

## Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre ([www.eclydre.fr](http://www.eclydre.fr)).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.



NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Société des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers
Auteur(s)	Société des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers (France)
Titre	Bulletin de la Société des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers
Adresse	Paris : [Association des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers], 1908-1929
Nombre de volumes	2
Cote	CNAM-BIB 8 Ky 103-A
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) -- Périodiques Génie industriel -- 20e siècle -- Périodiques
Notice complète	<a href="https://www.sudoc.fr/235919721">https://www.sudoc.fr/235919721</a>
Permalien	<a href="https://cnum.cnam.fr/redir?8KY103-A">https://cnum.cnam.fr/redir?8KY103-A</a>
LISTE DES VOLUMES	
	<a href="#">1er Année. 1er oct. 1908 - 30 sept. 1909</a>
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	<a href="#">2e Année. 1er oct. 1909 - 30 sept. 1910</a>

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Société des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers (France)
Titre	Bulletin de la Société des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers
Volume	<a href="#">2e Année. 1er oct. 1909 - 30 sept. 1910</a>
Adresse	Paris : [Association des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers], 1910
Collation	1 vol. (384 p.) ; 24 cm
Nombre de vues	392
Cote	CNAM-BIB 8 Ky 103-A (2)
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) -- Périodiques Génie industriel -- 20e siècle -- Périodiques
Thématique(s)	Histoire du Cnam
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	22/02/2022
Date de génération du PDF	06/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	<a href="https://www.sudoc.fr/235919721">https://www.sudoc.fr/235919721</a>
Permalien	<a href="https://cnum.cnam.fr/redir?8KY103-A.2">https://cnum.cnam.fr/redir?8KY103-A.2</a>

## Note de présentation des revues des associations des élèves du Cnam

---

Le 7 mai 1908, les statuts de la Société des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers sont votés. Cette société a pour objectif d'être, d'une part, un intermédiaire entre les auditeurs et les professionnels et d'autre part, d'aider les auditeurs à combler leurs lacunes, en donnant par exemple des cours préparatoires ou en proposant un [Bulletin de la Société des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers](#). Celui-ci est rédigé par des professeurs du Cnam et des professionnels et propose de nombreux articles couvrant un large spectre des recherches scientifiques et techniques de l'époque.

En 1924, la Société des ingénieurs, élèves diplômés, brevetés et techniciens supérieurs du Conservatoire national des arts et métiers voit également le jour au sein du Cnam. Celle-ci s'intéresse avant tout à faire connaître les élèves diplômés et à cœur leurs intérêts professionnels. Elle propose sa propre publication, le [Bulletin trimestriel de la Société des ingénieurs, élèves diplômés, brevetés et techniciens supérieurs du Conservatoire national des arts et métiers](#) où la vie de l'association et certaines activités Cnam sont présentées ainsi que quelques travaux.

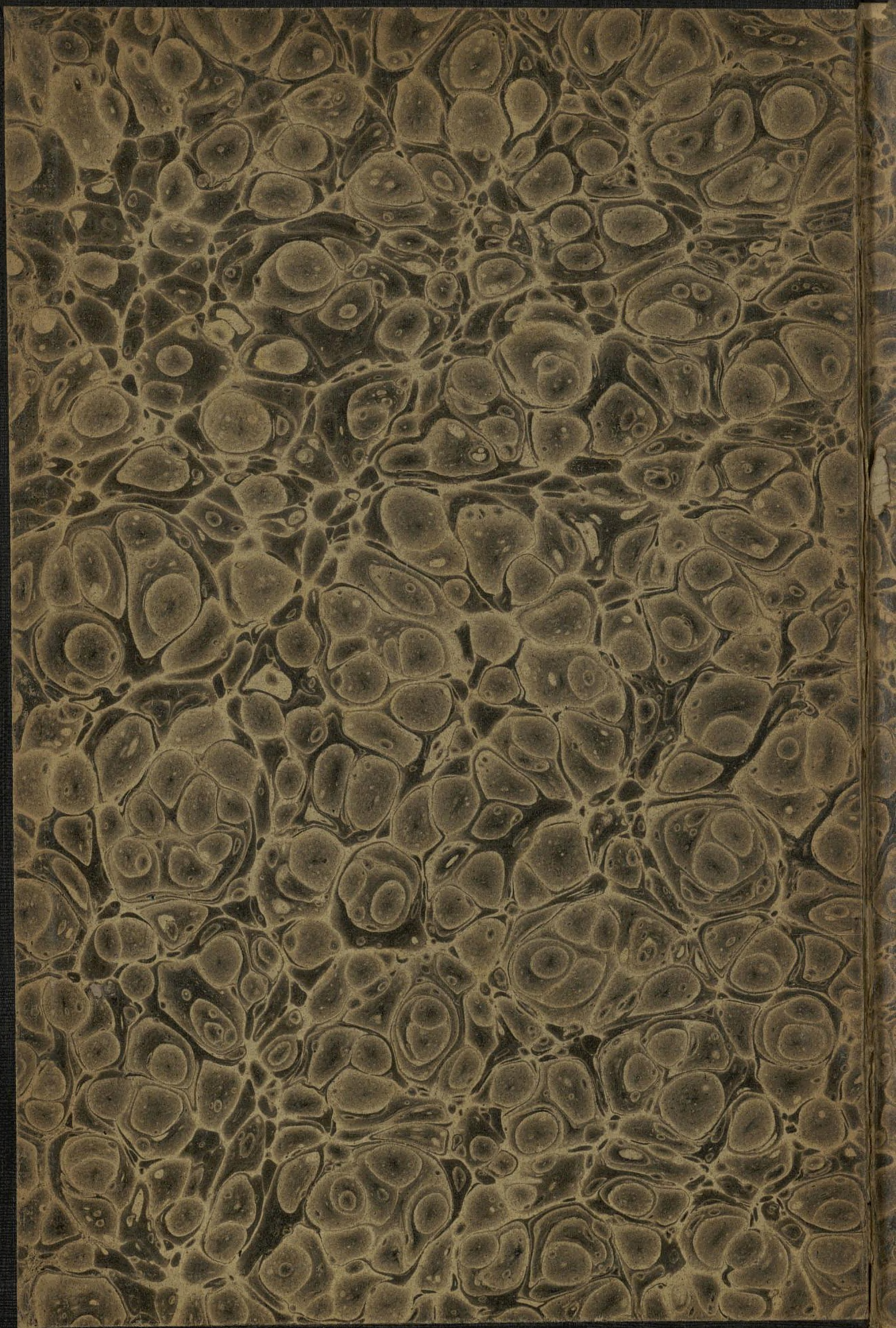
En 1928, ces deux Sociétés, ayant des objectifs semblables, décident de conjuguer leurs efforts en s'unissant pour former la nouvelle Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers. L'année suivante leurs deux publications respectives vont elles aussi fusionner et ainsi donner naissance à la [Revue de la Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers](#). Avant tout tournée vers la vie de la société la première année, elle s'étoffe dès 1930 pour mettre en avant des avancées scientifiques et techniques et les équipes de recherches du Cnam. Paraît également dans ces années-là le [Bulletin mensuel de la Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers](#), publication de quelques pages informant les auditeurs sur la vie de la Société.

