir ce devoir après que l'État, par son intervention, les aura accablés de charges et aura étouffé tout sentiment de reconnaissance chez les ouvriers !

---

**PRODUCTION ET VENTE**

DE

**L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE**

PAR LES STATIONS CENTRALES

Par M. AIMÉ WITZ,  
Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.

---

La question de l'éclairage public par l'électricité paraissait résolue dès 1881 ; « la lumière électrique est enfin sortie du domaine des rêves pour entrer dans le monde des réalités », disait alors sir W. Thomson ; « le mystérieux agent est mesuré, transmis, transformé et débité comme on ferait, à peu de chose près, d'une denrée », s'écriait Wurtz ; « au train dont les électriciens ont mené les choses depuis dix ans, ajoutait M. d'Arsonval, je vous laisse le soin d'imaginer ce qu'ils pourront faire en deux cents ans ». L'engouement était général et les citations qui précèdent, nous rappellent le lyrisme avec lequel on célébrait les merveilles de l'électricité. Si quelque prophète de malheur nous avait annoncé qu'en 1889, Paris ne serait pas doté d'un éclairage municipal et de nombreuses stations centrales, on eût accueilli cette sombre prédiction par des sourires dédaigneux et personne n'y eût ajouté foi, pas même les plus pessimistes.

Telle est pourtant la situation présente, et un membre du Conseil municipal de Paris a pu dire que la Ville-Lumière était une des villes « les plus mal éclairées de la chrétienté » ; l'exagération est flagrante ; néanmoins, il faut reconnaître que les dernières années sont loin d'avoir réalisé les espérances que le prodigieux essor de l'électricité avait légitimées en 1881.

J'ai cru intéressant de faire le bilan de l'industrie électrique en 1888, à la veille de l'Exposition, par une statistique des stations centrales en France et à l'étranger. En même temps que je ferai constater de la sorte l'état précaire de cette industrie, j'essaierai d'analyser les causes de cette stagnation, qui étonne d'autant plus que la science a progressé d'une manière indéniable ; ce travail est délicat, parce qu'il faut ne froisser personne et ne léser aucun intérêt ; je m'engage à n'apporter ici que des chiffres exacts, en même temps que je m'imposerai la plus grande prudence dans mes appréciations et mes comparaisons.

Il n'existe en France qu'un petit nombre de stations centrales pour la distribution de l'énergie électrique, et elles sont, pour la plupart, peu importantes. Voici les villes qui en sont pourvues, à notre connaissance ; nous les citerons dans l'ordre des dates de leur création :

A Bellegarde, dans le département de l'Ain, la chute de la Valserine rend disponibles 2,000 chevaux, dont on en a recueilli 80, par une turbine qui actionne, depuis 1885, quelques dynamos Edison : un courant, au potentiel de 125 volts, alimente près de 600 lampes à incandescence Edison ; la station fournit en plus 1/3 de cheval à un charcutier, 2 chevaux à un menuisier, 5 et 8 chevaux à des mécaniciens, au taux uniforme de 200 francs par cheval-an. Le câble est aérien, et la distribution se fait par dérivation.

La ville de Tours a une station qui fonctionne depuis le mois de mars 1885 ; deux machines à vapeur compound de MM. Weiher et Richemond, d'une puissance totale de 300 chevaux, mettent en mouvement des générateurs Siemens, à excitation séparée, qui



marchent de la tombée de la nuit à minuit ; la distribution est faite au potentiel constant de 825 volts par des transformateurs Gaulard et Gibbs, qui abaissent la tension à 100 volts, pour chaque groupe de consommateurs.

En Savoie, la petite ville de La Roche-sur-Foron a mis à profit une chute de 45 chevaux par une turbine Girard ; 250 lampes de 16 bougies sont alimentées par un générateur Thury ; un câble aérien de 15 m/m de diamètre porte à 4 kilomètres un courant dont la tension est de 100 volts.

Saint-Etienne possède une station de quartier pour 400 lampes ; la puissance motrice disponible, mais non encore utilisée, est de 190 chevaux.

A Bourganeuf (Creuse), nous trouvons une nouvelle utilisation de la puissance hydraulique : 30 chevaux suffisent pour 60 lanternes municipales et 300 lampes à incandescence ; le générateur est du système Thury. La distribution est aérienne, et elle se fait dans un rayon de 1,750 mètres par un câble nu de 8 m/m de diamètre.

A Dijon, 35 chevaux font le service de 350 lampes ; c'est évidemment une distribution de quartier.

L'écluse de Coatigrach (Finistère), a permis d'appliquer 45 chevaux, recueillis par une turbine Fontaine, à l'éclairage des deux villes de Châteaulin et de Port-Launay, distantes de 2 et de 4 kilomètres : 25 lanternes de ville et 400 lampes de 10 et 16 bougies sont branchées sur le réseau, qui est entièrement aérien. Après minuit, l'éclairage est assuré par des accumulateurs ; nous n'avons guère d'exemples à citer de cette application.

A Grenade-sur-Garonne et à Modane, des turbines ont été placées sur des cours d'eau pour faire un éclairage naturellement fort restreint dans ces petites localités : dans les rues, l'arc voltaïque a remplacé l'antique reverbère à huile.

Compiègne a aussi sa distribution : une machine Corliss-Farcot fait 130 chevaux et actionne une dynamo Gramme-Compound au potentiel constant de 110 volts ; encore une distribution aérienne.

Le théâtre de Perpignan est éclairé depuis 1886 par 273 lampes et la même entreprise dessert quelques abonnés du voisinage. A Lyon, l'usine à gaz fournit au théâtre un bel éclairage électrique : cet exemple était à noter pour la curiosité du fait. Vierzon, Mende et Nantes ont aussi de petites stations ; à Bordeaux, 25 propriétaires de cafés se sont syndiqués pour éclairer les établissements de ce genre, agglomérés en grand nombre le long des allées de Tourny.

Mais il est peu de villes aussi bien desservies que Nancy à cet égard : j'ai déjà décrit dans *Samedi-Revue* la belle station créée dans l'ancien quartier Saint-Jean, par la Compagnie Nancéienne. Cette Société s'est constituée, en décembre 1887, au capital de un million ; l'usine suffit pour le moment à 5,000 lampes de 10 et 16 bougies, ce qui permet de juger de son importance. De fortes chaudières Belleville, Babcox et Meunier produisent les 6,500 kilog. de vapeur nécessaires pour alimenter une Corliss et des machines Armington d'une puissance totale de 625 chevaux : des machines de secours peuvent être mises instantanément en service de manière à conjurer tout arrêt. Notons cette mise en batterie d'une puissante machine et d'un certain nombre de moteurs de 10 à 20 chevaux ; on obtient de la sorte plus d'élasticité dans le travail et une plus grande sécurité. La distribution est agencée comme à Tours. Des dynamos Ferranti, à courants alternatifs, engendrent un courant de 150 ampères, débité sous une tension de 2,400 volts ; des transformateurs Ferranti, montés en dérivation sur la canalisation, réduisent la force électro-motrice à 100 volts et desservent les lampes groupées par quartier. Le câble est à double conducteur concentrique : il est posé sous la chaussée comme on le fait pour les tuyaux de gaz, mais ce dispositif sommaire n'est pas sans inconvénients. Le réseau embrasse 2 kilomètres de rayon, et comprend le Théâtre Municipal : l'éclairage en est excellent et le public apprécie la sécurité d'une salle dont on a proscrit les herses incendiaires. La plupart des lampes employées sont à incandescence : l'arc voltaïque n'a été admis que dans un très petit nombre d'installa-

tions, car on lui a préféré les belles lampes Sunbeam, dont le nom symbolique (rayon de soleil) n'est pas démerité. Un courant de 6 à 30 ampères leur donne une puissance lumineuse de 300 à 4,500 bougies : elles ont une durée garantie de 800 heures et produisent un fort bel éclairage.

Il nous reste à parler de Paris. La capitale était bien loin jusqu'ici de tenir le premier rang parmi les villes de France, au point de vue de l'éclairage électrique ; bien qu'il existât une Compagnie Parisienne d'éclairage électrique, aucune station centrale, digne de ce nom, ne fonctionnait encore et l'on n'avait créé que de petites stations de quartier. Les théâtres, de grands restaurants (Lemardelay), le Passage des Panoramas, la Cité Bergère avaient donné lieu à quelques exploitations, dont le cercle d'action était des plus restreints : on se préparait à éclairer en 1889 le Palais-Royal, pour y attirer des promeneurs. La question en était là, lorsque le 27 juillet 1888, le Conseil municipal de Paris se décida à créer une usine d'électricité aux Halles Centrales ; une somme d'un million fut consacrée à cette entreprise et un concours fut ouvert immédiatement pour la fourniture du matériel. Les soumissionnaires devaient déposer leurs offres avant le 10 octobre, et on leur demandait l'engagement de livrer leurs machines dans un délai de trois mois : on a critiqué avec raison les conditions exceptionnelles d'un tel concours, dans lequel on favorise ouvertement des constructeurs qui peuvent avoir exécuté la commande à l'avance. On s'est excusé en invoquant l'imminence de l'Exposition ; que n'y songeait-on donc plus tôt ? Malgré tous les efforts, la distribution de l'énergie électrique ne pourra acquérir un développement suffisant pour que les visiteurs de l'Exposition ne soient frappés du peu d'initiative de l'édilité et de l'industrie parisienne dans ce domaine de l'éclairage : on pouvait attendre mieux de ceux qui ont subventionné la tour Eiffel dans le but d'en faire un phare colossal.

Sortons de France.

L'étranger nous a grandement devancés dans l'établissement des

stations centrales : c'est de l'Est que nous est venue l'impulsion, et le premier réseau de distribution urbaine a été inauguré, en 1884, dans la petite cité hongroise de Temeswar, où près de 4,000 lampes sont réparties dans un rayon fort étendu de 4,600 mètres : la puissance motrice utilisée est de 300 chevaux environ. Berlin a plusieurs stations, entr'autres celles de la Friedrichstrasse, de la Kaisergallerie, de la rue de Leipzig et de la célèbre avenue Unter den Linden ; ce beau et large boulevard est éclairé par 104 foyers à arc ; Cologne, Leipzig, Chemnitz, Elberfeld, Barmen, Brême, Ems, Munich, ont des distributions qui comptent un bon nombre d'abonnés. On estimait, en 1887, à 165,000 lampes à incandescence et à un millier d'arcs les appareils d'éclairage en fonction dans l'empire d'Allemagne (1).