L'union de ces deux sociétés ne semble pas satisfaire tout le monde puisque dès 1930 l'Union des ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers voit le jour. En 1942, l'Association des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers (créée en 1908) reprend du service en s'émancipant de la Société créée en 1928.

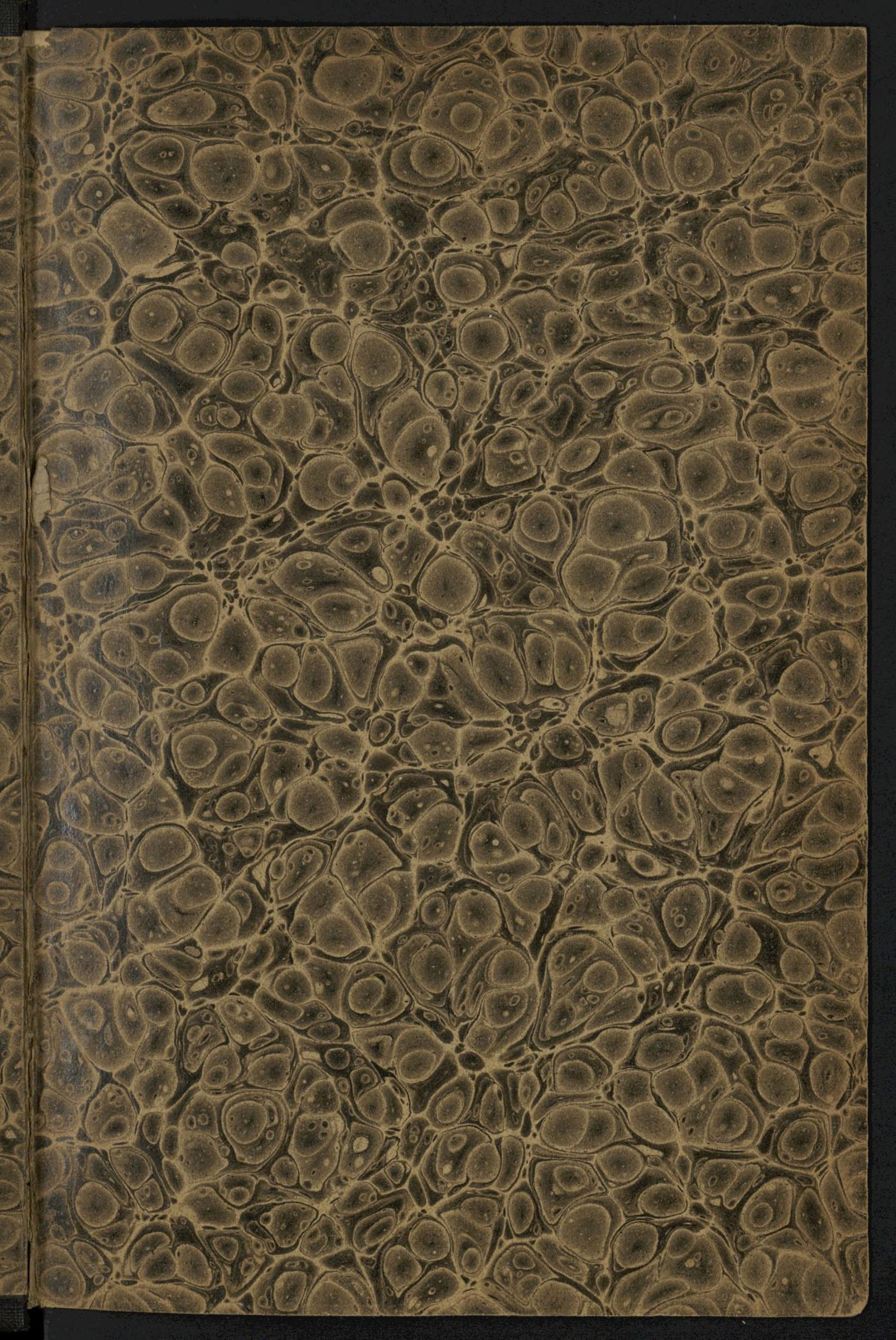
Après une longue période sans parution le [Bulletin de l'Union des ingénieurs et de l'Association des anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers](#) voit le jour, né de la collaboration de l'Union des ingénieurs et de l'Association des élèves et anciens élèves. Organe de liaison entre les deux Sociétés, le Cnam et les auditeurs, il informe ces derniers des manifestations et cours proposés, mais est aussi un instrument pour faire connaître les travaux des ingénieurs et anciens élèves à la communauté scientifique.