Milan possède un service d'éclairage particulièrement remarquable, inauguré le 15 juin 1883 : l'usine de Santa Radagonda a été montée par la Compagnie Edison et elle fonctionne admirablement, desservant plus de 14,000 lampes ; la Scala, les hôtels et les cafés en emploient plus du tiers. Notons un point important, c'est que l'entreprise prospère, qu'elle gagne de l'argent et qu'elle distribue des dividendes à ses actionnaires.

Terni a une station qui dispose d'une puissance hydraulique de 500 chevaux ; Tivoli utilise aussi ses cascades et ses cascates et Rome sera éclairée aux premiers jours.

Vienne est dotée d'une grande station centrale et de plusieurs usines de quartier (Stephansplatz, Mariahilfer-Strasse, etc.) ; Fiume, Trieste, Gastein, etc., sont de même éclairées électriquement.

En Belgique, nous voyons nombre de théâtres et de grandes administrations pourvues d'appareils électriques, mais nous ne connaissons point de station proprement dite.

---

(1) Un grand nombre de théâtres sont éclairés par incandescence en Allemagne, et il est rare qu'on ne distribue pas l'énergie aux maisons voisines : c'est ainsi que se crée une station.

La ville de Lucerne est desservie par la belle usine de Thorenberg, située à 5 kilomètres environ sur l'Emmen, dont les eaux actionnent une turbine de 185 chevaux ; une machine à vapeur de 300 chevaux complète l'installation et permet d'allumer 3,500 lampes à Lucerne, Kreintz et Horgen. La distribution est faite par des transformateurs Zipernowski, répartis dans le réseau au nombre de 20 et abaissant les volts de 1,200 à 100. La station de Thorenberg fait le plus grand honneur à la maison Brown d'Oerlikon, qui l'a montée entièrement. Le même constructeur a créé la station de Kriegstetten qui éclaire Soleure à 8 kilomètres de distance avec une perte totale d'au plus 30 pour cent, la ligne n'entraînant que 7 pour cent de déchet. Ces chiffres sont pleins d'enseignements.

A Londres, on s'était empressé de rompre avec l'éclairage au gaz, et de nombreuses usines furent créées dès 1883, mais il me serait difficile de dire combien de ces stations sont encore en fonctionnement, car bien des entreprises ont sombré (1). Voici qu'on revient néanmoins à l'électricité ; M. de Ferranti, après avoir fondé l'usine de Grosvenor Gallery, pour 30,000 lampes, a entrepris à Deptford l'installation d'une station desservant 200,000 lampes : il faudra une puissance de près de 20,000 chevaux, qui sera produite par 15 machines à vapeur. L'électricité sera engendrée par les excellentes machines Ferranti, que j'ai déjà signalées ci-dessus en décrivant l'usine de Nancy : la tension du courant sera de 10,000 volts ; des transformateurs Ferranti opéreront l'abaissement du potentiel nécessité par les exigences du service. Ce système a déjà donné d'excellents résultats à Glasgow et à Rochester ; la Compagnie Edison a créé les usines de Holborn viaduct, Manchester, Birmingham, Dublin, Liverpool, etc. ; d'autres compagnies lui disputent les grandes villes qui demandent la lumière électrique ;

---

(1) Dès 1882, la ville de Godalming avait remplacé les cornues par des dynamos, mais le gaz a de nouveau supplanté l'électricité ; même transformation à Chesterfield.

l'Angleterre, on le voit, n'a pas voulu rester en arrière dans la voie des usines centrales.

Mais c'est en Amérique que les électriciens ont été de l'avant avec le plus d'audace. Dès 1882, New-York avait une usine centrale; aujourd'hui cette ville en possède sept, disposant de 7,000 chevaux de puissance, éclairant les rues par 800 arcs voltaïques, les particuliers par 2,000 arcs et 24,000 lampes à incandescence: même succès de l'électricité à Philadelphie, Washington, Buffalo, Cleveland, Detroit, Chicago, Indianapolis, Boston, Saint-Louis, Denver, Colorado, Salt-Lake City, San-Francisco, etc.; le gaz a subi de nombreuses défaites. Il n'y a pas lieu de s'en étonner, parce que d'abord le gaz se paie fort cher en Amérique; de plus, les monopoles sont inconnus dans ces villes, nées d'hier, dont la population augmente de 100,000 âmes en quelques années, et les électriciens n'ont pas eu à plaider contre les gaziers; enfin, on jouit là-bas d'une liberté très grande, et les Compagnies n'ont pas rencontré les entraves administratives qui sont quelquefois si tyranniques dans notre vieux monde. Partout on a établi des canalisations aériennes à fil nu; les transformateurs Westinghouse s'appliquent aux murs, et le public, prévenu qu'il y aurait de sérieux inconvénients à porter la main sur ces conducteurs et ces appareils, se garde bien d'y toucher; en somme, il n'y a guère plus d'accidents que chez nous. L'électricité triomphe donc en Amérique; on estime qu'il y fonctionne 120,000 régulateurs à arc et 700,000 lampes à incandescence; cinq fabriques importantes construisent chacune 10,000 de ces lampes par jour et ne peuvent suffire à la demande.

La statistique que nous venons de présenter, serait incomplète, si nous n'y joignons le prix de vente de l'énergie et de la lumière électrique. Voici les prix des 10 et 16 bougies-heure dans un certain nombre de villes:

Bellegarde.....	10 bougies	heure	4 centimes
—	16	—	8 —
Tours .....	16	—	3 —

Perpignan.....	10	bougies heure	4	centimes
—	16	—	6	—
—	20	—	7	—
Nancy.....	10	—	4	—
—	16	—	6	—
Rome.....	16	—	8	—
Elberfeld.....	16	—	5	—
Brême.....	16	—	6	—
Milan.....	16	—	4	—

Le taux moyen des 10 bougies-heure ressort à 4 centimes et celui des 16 bougies-heure à 6 centimes environ ; le renouvellement des lampes étant à la charge des abonnés, ces prix montent de ce chef à 4,5 et 6,5 centimes.

Le prix est moindre dans les localités qui empruntent la force aux cours d'eau ; ainsi à Grenade-sur-Garonne on a tarifé les 10 bougies au prix dérisoire de 5 centimes *par jour* ; à Châteaulin, l'abonnement mensuel est de 3 fr. 50 par mois. Mais ces chiffres ne peuvent entrer dans la moyenne que nous voulons établir, par suite des conditions toutes spéciales des installations auxquelles ils se rapportent.

A Perpignan, l'administration du théâtre paie 33 francs par soirée pour 273 lampes ; ce n'est guère que 3 centimes par heure et par lampe.

A Paris, le cahier des charges de l'administration impose aux Compagnies un prix *maximum* de 6 centimes par Carcel-heure, c'est-à-dire par 7,6 bougies-heure ; les 10 bougies-heure coûteront par conséquent au plus 7,9 centimes (1). Le prix de la Compagnie française d'éclairage par l'électricité était jusqu'ici de 4 c., 85 par heure, plus une prime fixe de 4 francs par an et par lampe.

Pour les lampes à arc, on paie généralement par ampères-heure : la taxe moyenne est de 8 centimes l'ampère-heure, soit au potentiel de 100 volts, 8 centimes les 100 watts et 60 centimes les 736

---

(1) La ville s'est garanti à l'avance une réduction de 1/3, sans compter les larges redevances qu'elle se fait accorder par les Compagnies.

watts, c'est-à-dire le cheval-heure électrique. De ce prix du watt, on peut déduire approximativement le prix de l'unité de lumière : ainsi les 1,200 bougies produites par une lampe à arc Thomson-Houston, alimentée par un courant de 6 ampères, coûteraient environ 50 centimes par heure. Les petits foyers seraient plus coûteux : à Elberfeld, on vend les 180 bougies-heure 15 centimes. Sur les puissantes sources de lumière, il y aurait économie. En général, on fait payer à Londres, 1/3 de moins pour l'éclairage à arc que pour l'éclairage par incandescence, les charbons et les lampes étant à la charge du consommateur.

Ces chiffres, qui sont le résultat d'une moyenne, correspondent évidemment aux conditions moyennes des stations centrales.

Ce ne sont pas des prix de revient, mais ce sont des prix de vente, et nous devons admettre qu'ils laissent un certain bénéfice aux usines ; en effet, comment serait-il possible que toutes les entreprises aient fait des évaluations erronées ? Qui oserait affirmer que toutes ces Sociétés soient condamnées à se ruiner ? Nos moyennes pourront donc servir de base aux comparaisons que nous allons établir maintenant entre les diverses industries qui ont pour objet la vente de la lumière et de l'énergie électrique.

---

Nous sommes bien loin, en définitive, de ce qu'on avait rêvé en 1881 : l'enquête à laquelle nous venons de procéder en témoigne à l'évidence.

A en croire les enthousiastes, j'allais dire les fous de la première heure, les jours des Compagnies gazières étaient comptés ; on conseillait alors de vendre immédiatement les valeurs du gaz, au risque de précipiter les cours ; on détournait tout le monde d'employer plus longtemps ce produit nauséabond, poison par les éléments de sa composition, poison par les résultats de sa combustion et formidable explosif par son mélange avec l'air ; par contre, on appelait



de tous ses vœux la création d'usines centrales, auxquelles on promettait une riche et généreuse clientèle de lumière et d'énergie.

Or, qu'est-il advenu ?

Des Compagnies électriques se sont créées ; certes, l'argent ne leur a pas manqué, car on a souscrit pour plus d'un milliard de francs aux émissions qui se faisaient à jet continu. Mais les inventeurs dont on allait exploiter les appareils, les lanceurs qui avaient monté l'affaire et les banquiers dont on utilisait le concours, prélevaient la part du lion, et ils figuraient pour des apports énormes au passif des Sociétés nouvelles ; ces capitaux considérables se trouvaient hors de proportion avec les affaires à exploiter, et, naturellement, on n'eut que peu ou point de dividendes à distribuer aux actionnaires. Des Compagnies qui avaient débuté sous d'heureux auspices, furent bientôt agonisantes et il fallut s'imposer de pénibles et cruelles liquidations.

Pendant ce temps, les dividendes des Compagnies gazières augmentaient, parce que la consommation du gaz ne cessait de croître ; l'électricité devait les ruiner, et voilà qu'elle les enrichissait, au contraire. En effet, l'orgie de lumière faite partout avait habitué nos yeux aux éclairages *a giorno*, et l'application des appareils intensifs avait donné satisfaction à ce nouveau besoin de notre civilisation, avec une économie relative provenant d'un meilleur rendement, mais en entraînant une augmentation de dépense absolue ; de plus, les moteurs à gaz se multipliaient, et l'on en appliquait un grand nombre à l'éclairage électrique privé, avec un succès indéniable. Il arriva donc que le gaz, qu'on disait condamné, a enrichi tous ceux qui participaient à cette industrie, qui est restée et restera longtemps encore fort lucrative.

De fait, aujourd'hui les stations centrales luttent difficilement contre les usines à gaz. Voyons, en effet, à combien de centimes au mètre cube correspondent les prix que nous avons établis pour les appareils électriques. Ce parallèle sera des plus instructifs.

Prenons d'abord les lampes à incandescence.

Dix bougies équivalent à 1,35 Carcel : or, un bec Bengel (1) à cheminée, consomme 105 litres par Carcel ; il faut donc, pour 10 bougies, 142 litres par heure. Cette lumière coûte 4 c.,5 en électricité ; c'est, par suite, du gaz à 32 centimes. (2)

Seize bougies donnent 2,2 Carcels ; un bec London-Argand, à double couronne en stéatite, brûle 90 litres par Carcel ; cela fait 198 litres par 16 bougies-heure ; au prix de 6 c.,5, le gaz est donc à 33 centimes le mètre cube.

Les prix de vente des stations centrales équivalent, par conséquent, à du gaz à 33 centimes ; nous concluons que dans les villes où le gaz est moins cher, l'éclairage électrique par incandescence est un luxe.

Nos conclusions seront tout autres pour l'éclairage par arc.

Un petit arc voltaïque de 180 bougies ou de 24 Carcels, coûte 45 c. l'heure ; un bec Wenham donne la même lumière par la combustion d'un mètre cube de gaz, ce qui met le prix du mètre cube à 15 centimes.

Un arc de 1,200 bougies se paie 0 fr. 50 l'heure ; cet effet lumineux de 158 Carcels ne saurait être obtenu, par les meilleurs becs intensifs, qu'au prix d'une dépense de 6,320 litres : à égalité de rendement, ce gaz ne devrait donc coûter que 8 centimes le mètre cube.

Je n'ai pas tenu compte du prix des charbons, mais il n'est pas considérable, et nous serons dans le vrai en évaluant à 14 centimes au plus le prix moyen du gaz équivalent.

Au tarif des stations centrales européennes, l'arc voltaïque est donc économique partout, car partout le gaz est plus cher que

---

(1) Nous empruntons les chiffres de consommation ci-dessous à un excellent travail de M. Ad. Bouvier sur le « Rendement lumineux des becs de gaz intensifs » ; 15<sup>e</sup> Congrès de la Société Technique de l'industrie du gaz, 1888

(2) Il est à remarquer que nous ne comparons ici que des foyers de même puissance ; c'est la seule manière rationnelle de procéder, et il serait souverainement injuste de mettre en parallèle une lampe de 10 bougies et un bec Wenham ou Siemens de 150 à 200 bougies.

14 centimes le mètre cube : il faut reconnaître, malheureusement, que l'arc ne peut être appliqué que dans un nombre de cas fort restreint. Ces puissants foyers, aux radiations intenses, conviennent sans doute à l'éclairage des places, des boulevards, de quelques grandes halles, de quelques vastes ateliers ; mais on leur préférera souvent des foyers moins éclatants et plus rapprochés. De plus, la lumière de l'arc ne plaît pas à tous les yeux et le public s'en lasse bien vite : enfin, il est absolument impossible de marier ensemble, dans une même enceinte, les rayons bleus et violets de l'arc avec les tons chauds, jaunes, oranges et rouges des lampes à incandescence. Il en résulte que les stations auront à desservir peu de foyers à arc ; ce sont, par suite, les prix de l'incandescence qu'il faut surtout prendre en considération.

L'éclairage électrique, produit par des usines centrales, aux prix actuels, est donc encore un luxe, partout où le gaz coûte moins que 32 centimes le mètre cube.

Cette situation se maintiendra-t-elle ?

Nous n'oserions le garantir, et nous estimons que les gaziers auraient tort de dormir sur leurs lauriers ; qu'ils n'oublient pas la longue lutte que le gaz eut à soutenir au début de ce siècle contre le fumeux reverbère ; il suffirait de quelques solutions heureuses pour donner à l'électricité d'immenses avantages et pour changer les conditions de la concurrence.

Pour l'instant, nous croyons caractériser la situation présente en disant que si les usines d'électricité sont plus coûteuses à établir que les usines à gaz et si elles entraînent plus de frais d'entretien, d'intérêt et d'amortissement, par contre leur exploitation est grevée de moins de frais. Ce dernier point est facile à prouver : comparons pour cela le rendement en lumière d'un kilogramme de charbon. Ce kilogramme fournit le travail d'un cheval-heure et il peut alimenter, par suite, au moins 7 lampes de 16 bougies, en produisant plus de 45 Carcels ; la même quantité de houille, distillée dans une cornue, produira 280 litres de gaz, desquels on tirera au plus

3,2 Carcels Rien ne saurait prévaloir contre ces chiffres, *malgré l'utilisation des sous-produits des usines à gaz.* (1)

Malheureusement, une station centrale coûte extrêmement cher de premier établissement. Une des plus fortes dépenses est celle des canalisations, parce qu'on ne peut dépasser une certaine densité de courant par millimètre carré de section, 2 ampères au plus par millimètre, sinon le conducteur chaufferait et entraînerait une perte d'énergie. Les Américains n'hésitent pas à établir des fils aériens, mais nos édiles municipaux ne les toléreraient pas, et ils ont peut-être raison ; les lignes souterraines sont plus coûteuses et elles exigent une mise sous plomb quand elles suivent les galeries d'égoût. L'emploi des transformateurs permet, il est vrai, de réaliser à cet égard des économies, parce que, à égalité d'énergie transmise, l'intensité du courant se trouve réduite, grâce à sa tension élevée ; ainsi, on emploie aujourd'hui des courants alternatifs au potentiel de 1,000, 2,000 et même 10,000 volts, comme à Deptford : l'intensité ne dépasse pas 150 ampères. Les pertes se réduisent alors à peu de chose. A Nancy, un double câble de 28 millimètres, présentant une résistance de 6/10<sup>es</sup> d'ohm par kilomètre, relie l'usine au théâtre, à 950 mètres de distance ; or, M. Patin a fait constater officiellement que la perte ne dépasse pas 4,4 pour cent ; ce résultat admirable dépasse les prévisions des électriciens les plus optimistes.

Un autre élément intervient dans la réduction des frais de premier établissement, je veux dire la diminution du prix des appareils électriques. Un exemple permettra de juger de l'importance de ce facteur : une machine génératrice de 1,000 lampes, qui coûtait

---

(1) Ici encore nous ne mettons en parallèle que des foyers de puissance équivalente. Faisons observer de plus qu'en admettant même que les sous-produits paient le charbon distillé, il reste des frais considérables de manutention qui grèvent d'autant le prix brut du gaz et compensent dans une certaine mesure les bénéfices résultant de la vente du coke et du goudron : tout cela ne peut guère se traduire par des chiffres, mais il paraît évident que le rendement quintuple relatif à l'électricité ne peut être regagné par le bénéfice plus ou moins aléatoire de la vente des sous-produits.

100,000 francs en 1881, est vendue aujourd'hui 13,000 francs ; leur stabilité et leur durée a augmenté, d'autre part, hâtons-nous de le dire, en même temps que leur rendement s'améliorait.

Les frais d'exploitation diminuent aussi. Au début, il fallait 5 watts par bougie ; aujourd'hui on construit des lampes qui demandent 2, 5 à 3 watts par bougie, de telle sorte qu'on a pu doubler le nombre de lampes allumées par puissance de cheval.

En somme, les conditions de cette industrie ont bien changé depuis que le D<sup>r</sup> Schilling écrivait, en 1885, le fameux rapport dont les concurrents de l'électricité ont tant prôné les désolantes conclusions.

Mais il reste un élément d'infériorité indéniable des stations centrales sur les usines à gaz. Ces dernières ont des gazomètres, c'est-à-dire d'immenses réservoirs dans lesquels elles accumulent la matière éclairante, de telle sorte que non seulement le service des becs soit toujours assuré, mais que l'usine de production puisse fabriquer durant tout le jour le gaz qui sera consommé le soir ; il en résulte une fabrication constante et réglée, sur les avantages de laquelle je n'ai pas à insister. L'électricité, au contraire, n'a pas encore de réservoirs ; l'énergie est produite au fur et à mesure de la consommation : les usines d'électricité ont, dès lors, besoin d'un fort matériel de réserve pour parer aux accidents, et la fabrication devient intermittente, variable et irrégulière ; cette fabrication est par là même beaucoup moins économique. Vous me direz que l'usine électrique dispose d'accumulateurs ; elle en disposera bientôt, sans aucun doute, mais ces appareils sont encore bien imparfaits, leur rendement est médiocre et leur durée si peu garantie, qu'il faudrait amortir ces coûteux réservoirs en quatre ou cinq ans. Aussi, bien peu de stations les emploient-elles jusqu'à ce jour, et pourtant, sans accumulateurs, les usines ne sauraient prospérer, tant qu'elles ne produisent que de la lumière. Les conditions changeraient, si elles avaient des débouchés pendant le jour : l'application de la distribution aux forces motrices constituerait un débouché important, mais

on n'y arrivera que peu à peu. Il faudrait utiliser l'énergie électrique à la commande des ascenseurs, des monte-charges, des machines-outils, des machines à coudre, etc., et à la traction des voitures de tramways. Cela se fera sans doute, mais une semblable organisation ne se crée pas en un jour.

Résumons brièvement ce long exposé.