Julie Sautel  
Direction des bibliothèques et de la documentation, Cnam





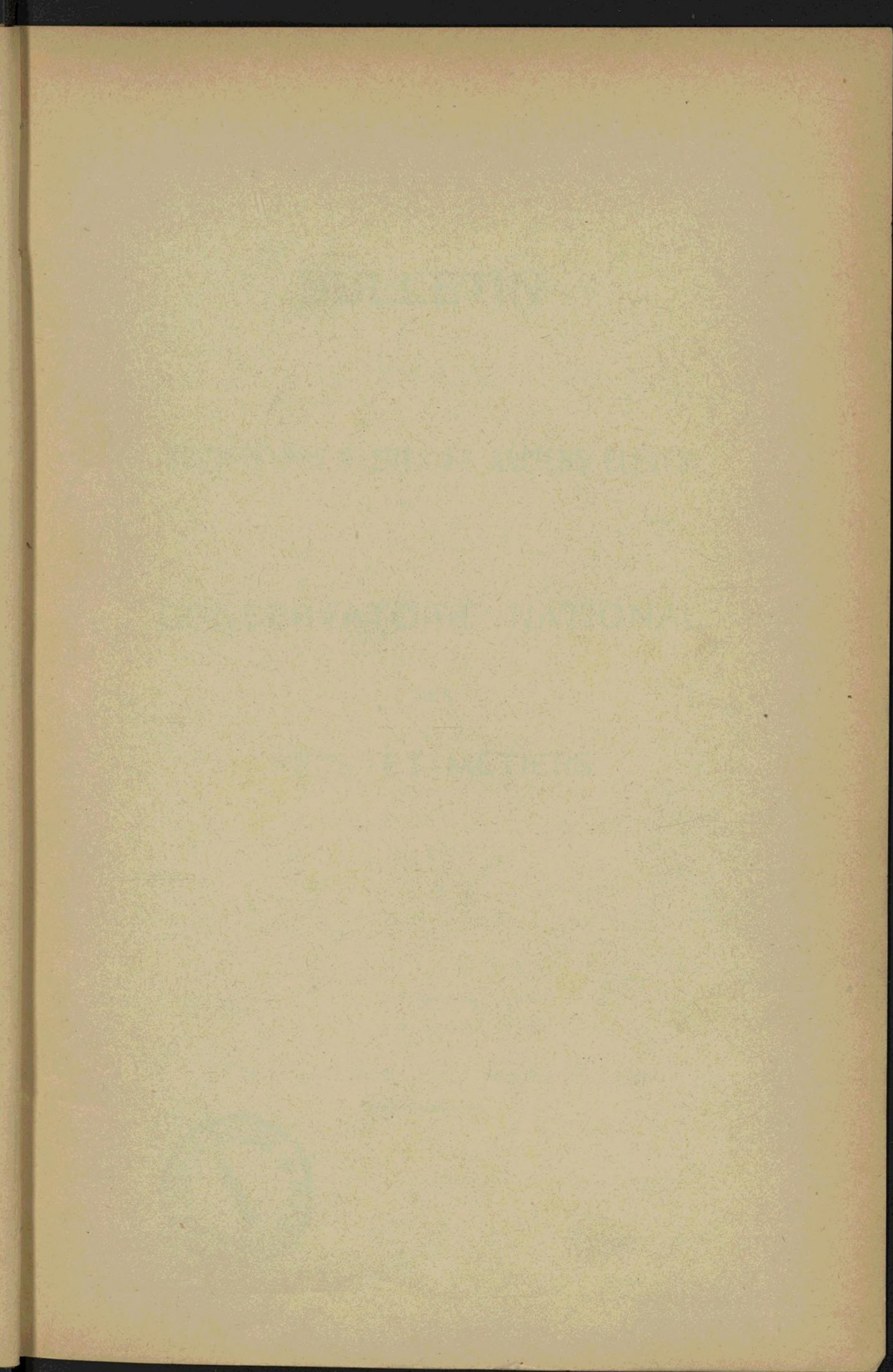






ms











80 Ky 103-A.

# BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES ÉLÈVES ET ANCIENS ÉLÈVES

DU

CONSERVATOIRE NATIONAL

DES

ARTS - ET - MÉTIERS

2<sup>ème</sup> année

---

1<sup>er</sup> Octobre 1909 — 30 Septembre 1910

---





THE

OF

THE

OF

OF

OF





## LA FORMULE FONDAMENTALE DES COURANTS ALTERNATIFS ÉTABLIE PAR LES MATHÉMATIQUES ÉLÉMENTAIRES <sup>(1)</sup>

---

L'établissement des formules employées en courants alternatifs, nécessite, dans la plupart des cas, l'emploi des mathématiques spéciales.

C'est pourquoi je vais essayer, étant donnée la formule de l'intensité d'un courant alternatif, d'en tirer la formule de la différence de potentiel, uniquement par les mathématiques élémentaires, pour permettre aux personnes peu familiarisées avec le calcul intégral, et qui cependant désirent connaître la suite des calculs conduisant à l'établissement d'une formule, de la retrouver facilement elles-mêmes.

Supposons un courant périodique sinusoïdal :

$$I = I_0. \sin \theta;$$

si  $t$  est le temps correspondant à un angle  $\theta$ , on peut écrire :

$$\frac{t}{\theta} = \frac{1 \text{ seconde}}{\omega}.$$

D'où :

$$\theta = \omega.t,$$

et

$$I = I_0. \sin \omega.t \quad (1);$$

$I_0$  étant la valeur maxima du courant.

Si la self-induction n'existait pas, on tirerait immédiatement, d'après la loi d'Ohm :

$$E = R I_0. \sin \omega.t \quad (2);$$

---

(1) D'après les méthodes de calcul employées par M. Marcel Deprez, dans le Cours d'Électricité industrielle qu'il professe au Conservatoire National des Arts et Métiers.

au contraire, à cause de cette self, il faut ajouter à chaque instant, au deuxième membre de l'équation (2), le terme dû à la self induction :

$$\mathcal{E} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

On en tire :

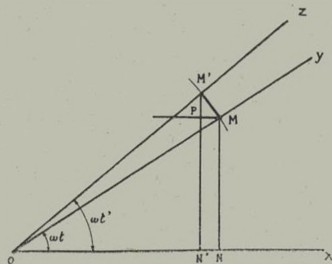
$$E = R \cdot I_0 \cdot \sin \omega \cdot t + \mathcal{E} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

C'est la valeur de  $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ , en fonction de l'équation (1) que je vais établir uniquement par la méthode élémentaire.

Prenons une valeur de  $I$  à un temps  $t'$  ; on a :

$$I' = I_0 \cdot \sin \omega \cdot t' \quad (3).$$

Prenons ensuite un axe horizontal  $OX$ , et menons par  $O$  une droite  $OY$  faisant avec  $OX$  un angle égale à  $\omega t$  ; portons sur cette droite un vecteur  $OM$  égal à l'unité. Menons ensuite une droite  $OZ$  faisant avec  $OX$  un angle  $\omega t'$ , et portons un vecteur  $OM'$  égal à l'unité.