L'électricité a des admirateurs enthousiastes et des détracteurs acharnés ; les uns et les autres sont également passionnés. Assurément, on s'est livré en 1881 à de folles espérances et l'on a affiché des prétentions exagérées ; mais il n'est pas juste, ni vrai de dire que la situation soit désespérée et qu'il ne puisse jamais s'établir de grandes stations centrales. Il s'en créera, elles réussiront, et elles feront des affaires fructueuses ; bien plus, elles vivront en paix à côté des usines à gaz, qu'elles ne sauraient supplanter entièrement. Voilà la vérité.

Pour le moment, qu'y a-t-il à faire ?

Il faut attendre, travailler beaucoup et surtout persévérer.

Il y a eu dans les premières entreprises trop de spéculateurs et pas assez de travailleurs, trop de banquiers et pas assez de gens du métier. Pour devenir un électricien entendu, il faut de longues et patientes études ; or, qu'avons-nous vu ? Sans préparation, sans diplômes, partant sans théorie et sans pratique, on se déclarait électricien un beau matin parce que l'on jargonnait volts et ampères ! Est-il étonnant que l'on ait revu les drames de la rue Quincampoix ?

Qu'on laisse l'électricité aux électriciens et elle se fera d'elle-même.

---

# LES PRODUITS

DE

## L'ÉPURATION CHIMIQUE DU GAZ D'ÉCLAIRAGE

### DOSAGE DU CYANOGENÈ ACTIF

Par M. CH. ERN. SCHMITT,

Professeur à la faculté libre des sciences.

---

Le mélange de Laming (sulfate de fer et chaux), et l'hydrate ferrique sont les produits destinés à épurer chimiquement le gaz d'éclairage, lorsque ce gaz a été débarrassé de ses goudrons dans le barillet et de ses principes les plus solubles pour le lavage à l'eau.

Le mélange de l'épurateur, après avoir joué son rôle, est enlevé et il se présente sous la forme d'un mélange de poudre et de grains d'un vert plus ou moins foncé. Il fournit à l'industrie, par simple épuisement à l'eau, des sels ammoniacaux parmi lesquels domine le sulfate, puis par traitement chimique des ferrocyanures de potassium ou de sodium, et même du bleu de Prusse.

La question qui nous a été posée par une usine à gaz est la suivante : déterminer dans ce résidu d'épuration la quantité de cyanogène actif, c'est-à-dire la quantité de cyanogène capable de fournir les ferro ou ferricyanures commerciaux.

Pour y répondre nous avons dû nous rappeler d'abord la nature du mélange gazeux qui arrive dans l'épurateur, nous rendre compte

des phénomènes chimiques qui peuvent se passer dans l'épurateur, et chercher enfin un procédé qui pût nous permettre d'y doser le cyanogène actif.

Quand on traite par la chaleur, en vases clos des combinaisons organiques complexes comme la houille, on obtient des produits pyrogénés volatils qui ont échappé à la destruction totale et qui sont condensés sous la forme de goudrons, puis des produits de destruction complète qui sont gazeux et qui passent dans la série des appareils épurateurs de l'usine.

La houille renferme du ligneux, c'est-à-dire des matières hydrocarbonées et les matières albuminoïdes qui se trouvent dans tous les végétaux; elle est fréquemment accompagnée de pyrite de fer qui est souvent arsenicale, elle renferme en outre des matières minérales, les cendres qui restent dans la cornue et dont nous n'avons pas à nous préoccuper dans le cas actuel.

Les corps saturés très volatils se dégagent en premier lieu, c'est-à-dire :  $H^2O$  —  $CO^2$  —  $AzH^3$ .

puis viennent :  $H^2S$  —  $CS^2$  —  $PhH^3$  —  $As.H^3$ .

et enfin :  $H$  —  $CH^4$  —  $C^2H^6$ , les hydrocarbures à pouvoir éclairant avec  $CAz$  —  $(CAz)^2S$ .

$CAz$  s'unit à  $H$  et à  $AzH^3$ ,  $CS^2$  et  $(CAz)^2S$  s'unissent à  $H^2S$ , et nous avons ainsi des sulfocarbonates et des sulfocyanures, produits plus complexes entraînés avec les combinaisons binaires et qui les accompagnent dans le travail de l'épuration.

Une partie de ces corps, les plus combustibles surtout, subissent l'action de l'air et de l'oxyde ferrique hydraté : nous trouvons ainsi leur soufre transformé en polysulfures, en hyposulfites et en sulfates, produits d'oxydation des sulfures. Les hydrogènes phosphoré et arsénié sont transformés en phosphates et en arsénates.

Le carbone uni à l'azote donnera, avec l'hydrogène et le soufre, des cyanures, ferro, ferricyanures, des sulfocyanures.

Ce sont tous ces produits que nous allons retrouver dans le résidu de l'épurateur.



Voyons d'abord les sels ammoniacaux obtenus par le lavage : nous y trouvons l'ammoniaque surtout à l'état de sulfate, avec de q'hyposulfite et des traces de phosphate et d'arséniate.

La solution aqueuse a une réaction nettement acide, elle renferme un peu de sulfate de chaux, du fer en partie sans doute à l'état d'hyposulfite double de fer et d'ammonium, en partie combiné à un acide organique voisin de l'acide crénique et de l'acide apocrénique. Nous n'avons pas trouvé de traces de cyanures ou de sulfocyanures dans cette partie soluble du résidu. Malgré le lavage opéré avant de soumettre le résidu à l'analyse, nous y trouvons encore, par kilogramme de résidu, 4 gr. 182 d'ammoniaque, et dans un second échantillon ce chiffre s'est élevé à 5 gr. 712.

Le produit lavé a une composition très complexe : nous y trouvons combinés au fer, à l'aluminium, et à un peu de calcium et de sodium qui accompagnent l'hydrate ferrique, les acides sulfhydrique, sulfocarbonique, cyanhydrique, sulfocyanhydrique, et les acides ferro et ferricyanhydriques formés au contact de l'oxyde de fer de l'épurateur. C'est dans ce mélange si complexe que nous avons à doser le cyanogène capable de donner à l'industrie les ferrocyanures et leurs dérivés.

Nous avons d'abord essayé le traitement du résidu par les alcalis, a soude et la chaux, mais sans résultats satisfaisants, comme nous allons le constater.

100 grs. de résidu ont été bouillis pendant deux heures avec 100<sup>cs</sup> de lessive des savonniers et 300<sup>cs</sup> d'eau, puis ils ont été lessivés à l'eau bouillante de manière à obtenir un litre de liquide filtré. Ce liquide est d'un brun sépia et il a une forte odeur sulfhydrique. Nous en prélevons 100 c. cubes qui sont précipités par un mélange de sulfate ferreux et de chlorure ferrique. Après digestion à chaud pendant 12 heures, il s'est formé un précipité abondant qui, recueilli après lavage, est décomposé par HCl étendu pour décomposer les sulfures et les hydrates de fer et laisser le Bleu de Prusse insoluble. Le bleu est lavé à l'eau chaude acidulée par HCl, recueilli sur un filtré taré,

desséché à  $120^{\circ}$ , puis pesé. Nous en obtenons 1 gr. 55 (pour  $100^{\text{cs}}$  ou 10 grs de résidu) ce qui en Bleu de Prusse à 9  $\text{H}^2\text{O}$  donnerait donc :

155 grs. par Kg.

Ce bleu est très impur, il renferme beaucoup de soufre provenant de la décomposition des polysulfures, hyposulfites et sulfocarbonates.

La même opération essayée avec un lait de chaux donne comme résultat :

123 grs. de Bleu par Kilog.

Ce bleu est également très chargé de soufre comme le précédent et les résultats ne sont pas concordants : 155 et 123 sont des chiffres trop peu voisins pour pouvoir être acceptés par un chimiste.

Nous avons donc dû renoncer au procédé ordinaire de transformation des sels insolubles en sels solubles, et nous avons cherché à remplacer les alcalis et les terres alcalines par un oxyde qui donnerait, dans le cas présent, des produits sulfurés insolubles, tout en laissant les cyanures solubles. La préparation du cyanure de mercure nous a donné l'idée de traiter nos résidus par l'oxyde mercurique, et nous avons choisi comme plus actif l'oxyde jaune obtenu par précipitation.

Nous en avons pris 20 grs et nous les avons fait bouillir pendant 3 heures avec  $300^{\text{cs}}$  d'eau et 400 grs. de résidus en maintenant toujours le liquide au même niveau. Après épuisement par l'eau bouillante, lavage et filtration, le liquide mercuriel est amené au volume d'un litre. Dans ce liquide, absolument incolore et limpide, nous avons essayé de déterminer le cyanogène par les deux procédés suivants :

1<sup>o</sup>) Nous en avons distillé  $100^{\text{cs}}$  additionnés de  $\text{NH}^4\text{Cl}$  et de 20 cubes  $\text{HCl}$  concentré dans l'appareil Boussingault, à dosage d' $\text{Az H}^3$  en recueillant le liquide distillé dans  $20^{\text{cs}}$  d' $\text{Az H}^3$  pure au dixième.

L'acide cyanhydrique distillé amené ainsi à l'état de cyanure

d'ammonium a été titré par la méthode volumétrique de Buigte avec la liqueur titrée de sulfate de cuivre.

Deux essais nous ont donné, calculs opérés, les rendements suivants :

28 gr. 89 de cyanogène par Kilog. de résidu d'épuration.  
et 29 gr. 37 » » »

ce qui correspond à

63 gr. 086 de Bleu de Prusse d'une part  
et 63 gr. 971 d'autre part.

2<sup>o</sup>) Pour comparer ces rendements aux résultats obtenus précédemment nous avons suivi une méthode analogue, transformant notre cyanure de mercure en Bleu de Prusse.

Pour cela, dans un ballon de 100-110<sup>cs</sup>, nous avons pris 100<sup>cs</sup> de notre liqueur mercurielle et 10<sup>cs</sup> de sulfure d'ammonium fraîchement préparé pour transformer les sels mercuriels en sels d'ammonium : le liquide filtré est traité par le mélange ferroso-ferrique, puis par l'acide chlorhydrique ; le Bleu de Prusse est ensuite recueilli et traité comme précédemment.

Nous avons obtenu, pour trois essais successifs, les chiffres :

54 grs. 45 )  
55 grs. 00 } de Bleu de Prusse par Kg. de résidu.  
55 grs. 00 )

Ces bleus sont très beaux et les résultats bien concordants.

Si ces poids sont inférieurs à ceux que nous avons obtenus par la méthode volumétrique (63 grs en moyenne), nous attribuons cette différence à la décomposition, par HCl, des sels cyaniques autres que le cyanure, le sulfocyanure par exemple, sel qui ne doit pas entrer en ligne de compte dans la réponse qui nous est demandé par l'Usine à gaz, puisqu'il n'est pas possible de le transformer en ferrocyanure alcalin.

La méthode volumétrique étant en outre moins précise que la méthode pondérale, il nous semble qu'il faut préférer la transfor-

mation du cyanogène actif en bleu de Prusse, et opérer par notre dernier procédé analytique.

Nous avons eu l'occasion d'appliquer notre procédé une seconde fois et nous avons obtenu pour un autre échantillon en suivant la même marche analytique :

- (a) 276 grs. de bleu de Prusse en opérant par la Soude.  
(b) 47 grs. 742 }  
53 grs. 413 } par distillation et titrage par le procédé Buignet.  
54 grs. 041 }  
57 grs. 750 par la méthode que nous recommandons.

Cette quantité 276 grs. de Bleu, obtenue en décomposant le résidu par la soude est énorme. Nous avons traité ce Bleu par l'eau régale qui a brûlé le soufre en respectant le Bleu. Après destruction du soufre le poids s'est trouvé réduit à 51 grs, chiffre qui est très voisin de ceux que nous avons obtenus par les autres procédés.

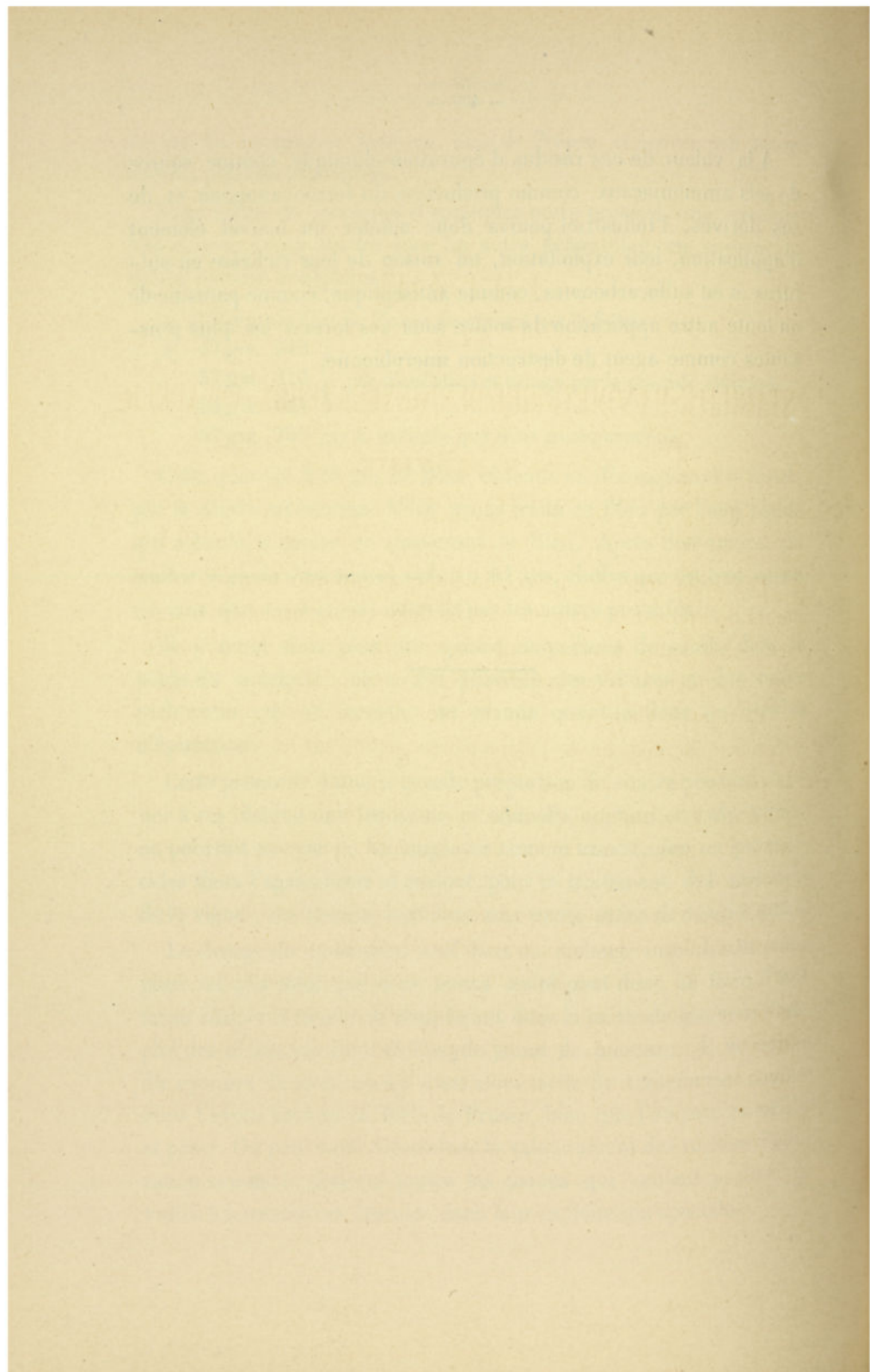
Il y avait donc plus des quatre cinquièmes de soufre dans le poids du précipité : ce soufre provient des sulfures et des sulfo-carbonates qui se trouvent en grande quantité dans les résidus d'épuration.

Cette présence d'une si grande proportion de soufre pourrait donner à ces résidus une troisième et nouvelle application industrielle, on pourrait essayer de les employer comme insecticides ou parasitocides dans l'agriculture et surtout pour le traitement des maladies de la vigne ; ces résidus sont donc une *vraie mine de soufre actif*.

Le dosage du cyanogène actif dans un mélange insoluble et complexe tel que celui que nous avons traité peut donc se faire d'une façon simple et exacte en remplaçant dans la méthode générale l'emploi des alcalis par celui de l'oxyde jaune de mercure. Il se forme du cyanure de mercure qu'il est alors facile de transformer comme nous l'avons montré en Bleu de Prusse, bleu que l'on peut recueillir et peser. On peut ainsi déterminer la valeur argent des résidus d'épuration comme le désirent toutes les usines qui veulent profiter de toutes les ressources fournies dans leur exploitation spéciale.

A la valeur de ces résidus d'épuration chimique comme source de sels ammoniacaux, comme production du ferrocyanogène et de ses dérivés, l'industriel pourra donc ajouter un nouvel élément d'application, leur exploitation, en raison de leur richesse en sulfures et en sulfocarbonates, comme antiseptique, comme parasiticide ou toute autre application du soufre sous ses formes les plus puissantes comme agent de destruction microbienne.

---



# ETUDE

SUR LA

## STABILITÉ MANOMÉTRIQUE DES GÉNÉRATEURS A VAPEUR

Par M. DE SWARTE

Ingénieur à Lille.

---

Les générateurs à vapeur alimentant la presque totalité des moteurs de l'industrie actuelle, les méthodes qui permettent de perfectionner leurs éléments, ont toujours une grande importance par les conséquences économiques qu'elles entraînent.

Parmi ces éléments, l'un des plus délicats, celui qui assure la régularité de marche de l'usine par son action sur les moteurs et sur la plupart des chauffages et qui, conséquemment, est un facteur puissant de la quantité et de la qualité des produits, est la stabilité manométrique. C'est l'étude de cet élément que nous nous sommes proposée.

Nous partageons ce travail en deux parties : dans la première, nous examinons les influences respectives de volumes égaux d'eau et de vapeur saturée à la même température sur la stabilité ; dans la seconde, nous recherchons les influences du foyer, des volumes d'eau et de vapeur, de l'eau d'alimentation et de l'eau entraînée avec la vapeur, sur cette même stabilité.

---

PREMIÈRE PARTIE.

**Influences respectives des volumes égaux d'eau  
et de vapeur saturée, à la même température, sur la  
stabilité manométrique.**

---

Nous considérerons deux volumes égaux d'eau et de vapeur saturée, à la même température, et nous rechercherons les poids de vapeur saturée qu'on peut obtenir de chacun d'eux, en abaissant leur température d'une même quantité : *le rapport de ces deux poids* sera regardé comme *la mesure des influences respectives* des volumes égaux d'eau et de vapeur sur la stabilité manométrique.

Appelons  $P$  et  $T$  les pression absolue et température centigrade *initiales* de ces volumes,  $P_1$  et  $T_1$  les pression et température *finales* de ces mêmes volumes,  $V$  le volume commun en mètres cubes,  $p$  et  $p_v$  les poids en kilog. du mètre cube d'eau et du mètre cube de vapeur à la température  $T$ ,  $c_m$  la capacité calorifique de l'eau correspondant

à  $\frac{T+T_1}{2}$

Prenons d'abord le volume de vapeur, et faisons tomber sa température de  $T$  à  $T_1$  ou sa pression de  $P$  à  $P_1$  en retirant un certain poids.

Pour faire tomber la pression de  $P$  à  $P_1$  il faut, par la loi de Mariotte, retirer un volume de vapeur exprimé par  $V \cdot \frac{P-P_1}{P}$  à la pression  $P$  dont le *poids* sera exprimé par  $p_v \cdot V \cdot \frac{P-P_1}{P}$  (1).



Prenons maintenant le volume d'eau et agissons de même : appelons  $x$  le poids de vapeur à la pression  $P$  que ce volume pourra fournir en baissant de  $T$  à  $T_1$  ; au commencement de l'opération, le poids d'eau est  $p_e \times V$ , à la fin il est  $(p_e \cdot V - x)$ , donc il est *en moyenne* pendant la durée entière  $\left(p_e \cdot V - \frac{x}{2}\right)$  Pendant toute l'opération, ce volume d'eau aura donc abandonné un nombre de calories exprimé par  $\left(p_e \cdot V - \frac{x}{2}\right) c_m (T - T_1)$ .