En prenant  $I'$  aussi peu différent que possible de  $I$ , on a

$$I' - I = \Delta I.$$

En retranchant (1) de (3), on a :

$$I' - I = I_0 (\sin \omega \cdot t' - \sin \omega \cdot t);$$

donc

$$\Delta I = I_0 (\sin \omega \cdot t' - \sin \omega \cdot t) \quad (4).$$



De M et de M' abaissons les perpendiculaires MN et M' N' sur OX, comme OM et OM' sont égaux à l'unité, MN et M'N' représentent respectivement les sinus des angles  $\omega t$ . et  $\omega t'$  :

$$MN = \sin \omega t.$$

et

$$M'N' = \sin \omega t'.$$

Menons MP parallèle à OX ; on a :

$$M'N' - MN = \sin \omega t' - \sin \omega t \quad (5).$$

En comparant les deux équations (4) et (5), on tire :

$$\Delta I = I_0 \cdot M'P \quad (6).$$

Mais, comme on a supposé I' très peu différent de I ; de même  $\omega t'$  est très peu différent de  $\omega t$ , et on peut considérer l'angle (M'MO) comme droit. Dans le triangle rectangle M'MP, on peut écrire :

$$M'P = M'M \cdot \sin \angle (M'MP) \quad (7).$$

Mais  $\sin (M'MP)$  est égal au cosinus de l'angle complémentaire (PMO) :

$$\sin (M'MP) = \cos (PMO);$$

et les angles (PMO) et (MOX) sont égaux comme alternes-internes ; d'où :

$$\sin (M'MP) = \cos (MOX) = \cos \omega t \quad (8).$$

L'angle ( $\omega t' - \omega t$ ) étant aussi petit que l'on veut, on peut prendre ( $I' - I$ ) dans le même ordre de grandeur et MM' peut être considéré, soit comme l'arc, soit comme la corde de cet angle, et l'on a :

$$M'M = \omega t' - \omega t = \omega \cdot (t' - t) = \omega \cdot \Delta t.$$

En portant cette valeur de MM' dans (7), et en tenant compte de l'équation (8), il résulte :

$$M'P = \omega \cdot \Delta t \cdot \cos \omega t;$$

et en portant cette valeur de M'P dans l'équation (6), on obtient :

$$\Delta I = I_0 \cdot \omega \cdot \Delta t \cdot \cos \omega t,$$

et enfin :

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = I_0 \cdot \omega \cdot \cos \omega.t.$$

La valeur de la différence de potentiel devient donc :

$$E = R \cdot I_0 \cdot \sin \omega.t + \mathcal{L} \cdot I_0 \cdot \omega \cdot \cos \omega.t \quad (10);$$

le deuxième membre de cette équation est composé de 2 termes : l'un en sinus et l'autre en cosinus d'un même angle ; on peut donc le remplacer par une expression en cosinus seulement :

$$E = C \cdot \sin (\omega.t + \varphi)$$

dans laquelle  $C$  et  $\varphi$  sont donnés par la trigonométrie.

$C$  est égal à la racine carrée de la somme des carrés des coefficients des deux termes en sinus et en cosinus :

$$C = \sqrt{R^2 I_0^2 + \omega^2 \mathcal{L}^2 I_0^2} = I_0 \sqrt{R^2 + \omega^2 \mathcal{L}^2},$$

et  $\varphi$  est donné par sa tangente, qui est égale au rapport des coefficients des termes en sinus et cosinus :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega \cdot \mathcal{L} \cdot I_0}{R \cdot I_0} = \frac{\omega \cdot \mathcal{L}}{R}.$$

La formule (10), devient donc :

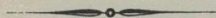
$$E = I_0 \cdot \sin (\omega.t + \varphi) \sqrt{R^2 + \omega^2 \mathcal{L}^2},$$

avec

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega \cdot \mathcal{L}}{R}.$$

On a ainsi établi la formule d'un usage continuél en courant alternatif.

EMILE FRANÇOIS.





# L'INDUSTRIE SUCRIÈRE

---

## LE SUCRE DE BETTERAVE

---

### I

#### APERÇU GÉNÉRAL SUR LA CULTURE BETTERAVIÈRE

---

La qualité de la betterave sucrière dépend souvent de la culture qui lui est donnée.

La betterave, dont la culture est faite avec méthode, et d'une façon intelligente, constitue pour le sol, une plante améliorante de premier ordre, par suite des ensemencements profonds, la qualité première et la quantité considérable des fumures et engrais qu'elle exige.

Il est de première importance pour le fabricant de sucre d'avoir des betteraves aussi riches que possible ; le cultivateur vise au contraire à la quantité.

Il est établi en effet que la richesse en sucre des betteraves est d'ordinaire en raison inverse de leur grosseur et en raison directe de leur densité.

Tous les terrains ne sont pas propices à la culture betteravière, car il faut à la plante un sol profond et sain.

La betterave est une plante qui dans l'assolement, ne doit revenir que tous les 4 ans, pour ne point épuiser le sol et pour conserver des produits sucrés.

La récolte est aussi souvent influencée par la qualité des fumiers employés ; aussi ne faut-il pas faire abus des engrais contenant des sels de potasse ou de soude, car ces sels sont absorbés par la plante, et leur présence dans les jus sucrés empêche le sucre de cristalliser et de ce fait augmente la quantité de mélasse.

Les semences de betteraves se font généralement de mai à juin, soit à l'aide d'un plantoir, soit à l'aide d'un semoir.



Les sillons de l'ensemencement doivent être espacés de 30 à 40 c/m.

Lorsque les betteraves commencent à grossir et ont acquis environ 1 c/m de diamètre, il faut avoir soin de les éclaircir et de les biner. Suivant la saison 3 ou 4 binages suffisent.

Vers l'époque de la maturité, on peut commencer à arracher quelques feuilles, mais en évitant de pousser trop loin l'effeuillage, ce qui nuirait au développement de la racine. La maturité se reconnaît à la teinte jaune que prennent les feuilles.

Il faut autant que possible faire un arrachage tardif car il semble que plus il est tardif, plus la betterave est riche et facile à travailler, mais il faut avoir surtout soin de tout sortir de terre avant les gelées.

On enlève le collet des betteraves, soit sur place, soit au moment de les mettre en tas.