D'autre part, 4 kilog. de vapeur à la pression  $P$  exigé (606,5 + 0,305. T) calories, donc on aura

$$x = \frac{\left(p_e \cdot V - \frac{x}{2}\right) c_m (T - T_1)}{606,5 + 0,305 T}$$

d'où

$$x = \frac{p_e \cdot V \cdot c_m (T - T_1)}{606,5 + 0,305 T + \frac{c_m (T - T_1)}{2}} \quad (2)$$

Prenons le rapport maintenant de (2) à (1), nous avons

$$\frac{p_e \cdot V \cdot c_m (T - T_1)}{606,5 + 0,305 T + \frac{c_m (T - T_1)}{2}} \times \frac{P}{p_v \cdot V (P - P_1)}$$

qui est le rapport cherché : il peut s'écrire

$$\frac{p_e \cdot V \cdot c_m \cdot P}{p_v \cdot V \left[606,5 + 0,305 T + \frac{c_m (T - T_1)}{2}\right]} \times \frac{T - T_1}{P - P_1}$$

Simplifiant, et remarquant que, si l'on rapproche indéfiniment  $T$  de  $T$  et par suite  $P_1$  de  $P$ , la fraction  $\frac{T - T_1}{P - P_1}$  devient  $\frac{dT}{dP}$ ,  $c_m$  de-

vient  $c$  correspondant à  $T$ , le terme  $(T - T_1)$  s'annule, nous avons alors

$$\frac{p_v c P}{p_v (606,5 + 0,305 T)} \times \frac{dT}{dP}$$

or,  $\frac{p_v}{p_0}$  est la densité de la vapeur par rapport à l'eau à la même température, appelons-la  $d_v$ ; la parenthèse est la chaleur totale de vaporisation, appelons la  $c_t$ ;  $c = \frac{dQ}{dT}$ ; de sorte que finalement

$$\text{l'expression devient: } \frac{P \cdot \frac{dQ}{dP}}{d_v \cdot c_t}$$

Par les tables, connaissant  $P$ , nous aurons dans chaque cas  $d_v$ ,  $c_t$  et  $\frac{dQ}{dP}$  (car celle-ci s'obtient par  $\frac{dQ}{dT} \times \frac{dT}{dP}$  et les tables donnent chacun de ces deux facteurs), par conséquent nous pourrons trouver *numériquement* ce rapport.

---

## DEUXIÈME PARTIE.

**Influences du foyer, des volumes d'eau et de vapeur à la même température, de l'eau d'alimentation et de l'eau entraînée avec la vapeur, sur la stabilité manométrique.**

---

Aujourd'hui, lorsqu'on combine un générateur, on part de la production de vapeur à obtenir par heure à une pression déterminée, ce qui fait trouver la surface de chauffe, et l'on ne s'inquiète pas des éléments qui influent sur la stabilité manométrique. Ceux-ci ne sont qu'une conséquence de la donnée principale, et ordinairement dans la pratique voici ce qui se passe :

Ou bien la stabilité de pression est insuffisante, et alors elle porte le trouble dans la marche de l'usine, ou bien elle est beaucoup plus que suffisante, et alors elle entraîne une perte sensible de calorique parce qu'ayant augmenté, par exemple, le volume d'eau bien au-delà de ce qui était suffisant, on a été conduit à développer considérablement les maçonneries des carneaux perméables à l'air extérieur.

Dans cette étude, nous soumettons au calcul les divers éléments influant sur la stabilité manométrique, en écrivant les relations qui existent entr'eux, afin de pouvoir, en chaque cas particulier, composer un générateur ayant toutes les conditions demandées de régularité de pression, avec le minimum du prix de revient, ce qui amène le minimum du prix de vente.

Deux cas se présentent dans la pratique.

*Celui* où la consommation de vapeur est parfaitement régulière, comme pour un éclairage électrique par exemple, et *celui* où cette consommation est variable, comme dans la plupart des industries et, notamment les distilleries, sucreries et teintureries.

Dans le premier cas, pourvu que la surface de chauffe soit assez grande et dans un rapport convenable avec le foyer pour obtenir la production de vapeur, la chaudière étant supposée bien conduite de tous points, le volume d'eau par exemple (à ne considérer que cet élément) qui en résultera, si petit qu'il soit, sera toujours suffisant pour avoir la stabilité de pression.

Dans le second cas, au contraire, le volume d'eau, par exemple, devra être calculé pour répondre aux conditions posées, car le problème se présente ainsi :

On veut, supposons-nous, obtenir normalement 4000 kilog. de vapeur à l'heure à la pression de 5 kilog. *et*, dans les moments où la consommation prend son écart *maximum*, un tiers en plus par exemple, on tient à ce que la pression ne *tombe pas au-dessous* de 3 kilogr. — Eh bien, pour y arriver, il faut absolument calculer.

Du premier cas, nous n'avons pas besoin de nous occuper, voyons donc le second.

Dans ce second cas on peut établir deux divisions.

*Celle* où la vapeur s'emploie directement, sans réduction de pression, et alors la pression de la vapeur utilisée *varie* dans des limites déterminées ; et *celle* où elle s'emploie par l'intermédiaire d'un réducteur de pression et alors sa pression d'utilisation est *constante*.

Voyons d'abord la première division :

#### **Emploi de la vapeur sans Réducteur de pression.**

Dans tout ce qui va suivre, nous considérerons *la quantité de calories absorbée par le supplément momentané de vapeur, et celle fournie par tous les éléments de la chaudière pour y suffire*, éléments qui sont le foyer, les volumes d'eau et de vapeur, l'eau d'alimentation supplémentaire, enfin l'eau entraînée avec l'excès de consommation de vapeur.

Nous admettons qu'en marche normale la consommation de vapeur soit régulière, que la pression, le niveau d'eau et l'allure du foyer soient constants. — A un certain moment, la consommation de vapeur augmente. il s'agit de produire régulièrement en un temps  $t$  en heures un poids supplémentaire de vapeur égal à  $P_v$  en kilog. : Ecrivons la somme de calories nécessaires pour former cette vapeur.

Au début, la température était  $T$ , à la fin du temps elle était tombée à  $T_1$ , appelons  $T_m$  la moyenne  $\frac{T + T_1}{2}$ , et  $q_m$  la quantité totale de chaleur contenue dans 1 kilog. de vapeur à cette température  $T_m$  :  $\theta$  la température de l'eau d'alimentation ; par suite la somme de calories absorbées par le supplément de vapeur sera  $P_v (q_m - \theta)$  en un temps  $t$ , et, par unité de temps,  $\frac{P_v (q_m - \theta)}{t}$

Foyer.

Envisageons l'influence du *Foyer* : il devra prendre une allure plus vive, désignons par  $e$  l'excès de vapeur à produire par mètre carré de surface de chauffe à l'heure exprimé en kilog., par  $s$  la surface de chauffe en mètres carrés.

La somme de calories supplémentaires à fournir par le foyer en l'unité de temps est donc

$$e s (606,5 + 0,305 T_m - \theta)$$

donc une première équation :

$$\frac{P_v (q_m - \theta)}{t} = e s (606,5 + 0,305 T_m - \theta)$$

Volume d'eau  
de la  
chaudière.

Considérons maintenant le *volume d'eau de la chaudière* à la même température que la vapeur ; appelons  $P_e$  le poids en kilog. de ce volume d'eau, il a passé pendant le temps  $t$  de la température  $T$  à la température  $T_1$  et si nous appelons  $c_m$  la capacité calorifique moyenne de l'eau, nous voyons que le volume d'eau de la chaudière

a abandonné une somme de calories représentée par  $P_e \cdot c_m (T - T_1)$   
d'où la deuxième équation :

$$\frac{P_v (q_m - \theta)}{t} = e s (606,5 + 0,305 T_m - \theta) + P_e c_m (T - T_1)$$

Volume  
de vapeur.

Considérons ensuite le *volume de vapeur contenu dans la chaudière*. Ce volume, que nous appelons  $V$  en décimètres cubes, a passé également de la température  $T$  à la température  $T_1$  et par suite de la pression  $p$  à la pression  $p_1$  et ainsi il a abandonné des calories. Combien ? Ce volume étant resté le même par hypothèse et ayant passé de  $p$  à  $p_1$ , par la loi de Mariotte, il a dû en partir un volume  $V \times \frac{p - p_1}{p}$  à la pression  $p$ , et si nous désignons par  $\omega$  le poids en kilog. du décimètre cube de cette vapeur, nous obtenons comme poids de vapeur partie  $V \cdot \frac{p - p_1}{p} \omega$  entraînant avec lui un nombre de calories marqué par

$$V \cdot \frac{p - p_1}{p} \omega (606,5 + 0,305 T)$$

De là une troisième équation :

$$\frac{P_v (q_m - \theta)}{t} = e s (606,5 + 0,305 T_m - \theta) + P_e c_m (T - T_1) + V \omega \frac{p - p_1}{p} (606,5 + 0,305 T)$$

Eau  
d'alimentation  
et eau  
entraînée.

Voyons maintenant l'influence du *volume d'eau d'alimentation supplémentaire*, et de l'*eau entraînée avec l'excès de consommation de vapeur*.

Puisque le niveau doit rester constant, il faut fournir à la chaudière un supplément d'alimentation égal à l'excès total de consommation de vapeur *augmenté* de l'eau entraînée avec cet excès de consommation.

L'excès total de consommation est  $P_v$ , appelons  $p_e$  le poids de l'eau entraînée avec l'excès de consommation. Ces deux poids d'eau

passent de la température  $\theta$  à la température  $T_m$  et si  $c$  est la capacité calorifique moyenne entre  $\theta$  et  $T_m$ , nous voyons que le poids d'eau d'alimentation à fournir sera  $(P_v + p_e)$  qui exigera un nombre de calories marqué par

$$(P_v + p_e) c (T_m - \theta)$$

Ce terme entrera dans le second nombre de l'équation avec le signe (—), car il représente une soustraction de calories à la chaudière.

D'autre part, le poids  $p_e$  d'eau entraînée soutire aussi à la chaudière un nombre de calories marqué par  $p_e.c (T_m - \theta)$  qui aura également le signe (—) dans le second nombre.