Les betteraves qui ne doivent pas servir immédiatement à la fabrication, sont mises en silos dont la forme varie selon le temps que les racines doivent y rester. Généralement, on établit les silos en prenant les 4 dispositions suivantes :

1° Qu'aucune betterave ne se trouve à plus de 1 m. de la couche d'air renouvelable.

2° Qu'il y ait 30 décimètres carrés de surface évaporante par chaque mètre cube de betteraves.

3° Que l'air soit renouvelé tous les jours et surtout lorsqu'il y a plus de 4° de chaleur.

4° Que la betterave ne perde pas plus de 10 à 12 % de son poids par l'évaporation.

Pour construire les silos, on dispose de plusieurs plans d'agencement, mais pratiquement on opère le plus souvent de la façon suivante :

On fait dans le sol, un canal, que l'on remplit de fascines et qui servira de bouche d'air. Puis sur ce canal on disposera à cheval le tas de betterave, auquel on donnera 2 m. de base, 1 m. 50 de haut et une longueur d'environ 20 m.

Le tas ainsi construit sera recouvert de paille, puis de terre, puis encore de paille, puis encore de terre, de façon telle que les betteraves soient à l'abri des intempéries.



Les seules variétés de betteraves employées, par l'industrie sucrière, sont les betteraves blanches de Silésie à collet vert ou rose.

Mais pour que la qualité de ces betteraves se maintienne, on admet qu'il est nécessaire de renouveler de temps en temps les graines et de choisir avec un soin tout particulier les betteraves porte-graines.

## II

### FABRICATION DU SUCRE DE BETTERAVE

---

Les betteraves étant amenées à l'usine, il est nécessaire que le collet leur soit enlevé, si le décolletage n'a pas été fait dans les champs de culture.

Puis on jette les betteraves, dans un laveur mécanique le plus souvent composé par un cylindre à clairevoie, soit en fer, soit en bois, de 2 à 3 m. de long.

A l'aide d'une transmission, on lui imprime une vitesse de 12 à 15 tours à la minute dans un bac plein d'eau.

Les betteraves, remuées en tous sens, sont nettoyées et chassées peu à peu par des palettes, placées à l'intérieur qui les entraînent sur un plan incliné menant au coupe-racines.

*Coupe-racines.* — Le coupe-racines est un cylindre de 80 c/m de diamètre, tournant à une vitesse de 900 tours à la minute et garni de lames de scie placées parallèlement à l'axe.

On obtient de cette façon des cossettes plus ou moins fines suivant l'écartement des dents des lames, et la vitesse des pousseurs mécaniques appuyant la betterave contre ces scies.

Comme les cossettes sont souvent un peu sèches et qu'elles ont tendance à remplir l'intervalle existant entre les lames, on leur donne une certaine fluidité à l'aide d'un filet d'eau qui coule constamment sur l'appareil.

*Extraction du jus sucré.* — Au sortir du coupe-racines, les cossettes sont déchargées dans des cylindres verticaux, appelés diffuseurs, dont le nombre varie entre 8 et 14, placés soit en ligne, soit en cercle et qui sont reliés entre eux par



une tuyauterie et une robinetterie qui permettent de faire les différentes opérations suivantes :

1° Faire passer la liqueur sucrée, de l'un à l'autre, par le haut ou par le bas.

2° Mettre la batterie de diffusion en communication directe avec le bac à eau placé le plus souvent à l'étage supérieur aux diffuseurs.

3° De faire passer le liquide des diffuseurs dans un bac de décharge, appelé bac mesureur.

Les liquides qui circulent dans les diffuseurs ont besoin d'être réchauffés.

On y arrive en affectant à chaque diffuseur un réchauffeur nommé calorisateur et qui est placé verticalement à côté du diffuseur, et dans le circuit du liquide circulant entre l'un et l'autre vase.

On emplit de cossettes les diffuseurs et on y fait circuler de l'eau qui, en passant d'un diffuseur à l'autre se réchauffe et se charge en sucre d'après le phénomène de l'osmose, et lorsqu'elle arrive au bout de la batterie, elle a un degré densimétrique presque aussi élevé que le jus normal de la betterave travaillée.

Sachant les propriétés des matières colloïdes de ne pas traverser les membranes à la dialyse, on comprend aisément que la diffusion élimine la plus grande partie de ces matières qui restent dans la cossette ; et par ce procédé d'osmose, on obtient des jus assez purs.

*Défécation.* — Des diffuseurs, les jus passent aux chaudières à déféquer.

Lorsque les jus arrivent à la défécation, ils sont troubles et contiennent des matières étrangères.

La défécation a pour but de les éclaircir et de les purifier : en coagulant ces matières au moyen de la chaux, sous l'influence de la chaleur.

La chaux saturé les acides organiques ; forme des combinaisons albuminoïdes et azotées ; décompose les sels de potasse et de soude ; élimine les matières colorantes.

Les débris organiques et autres sont éliminés avec les écumes.

Les chaudières à déféquer sont en cuivre ou en tôle, à

double fond, chauffé par la vapeur directe à 5 atmosphères ; elles ont une capacité de 15 à 20 hect. Dès que la chaudière est pleine, on fait arriver la vapeur et on élève la température jusqu'à 85°.

A ce moment, on verse le lait de chaux en brassant le mélange, afin d'obtenir une combinaison bien intime, et on chauffe jusqu'à l'ébullition. On arrête alors la vapeur.

On laisse reposer le liquide de 20 à 30 minutes, de façon à ce que la décantation s'opère bien, puis on ouvre un robinet de vidange placé sur la paroi de la chaudière, par lequel s'écoule le liquide clair, qui se rend au filtre à noir.

Les écumes sont évacuées, par un autre robinet de vidange, placé à la base de la chaudière, au travers du double fond, dans la presse aux écumes.

*Épuration des jus déféqués.* — Quoiqu'ils aient été déjà notablement purifiés, les jus déféqués contiennent encore de la potasse et de la soude à l'état libre, résultant de la décomposition de quelques-uns de leurs sels par la chaux, des traces de chaux, des principes azotés, visqueux et colorants.

Une nouvelle épuration est donc nécessaire, et elle est effectuée au travers des colonnes à noir animal.

Ces colonnes, sont de grands cylindres en forte tôle de 1 m. de diamètre et 3 à 5 m. de hauteur, muni à leur base d'un double fond en tôle perforée sur lequel est placée une toile métallique empêchant le noir de passer.

On remplit ces colonnes de noir animal, et on y fait arriver les jus déféqués.

L'action du noir est d'autant plus vive, que la température au moment de l'opération est plus élevée ; mais encore est-il nécessaire d'éviter les déperditions de chaleur ; aussi le plus souvent les filtres à noir sont recouverts d'une armature de bois.

Les sirops chauffés sont donc amenés sur le noir qu'ils traversent et vont se rassembler dans un petit bac placé à la base du double fond ; puis à l'aide d'un aspirateur ils sont élevés dans le réservoir à jus.

*Évaporation des jus.* — L'évaporation a lieu dans des appareils dits de triple effet, qui procurent une notable économie de combustible.



Ils sont basés sur le principe suivant : (1)

La vapeur qui se dégage du jus, emmagasine une quantité considérable de calorique latent qui est entièrement perdu lorsqu'on condense avec de l'eau froide

Pour utiliser ce calorique, on a imaginé de placer avant le condenseur, un second appareil ; les vapeurs qui s'échappent du premier traversent le serpentín du second, s'y condensent en partie en utilisant leur calorique latent et achèvent la condensation dans le condenseur ; les vapeurs du second appareil agissant de même dans le serpentín d'un troisième avant de se rendre dans le condenseur commun, qui est en communication directe, avec le dernier appareil.

On comprendra aisément que la température doit aller, en s'abaissant et que le vide au contraire est plus élevé dans le 2<sup>e</sup> appareil que dans le 1<sup>er</sup>, dans le 3<sup>e</sup> que dans le second. Il y a également 10° de différence entre chaque appareil, le premier marquant 90°, le dernier ne marque plus que 70° environ.

*Cuite du sirop filtré.* — Malgré les opérations précédentes, le jus sucré n'est encore qu'à l'état de sirop, non suffisamment concentré et il ne peut pas encore, par simple cristallisation abandonner le sucre solide. Il lui faut une nouvelle concentration qui est la cuite.

Suivant la pureté des sirops, et le genre des cristaux que l'on désire obtenir, on peut porter cette cuite plus ou moins loin. La cuite n'est possible que si les jus sont riches en sucre et bien épurés. En effet si un sirop renferme 30 % de substances étrangères, ces dernières empêchent la formation des cristaux ; si la proportion se réduit à 25 %, les cristaux se forment avec lenteur et difficulté. Au contraire, si la proportion est de 15 % l'opération marche normalement.

La cuite du sirop s'effectue dans une grande chaudière cylindrique verticale, chauffée par 3 serpentins intérieurs superposés, munis chacun d'un robinet, branché sur la conduite directe de vapeur venant des générateurs. Cette même conduite aboutit à un autre robinet, permettant l'introduction de vapeur dans les chaudières.

---

(1). Définition de l'appareil à triple effet de MM. Caill et Cie. — *Dictionnaire de Chimie industrielle (Bareswill)*.



On peut suivant la chaleur du sirop dans la chaudière, chauffer séparément les 3 serpentins .

Les sirops à cuire arrivent par un robinet, appelés par le vide même des appareils.

Il est nécessaire que le tuyau qui conduit ces sirops débouche dans l'appareil sous la forme d'un siphon à la hauteur du 2<sup>e</sup> serpentin, permettant ainsi l'arrivée du sirop au centre et à la base de l'appareil.

La chaudière est munie, près du dôme, d'un thermomètre et d'un manomètre, pour la mesure de la température intérieure et de la pression ; et un peu plus bas d'un entonnoir servant à l'introduction de l'huile ou de la graisse fondue, pour diminuer les bouillonnements de l'ébullition.

Lorsque la cuite est presque à son terme on prélève de temps en temps une petite quantité de sirop à l'intérieur de l'appareil à l'aide d'une sonde de bronze, dans laquelle est ménagée une petite cavité.

La cuite étant terminée, on vide la chaudière. A cette fin on ouvre un robinet à air ; il se produit un sifflement dû à la rentrée de cet air, et lorsque ce sifflement cesse, ce qui indique que la pression intérieure est égale à celle de l'air extérieur, on ouvre une soupape, fermant le fond de l'appareil.

La masse cuite s'échappe alors dans un entonnoir auquel se trouve adapté une gouttière qui conduit toute la masse grenue et sirupeuse, dans des refroidisseurs dans lesquels la cristallisation s'achève.

*Turbinage.* — Au sortir des bacs refroidisseurs, la masse cuite est soumise à un égouttage qui se fait dans les turbines. Les turbines consistent en une enveloppe cylindrique fixe en fonte, destinée à retenir le sirop. Dans l'intérieur se meut un cylindre, disposé en râteau et marchant à la vitesse de 800 à 1.200 tours à la minute. Le cylindre est porté par un plateau en fonte, fixé à un arbre vertical reposant sur une crapaudine en acier, qui est encastrée dans le fond de l'enveloppe.

Les dimensions du cylindre sont : 0 m. 80 de diamètre ; 0 m. 60 de hauteur ; une forte toile métallique en forme le pourtour et laisse échapper le sirop ; tout en retenant les cristaux de sucre.



Une gouttière ménagée à l'intérieur réunit les sirops qui s'écoulent à l'extérieur.

L'arbre est muni à sa partie supérieure d'un tronc de cône formé de rondelles de cuir, qui roule à frottement, sur un cône vertical semblable porté par l'arbre de transmission ; un fer de rappel écarte ou appuie à volonté le cône horizontal sur le vertical, formant ainsi embrayage.

Voici comment on pratique en sucrerie pour faire le turbinage.

Au bout de 12 heures environ, on vide un refroidisseur, dont le contenu passe à la turbine.

Mais il est nécessaire de malaxer au préalable la masse, parce qu'au refroidissement elle a pris de la consistance.

Ceci étant fait, la masse étant dans la turbine, on met en marche le tambour. Par suite du mouvement de rotation, le sucre se répartit sur les parois, et la mélasse qui l'imprègne, seule pouvant passer au travers de la toile métallique est lancée contre le réservoir cylindrique extérieur d'où elle s'écoule par la gouttière ménagée à cet effet, et est conduite aux bacs spéciaux.