En faisant l'addition de ces deux termes, nous avons en un temps  $t$ :

$$-(P_v + p_e) c (T_m - \theta) - p_e c (T_m - \theta) = -c (T_m - \theta) (P_v + 2p_e)$$

et en l'unité de temps

$$- \frac{(P_v + 2p_e) c (T_m - \theta)}{t}$$

et alors l'équation complète dans la première division devient :

$$\frac{P_v (q_m - \theta)}{t} = e s (606,5 + 0,305 T_m - \theta) + P_e c_m (T - T_1) + V \omega \frac{p - p_1}{p} \\ (606,5 + 0,305 T) - \frac{c (T_m - \theta) (P_v + 2p_e)}{t}$$

#### Emploi de la vapeur avec Réducteur de pression.

Examinons maintenant ce qui arrive lorsqu'on utilise la vapeur à une pression fixe, c'est-à-dire *avec un réducteur de pression*, et suivons la même marche que précédemment :

Pour pouvoir comparer la nouvelle équation à la précédente, nous

supposerons que l'excès total de consommation de vapeur soit le même pendant le même temps, que la température d'utilisation de vapeur soit la même ou  $T_m$ , et que  $\theta$  reste le même. Appelons  $p_m$  la pression correspondant à la température  $T_m$  ou  $p_m = \frac{p + p_1}{2}$ ,  $T'$  la température normale et constante de la vapeur,  $T''$  la température minima de la vapeur dans cette nouvelle marche ;  $T'_m$  la moyenne  $\frac{T' + T''}{2}$  ( $T'$  et  $T''$  sont toujours  $> T_m$ ) ;  $c'_m$  la capacité calorifique de l'eau à la température  $T'_m$ .

**Foyer.** Voyons l'*Influence du Foyer* : appelons  $s'$  la nouvelle surface de chauffe de la chaudière,  $e'$  le nouvel excès de production de vapeur par mètre carré heure.

Par un raisonnement analogue à celui fait dans le premier cas, nous trouvons pour première équation :

$$\frac{P_v (q_m - \theta)}{t} = e' s' (606,5 + 0,305 T'_m - \theta)$$

**Volume d'eau.** Voyons l'*influence du volume d'eau de la chaudière*. Appelons  $P'_e$  le nouveau poids en kilog. de cette eau, il baissera de la température  $T'$  à  $T''$ , le nombre de calories qu'il abandonnera sera donc  $P'_e c'_m (T' - T'')$  et la deuxième équation sera :

$$\frac{P_v (q_m - \theta)}{t} = e' s' (606,5 + 0,305 T'_m - \theta) + P'_e c'_m (T' - T'')$$

**Volume de vapeur.**

Voyons l'*influence du volume de vapeur*, soient :

$p'$  la pression absolue correspondant à la tempér.  $T'$ ,  
 $p''$          $d^0$          $d^0$          $d^0$          $d^0$          $T''$ ,  
 $\omega'$  le poids en kilog. du décimètre cube de vapeur à  $p''$ ,  
 $V'$  le volume de vapeur en décimètres cubes.

Par un raisonnement analogue à celui fait précédemment, le



nombre de calories abandonnées par ce volume de vapeur, sera

$$V'_{\omega} \frac{p' - p''}{p'} (606,5 + 0,305 T')$$

et la troisième équation deviendra :

$$\frac{P_v (q_m - \theta)}{t} = e' s' (606,5 + 0,305 T'_m - \theta) + P_o' c'_m (T' - T'') \\ + V'_{\omega} \frac{p' - p''}{p'} (606,5 + 0,305 T')$$

Eau  
d'alimentation  
et Eau  
entraînée.

Voyons enfin les influences de l'eau d'alimentation supplémentaire et de l'eau entraînée avec le supplément de vapeur.

Appelons  $p'_e$  le poids total de l'eau entraînée (qui pourra différer de  $p$  du premier cas). Il faudra fournir à la chaudière, pour que le niveau reste constant, un poids d'eau supplémentaire égal à  $(P_v + p'_e)$ , ce poids passera de la température  $\theta$  à la température  $T'_m$ . Appelons  $c'$  la capacité calorifique moyenne de l'eau correspondante, il soustraira donc à la chaudière un nombre de calories marqué par  $(P_v + p') c' (T'_m - \theta)$  et il devra avoir le signe (—) dans le deuxième membre de l'équation.

D'autre part, le poids d'eau entraînée avec la vapeur soustraira aussi un certain nombre de calories, mais cette eau en passant de la température  $T'_m$  à  $T_m$ , ou d'une pression plus élevée à une pression moindre, se vaporisera en partie; la partie restée eau soustraira des calories, la partie transformée en vapeur fournira au contraire des calories. On trouve ces deux parties respectives par deux équations (l'une entre calories, l'autre entre poids :  $p'_e = \alpha + \beta$  et  $p'_e \cdot T'_m = \alpha T_m + \beta (606,5 + 0,305 \cdot T_m)$  dans lesquelles les seules inconnues sont  $\alpha$  et  $\beta$ , et en désignant par  $\alpha$  la fraction de  $p'_e$  restée en eau, et par  $\beta$  la fraction passée en vapeur à la température  $T_m$ . — L'eau  $\alpha$  possède la capacité calorifique  $c$  (indiquée dans le premier cas) elle entrainera donc en calories  $\alpha \cdot c (T_m - \theta)$ , et prendra le signe (—).

La vapeur  $\beta$  au contraire *apporte*, au supplément de vapeur, le nombre de calories marqué par  $\beta$  ( $606,5 + 0,305 T_m$ ) et prendra le signe +.

Ainsi, les termes correspondant à l'eau supplémentaire d'alimentation et à l'eau entraînée dans le supplément de vapeur seront en l'unité de temps :

$$\frac{(P_v + p'_e) c' (T_m' - \theta) + \alpha c (T_m - \theta) - \beta (606,5 + 0,305 T_m)}{t}$$

Et l'équation finale deviendra :

$$\begin{aligned} \frac{P_v (q_m - \theta)}{t} &= e' s' (606,5 + 0,305 T_m' - \theta) + P_n' c_m' (T' - T'') \\ + V' \omega' \frac{p' - p''}{p'} (606,5 + 0,305 T') &- \frac{(P_v + p'_e) c' (T_m' - \theta)}{t} \\ &- \frac{\alpha c (T_m - \theta)}{t} + \frac{\beta (606,5 + 0,305 T_m)}{t} \end{aligned}$$

On remarquera dans ces équations que la valeur  $e$  ou  $e'$  varie, tout égal d'ailleurs, *dans le même sens* que le poids de charbon brûlé par mètre carré de grille à l'heure.

Ces équations sont générales et permettent d'envisager tous les cas : En effet, chacune des quantités  $e$ ,  $(T - T_1)$ ,  $(p - p_1) P_v, p_e e$ ,  $(T' - T'')$ ,  $(p' - p'')$ ,  $p'_e$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  peut avoir le signe + ou - ou équaler zéro. Ces divers signes corrépondent aux cas où la pression est variable ou fixe au générateur, et où l'on a un supplément ou une diminution dans la consommation de vapeur, ou même une fixité dans la consommation : En ce dernier cas particulier, les équations disparaissent, ce qui vérifie l'hypothèse fondamentale.

Ces équations montrent qu'il y a 6 éléments qui influent pour fournir la variation totale de consommation de vapeur :

*Le temps, le foyer, le volume d'eau, le volume de vapeur, la température de l'eau d'alimentation, enfin l'eau entraînée avec la variation de consommation.*

Le temps, la température de l'eau d'alimentation et l'eau entraînée avec la vapeur sont *des données*.

Les éléments *variables* dont on dispose, sont : Le foyer, les volumes d'eau et de vapeur. — Les volumes d'eau et de vapeur agissent automatiquement, et il est à souhaiter que le foyer agisse de même, on y arrive plus ou moins en faisant varier le tirage par la pression elle-même.

Ainsi, par exemple, on peut ne rien demander au foyer en faisant  $e$  ou  $e' = 0$ , alors ce sont les volumes d'eau et de vapeur qui doivent fournir la variation de la consommation ; ou bien on peut tout demander au foyer, et alors les volumes d'eau et de vapeur ne fournissent rien, mais cela exige, par les équations,  $T - T_1 = 0$   $T' - T'' = 0$ , c'est-à-dire une pression *constante* à la chaudière ; ou bien on peut demander simultanément plus ou moins au foyer *et* aux volumes d'eau et de vapeur.

On voit encore l'influence de la température  $\theta$  de l'eau d'alimentation, c'est-à-dire l'influence des réchauffeurs, enfin l'influence de l'eau entraînée avec la vapeur ou des moyens employés pour la rendre minimum.

De cette façon, on devient maître absolu de cet élément délicat qui s'appelle la stabilité manométrique, et on peut arriver à comparer un générateur satisfaisant à la parfaite régularité des moteurs et chauffages avec le minimum de prix de revient, et tel était le but que nous étions proposé.

#### Application numérique

Soit un générateur produisant normalement à l'heure 2,000 kil. de vapeur à la pression de 6 atmosphères ou à  $159^{\circ},25$ . — A un moment donné, et pendant une demi-heure, on veut, par exemple, obtenir un tiers plus de vapeur, et aussi que la pression ne tombe pas au-dessous de 3 atmosphères ou de la température  $133^{\circ},91$ .

La chaudière devra donc produire en une 1/2 heure  $2000 \times 0^h,5 \times 1,333 = 1,333$  kilog. de vapeur, soit un supplément de 333 kilog. sur la production normale, on a donc  $P_v = 333$  kilog., soit  $\theta = 10^0$  la température de l'eau d'alimentation.

$P_v$  renferme un nombre de calories égal à  $P_v (606,5 + 0,305 \times 159^0,25)$  mais comme l'eau est à  $10^0$  en réalité, il n'exige que  $(606,5 + 0,305 \cdot 159,25 - 10) P_v = 645$  calories  $\times P_v$  ou  $645 \times 333$  kil. = 215000 calories, ou par heure 430,000 calories.

Supposons d'abord que nous demandions tout le supplément de consommation aux volumes d'eau et de vapeur de la chaudière, et examinons le *premier cas* (*Pression d'utilisation variable*).