Afin d'obtenir des produits plus purs et plus blancs, on clairce le sucre en introduisant une certaine quantité de sirop plus concentré, qui entraîne la mélasse encore adhérente aux cristaux ; on emploie également pour le même effet le jet d'un robinet à vapeur placé sur l'appareil et le turbinage est terminé. Les appareils sont vidés et il ne reste plus qu'à finir de faire sécher les cristaux, les mettre en sacs, et les expédier aux raffineurs.

Jean ROUBERTY,

*Membre de la Société des Laboratoires Bourbouze.*



## BIBLIOGRAPHIE

### AIDE-MÉMOIRE DE L'INGÉNIEUR.

Aide-mémoire de l'ingénieur. Mathématiques, mécanique, physique et chimie, résistance des matériaux, statique des constructions, éléments des machines, machines motrices, constructions navales, chemins de fer, machines-outils, machines élévatoires, technologie, métallurgie du fer, constructions civiles, législation industrielle. Quatrième édition française du Manuel de la Société « Hütte », par PHILIPPE HUGUENIN. 1 beau volume contenant plus de 1.200 pages, avec 500 figures dans le texte, solidement relié en maroquin ..... 15 fr.

### LE CONSTRUCTEUR EN CIMENT ARMÉ, par MM. TEDESCO et FORESTIER, relié 20 fr. Béranger, Paris.

Le présent manuel est une sorte d'aide-mémoire de l'ingénieur spécialiste, mais un aide-mémoire d'une lecture toujours intéressante et par suite facile, expliquant l'origine des formules et la manière de s'en servir. La simplicité des formules ne s'obtient qu'en éliminant certains facteurs correctifs qui les compliquent outre mesure, mais de même que le millimètre de l'aplicateur de ciment armé est remplacé sans aucun inconvénient par le centimètre au jugé, de même les divers coefficients entrant dans les calculs sont plus ou moins exacts au centième près. Il serait donc absolument irrationnel et maladroit de se condamner à noircir des cahiers de calcul pour tenir compte d'effets d'ordre secondaire, alors que l'on peut obtenir des résultats au même degré d'inexactitude avec quelques chiffres ou quelques traits de dessin, et une rapidité telle qu'elle laisse tout le temps à l'ingénieur d'essayer plusieurs solutions pour s'arrêter à la plus avantageuse. Et si ces méthodes rapides laissent encore le moindre doute sur la valeur des taux de travail qui en résultent, rien n'empêche d'admettre des fatigues moindres de la matière, perte largement compensée par l'économie de la solution que l'on a pu choisir. Ajoutons que les méthodes exposées peuvent être employées sans difficulté même par les plus pressés ou par ceux qui ne possèdent pas l'entraînement des mathématiciens exercés.

---



CALCUL ET ETUDE DU HAUT FOURNEAU, par M. CARL BRISKER, traduction de M. L. GRUMER, 7 fr. 50. Béranger, Paris.

Pour comprendre le fonctionnement du plus important des appareils métallurgiques, le Haut Fourneau, il est nécessaire de se familiariser complètement avec tous les calculs relatifs à la marche de cet appareil.

Ces études et ces calculs sont exposés dans ce livre, avec les explications et les tableaux numériques nécessaires pour que les points de vue nouveaux qu'il contient puissent être facilement compris.

---

COURS PRATIQUE D'ELECTRICITE INDUSTRIELLE à l'usage des élèves des écoles d'enseignement technique, par H. CHEVALLIER. 1<sup>er</sup> vol. Béranger et Cie, éditeurs. Paris.

Ce volume, clairement écrit, dans un but essentiellement pratique, dégagé de considérations trop théoriques, traite des courants continus des lois qui les régissent, de l'induction, des générateurs et moteurs à courant continu, du transport de l'énergie électrique.

---

PREMIER CONGRES INTERNATIONAL DU FROID (5-12 oct. 1908). Compte rendus, rapports et communications publiés sous la direction de J. DE LOVERDO, secrétaire général du Congrès. 3 vol. Secrétariat général de l'Association internationale du froid, 10, rue Denis-Poisson, Paris. Prix : 30 fr.

Ces trois intéressants volumes que publie M. de Loverdo, riches d'une documentation unique, constituent une véritable encyclopédie du froid, où tous ceux qui se consacrent à cette industrie naissante, pourront puiser de précieux enseignements. Le premier volume résume les discussions du Congrès. Le second contient les rapports relatifs aux basses températures et à leurs effets généraux, au matériel frigorifique, aux applications du froid à l'alimentation. Le tome troisième est fait des rapports touchant aux applications diverses du froid, à son utilisation dans le commerce et les transports et à sa législation.

---



## ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

DU

31 Octobre 1909.

---

Nous publierons, dans le Bulletin n° 14, le compte-rendu de l'Assemblée générale du 31 Octobre 1909.

Toutefois, nous n'attendrons pas jusqu'à ce moment pour adresser à Monsieur le Directeur du Conservatoire National des Arts-et-Métiers nos remerciements les plus vifs pour l'hospitalité qu'il voulût bien offrir à notre Assemblée, dans l'Amphithéâtre A de l'établissement qu'il dirige. Nous le prions d'agréer la reconnaissance de tous les membres de notre Association.

LE COMITÉ.

---

## L'ÉLECTROTHERMIE <sup>(1)</sup>

---

### Les Fours Electrothermiques

(Suite)

#### CLASSIFICATION

Les fours électriques fonctionnent sous le courant continu, alternatif simple en polyphasé.

Plusieurs classifications des fours ont été adoptées, en voici une, entre autres :

- 1° Fours à arc ;
- 2° Fours où la résistance est formée par le mélange à traiter ;
- 3° Fours à résistances indépendantes.

#### *Fours à arc*

Les électrodes ne sont pas en contact avec la matière à traiter. Après la mise en marche, les vapeurs métalliques

---

(1) Voir Bulletin n° 42.



produites augmentant la conductibilité permettent d'allonger l'arc voltaïque.

La température dépend de la résistance du système et de la densité du courant. Pour conserver cette température qui atteint 3600°, on doit éviter toute perte de chaleur en produisant l'arc dans un milieu réfractaire et restreint.

#### *Fours où la matière forme résistance*

Lorsque la température à obtenir est moins élevée, les électrodes sont plongées dans la matière à traiter. Cette dernière opposant une grande résistance au passage du courant s'échauffe progressivement.