Dans l'équation correspondante nous devons faire  $e = 0$ , il restera

$$\frac{P_v (q_m - \theta)}{t} = P_e c_m (T - T_1) + V \omega \frac{p - p_1}{2} (606,5 + 0,305 T) - \frac{c (T_m - \theta) (P_v + \frac{p_1}{2} P_e)}{t}$$

équation indépendante de la surface de chauffe, et qui conséquemment a lieu pour toute grandeur de la chaudière.

Admettons  $c_m = c = 1$ , nous avons  $T = 159^0,25$   $T_1 = 133^0,91$   
 $p = 6$  atm.  $p_1 = 3$  atm.  $\omega = 0^k,003$   $T_m = 146^0,58$

Pour trouver  $p_e$  nous admettrons 5 % d'eau entraînée, d'où  $p_e = 0,05 \times 333$  kil. = 16<sup>k</sup>,650. Il nous reste 2 inconnues  $P_e$  et  $V$  : or, dans une chaudière d'un type donné, il y a un rapport sensiblement constant entre le volume d'eau et le volume de vapeur. Appelons  $\frac{V}{P_e} = r$  d'où  $V = r \times P_e$  on remplacera dans l'équation  $V$  par cette valeur et il ne restera qu'une inconnue  $P_e$  qu'on trouvera.

Mettant les nombres à la place des lettres, on a

$$\frac{333 \times 645}{0,5} = P_e (159,25 - 133,91) + P_e r 0,003 \frac{6 - 3}{6} (606,5 + 0,305 \cdot 159,25) - \frac{(146,58 - 10) (333 + 2 \cdot 16,65)}{0,5}$$

Et si  $r = 0,30$ , on déduit  $P_e = 12,330$  kilog. ou un volume d'eau de  $12^m$  cubes 330 litres.

Voyons le *deuxième cas* (*Pression d'utilisation fixe*).

Dans l'équation correspondante, on fera  $e' = 0$ ,  $T_m$  et  $\theta$  conservent leurs valeurs, admettons  $p' = 10$  atm.,  $p'' = 7$  atm., d'où  $T' = 180^0,3$ ,  $T'' = 165^0,4$  et  $T'_m = 172^0,85$ , on a  $\omega' = 0^k,00485$ ; nous admettons  $c = c'_m = c' = 1$ , on a toujours  $P_v = 333$  kilog. Supposons 3 % d'eau entraînée avec la vapeur, cela donnera  $p'_e = 0,03 \times 333^k = 9^k,99$ , nous avons  $t = 0^h,5$   $r' = \frac{V'}{P'_e}$   $\alpha$  et  $\beta$  sont déterminées par les équations spéciales.

L'équation devient alors

$$\frac{333 \times 645}{0,5} = P'_e (180,3 - 165,4) + P'_e r' 0,00485 \frac{10 - 7}{10} (606,5 + 0,305 \cdot 180,3) \\ (172,85 - 10)(333 + 9,99) + \alpha (146,58 - 10) - \beta (606,5 + 0,305 \cdot 146,58) \\ 0,5$$

De là on tire  $P'_e$ .

Supposons maintenant qu'on demande tout le supplément de vapeur au foyer, et examinons le *premier cas* (*Pression d'utilisation variable*) :

Dans l'équation correspondante, il faudra faire  $T - T_m = 0$   $p - p_1 = 0$ , sinon les volumes de vapeur et d'eau interviendraient forcément, cela suppose donc que la pression reste fixe à la chaudière, contrairement au titre de ce premier cas.

L'équation devient :

$$\frac{P_v (q_m - \theta)}{t} = es (606,5 + 0,305 T_m - \theta) - \frac{c (T_m - \theta) (P_v + 2 p_e)}{t}$$

Elle est indépendante des volumes d'eau et de vapeur, ceux-ci peuvent donc être quelconques. Il faut déterminer  $s$  : nous admettons que la chaudière produise 13 kil. de vapeur par mètre carré heure.

d'où  $s = \frac{2009}{13} = 154$  m. carrés.

La seule inconnue de l'équation est donc  $e$ , on tire :

$$e = \frac{P_v (g_m - \theta) + c (T_m - \theta) (P_v + 2 p_0)}{t s (606,5 + 0,305 T_m - \theta)}$$

et mettant les nombres, on a

$$e = \frac{333.645 + (146,58 - 10)(333 + 2. 16,65)}{0,5. 154(606,5 + 0,305. 146,58 - 10)} = 5^k,37$$

Ainsi, la chaudière devra produire un supplément de vapeur par mètre carré heure de  $5^k,37$ .

Voyons le *deuxième cas* (*Pression d'utilisation fixe*) :

Dans l'équation correspondante, on devra faire  $T' - T'' = 0$   
 $p' - p'' = 0$ . Mettons les mêmes nombres, à la place des lettres, que dans le deuxième cas du premier exemple numérique, nous n'avons plus qu'à fixer la valeur de  $s'$  : supposons qu'ici la chaudière produise 15 kil. par m. carré heure, nous en déduisons  $s' = \frac{2000}{15} = 133$  m. carrés. Alors on a l'équation :

$$e' = \frac{333.645 + (333 + 9,999)(172,85 - 10) + \alpha(146,58 - \beta)(606,5 + 0,305.146,58)}{0,5. 133(606,5 + 0,305. 172,85 - 10)}$$

qu'on trouvera numériquement, ayant  $\alpha$  et  $\beta$  par les équations spéciales indiquées.

Nous avons montré le moyen d'appliquer ces formules dans les deux cas de prise du supplément de vapeur soit aux volumes d'eau et de vapeur seuls, soit au foyer seul. On en déduira immédiatement l'application pour le cas où on le demanderait simultanément au foyer ET aux volumes d'eau et de vapeur. Alors il suffira, dans la première division, de donner une valeur préalable à  $e$  et l'on trouvera  $P_0$ , ou inversement, et dans la seconde, de donner une valeur à  $e'$  pour trouver  $P'_0$  ou inversement.

*Erratum* : Dans le 63<sup>e</sup> Bulletin de la Société, à la page 63, la formule indiquée doit être remplacée par la suivante :

$$\frac{\pi c P}{\omega (606,5 \times 0,305. T)} \times \frac{dT}{dP}$$

QUATRIÈME PARTIE.

---

OUVRAGES REÇUS PAR LA BIBLIOTHÈQUE

---

- OLRY. — Le phosphate de chaux et les établissements PAUL DESAILLY.  
*Don de l'auteur.*
- H<sup>te</sup> LEPLAY. — Progrès accomplis dans la culture de la betterave et dans  
la fabrication du sucre, de 1884 à 1887. *Don de l'auteur.*
- SIDERSKY. — Recherches sur l'analyse indirecte de la betterave à sucre.  
*Don de l'auteur.*
- A. LADUREAU. — Culture de la betterave à sucre et ses progrès depuis  
20 ans. *Don de l'auteur.*
- CERRUTI. — Titolo dei filati e dei tessuti. *Don de l'auteur.*
- CONSEIL GÉNÉRAL DU NORD. — Rapport du Préfet et délibérations du  
Conseil, session d'Août 1888. *Don du Préfet*
- 
-

STATEMENT PART II

STATEMENT PART II

1. The first part of the statement is the name of the person who has been appointed as the...

2. The second part of the statement is the name of the person who has been appointed as the...

3. The third part of the statement is the name of the person who has been appointed as the...

4. The fourth part of the statement is the name of the person who has been appointed as the...

5. The fifth part of the statement is the name of the person who has been appointed as the...

6. The sixth part of the statement is the name of the person who has been appointed as the...

7. The seventh part of the statement is the name of the person who has been appointed as the...

8. The eighth part of the statement is the name of the person who has been appointed as the...

9. The ninth part of the statement is the name of the person who has been appointed as the...

10. The tenth part of the statement is the name of the person who has been appointed as the...



## SUPPLÉMENT A LA LISTE GÉNÉRALE DES SOCIÉTAIRES.

### SOCIÉTAIRES NOUVEAUX

*Admis du 1<sup>er</sup> Octobre au 31 Décembre 1888.*

Nos d'ins- cription.	MEMBRES ORDINAIRES.			COMITÉS.
	Noms.	Professions.	Résidence	
587	MERCIER. ....	Direct.d'assurances	Lille.....	C. B.
588	GRULOIS-DEPRÉS.....	Teinturier.....	Roubaix....	A. C.

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

SUPPLEMENT A TO THE GENERAL  
 THE SOCIETIES

SOCIETIES FOR THE  
 THE SOCIETY OF THE SOCIETY

SOCIETY	NAME	ADDRESS	DESCRIPTION	REMARKS
1	SOCIETY OF THE SOCIETY	123456789	SOCIETY OF THE SOCIETY	SOCIETY OF THE SOCIETY

The following is a list of the societies for the year 1890. The societies are listed in the order in which they were received. The names of the societies are given in full, and the addresses are given in full. The descriptions are given in full, and the remarks are given in full.

## ERRATA AU BULLETIN N° 64.

---

Les lecteurs du Bulletin de la Société Industrielle du Nord, III<sup>e</sup> trimestre 1888, sont priés de vouloir bien rectifier les errats suivants :

- F° 315, ligne 10 : au lieu de : *grammes*, lire : *gramme*.
- » 316 » 15 » *dixièmes*, lire : *diavièmes*.
- » 319 » 2 » *raison que*, lire : *raison d'être que*.
- » 336 » 21 » *hydromitrique*, lire : *hygrométrique*.
- » 350 » 9 » *doné*, lire : *donc*.
- » 352 » 19 » *S ancien*, lire : *δ ancien*.
- » 353 » 5 » *p*, lire : *p*<sup>kilog.</sup>
- » 354 » 6 à partir du bas, au lieu de : *au vendeur*, lire : *au préjudice du vendeur*.
- » 354 » 8 : au lieu de :  $N_c = N \left( 1 \pm \frac{d}{100} \right)$   
il faut lire :  $N_c = N : \left( 1 \pm \frac{d}{100} \right)$
- » 356, dernière ligne, lire :  $d' = \frac{P-c}{P} \times 100$
- » 357, ligne 5. au lieu de :  $d = \frac{P-P(\dots)(\dots)(\dots) \times 100}{P}$   
lire :  $d' = \frac{P-P(\dots)(\dots)(\dots)}{P} \times 100$
-