#### *Fours à résistances indépendantes*

Ces fours sont formés d'une masse réfractaire entourant une gaine en charbon dans laquelle on place la matière à traiter. Le chauffage produit dans ces fours n'est malheureusement pas bien égal partout.

J'ai cru devoir adopter une autre classification qui, adoptée par de nombreuses revues industrielles permettra à quiconque de voir à quelle catégorie appartient un four nouveau.

Je diviserai pour cette étude les fours électriques en :

- 1° Fours à électrodes ;
- 2° Fours sans électrode.

#### *Fours à électrodes*

Parmi ceux-ci, nous avons :

- 1° Fours à plusieurs électrodes (le courant passant dans le bain), Type Hérault, Keller.
- 2° Fours à une électrode (le courant passant dans le bain), Type Girod.
- 3° Fours à électrodes (le courant ne passant pas dans le bain), Type Stassano.

Le four Stassano ne diffère des autres fours à électrodes qu'en ce que l'arc voltaïque ne traverse pas la masse du bain, mais jaillissant entre les deux électrodes au-dessus du bain ne touche pas ce dernier.

#### *Fours sans électrode*

Parmi ceux-ci nous aurons :

- 1° Fours à induction, Type Kjellin et Schneider.



2° Fours utilisant l'effet Joule, Type Gin.

3° Fours à résistances, Type Girod.

Le four à induction qui représente une idée géniale ne travaille pas dans de bonnes conditions dans la pratique pour différentes causes, telles que le décalage produit dans le secondaire du transformateur statique fermé en court-circuit, grande résistance magnétique de la carcasse, dérivations magnétiques, etc.

En outre, si par la raison qu'il n'y a pas d'électrodes et que, par conséquent aucune substance étrangère n'influence le bain, la chaleur développée n'est jamais aussi considérable.

Enfin comme le courant absorbé par le four est fonction des dimensions de la couche de métal fondu, la quantité d'énergie croît au fur et à mesure de la fusion du métal.

En résumé dans un four électrique, l'électricité agit :

1° Par la haute température qui produit la réaction chimique.

2° Par la haute température qui produit la fusion des matières.

#### *Rendement*

Dans tous les fours, la quantité de chaleur produite est proportionnelle à la quantité d'énergie électrique absorbée. Cette quantité de chaleur exprimée en calories est donnée par la relation :

$$Q = \frac{E. I. t.}{9.81 \times 4.25} = \frac{R. P. t.}{9.81 \times 4.25}$$

Avant tout, je me permettrai de dire un mot sur quelques points généraux et applicables à tous les fours : composition des électrodes, et leur protection.

#### *Electrodes*

Un four électrique se compose toujours de trois parties, la maçonnerie en matériaux réfractaires, le lit de fusion et les électrodes. Comme je l'ai dit précédemment, Davy, en 1813, faisait jaillir l'arc voltaïque entre deux charbons de bois. Ces baguettes de charbon avaient été éteintes sous le mercure, mais elles s'usaient très vite et l'arc n'était pas de longue durée.



Foucault proposa le charbon de cornue, dépôt de la décomposition des hydrocarbures gazeux sur les parois des cornues à gaz. Plus dur que le charbon de bois, il manque d'homogénéité et renferme des matières terreuses, généralement silicieuses qui, en fondant, font éclater les électrodes.

C'est Bunsen qui, en 1838, réussit le premier à préparer un charbon artificiel. Il agglomérail de la poudre de houille avec de la colle et les faisait cuire dans un four. Constatant que les électrodes se fendillaient, il les trempa dans un sirop de sucre et les fit recuire.

Staite et Edwards firent breveter en 1846, un procédé analogue.

Le Molt, en 1846, ajoute du goudron au sirop de sucre.

En 1852, Watson et Slater font des électrodes avec des brindilles de bois purifiées à la chaux et cuites plusieurs fois. Elles sont trempées avant chaque cuisson dans un bain d'alun et de mélasse.

Lacassagne et Thiers en 1857, reprennent du charbon de cornue purifié.

Sur ces entrefaites, Jacquelin fabrique du charbon très pur avec du goudron d'usines à gaz.

Archereau fait passer la pâte dans une filière.

En 1876, Carré donne la composition suivante :

Coke très pur pulvérisé .....	55 parties
Noir de fumée calciné .....	20 —
Sirop de sucre et gomme .....	25 —

Il comprime le tout sous une presse hydraulique.

En 1877, Gaudoin amène des perfectionnements à cette fabrication et Napoli aussi.

On a remarqué que les charbons durs se comportent mieux, aussi a-t-on cherché à les rendre graphiteuses.

Castner portait les électrodes au rouge blanc pour les rendre résistantes, Kellner rend ses charbons graphiteux par le même procédé.

De nos jours, c'est un procédé tiré de celui de Carré qui permet la fabrication des électrodes, mais l'agglomérant est du goudron de houille. En outre comme constituants on n'emploie pas seulement le coke de houille et le noir de



fumée ; mais tous les combustibles : houille, anthracite, graphite naturel et artificiel, charbon de cornue et coke de pétrole.

### *Généralités*

Les matières premières servant à la fabrication des électrodes sont donc : les charbons et les agglomérants.

Les charbons employés sont naturels ou artificiels. Ce sont : l'anthracite, le charbon de cornue, le coke de pétrole, le coke de brai, puis le graphite naturel, le graphite artificiel, le noir de fumée, la houille grasse et le charbon de bois.

Les agglomérants sont les goudrons de distillation pyrogénée de la houille, le brai ou résidu de la distillation des goudrons de houille, les goudrons synthétiques obtenus en dissolvant le brai dans les huiles de goudron de houille. On peut ajouter encore le bitume et l'asphalte, corps doués d'un pouvoir agglomérant considérable.

Suivant les procédés, ces corps sont pris dans certaines proportions, les charbons mis en poudre sont purifiés mécaniquement et chimiquement, soit par des alcalis en fusion, soit par des acides minéraux. Mélangés avec les agglomérants, ils sont comprimés et séchés dans des fours spéciaux.

### *Protection des électrodes*

Ce petit aperçu des matières employées à la fabrication des électrodes peu paraître bien court, mais plus d'extension me ferait sortir trop longuement de la question qui nous occupe.

Je dirai un mot de la protection des électrodes. Ces charbons étant toujours d'une fabrication délicate sont fort coûteux, et l'on s'est occupé souvent de diminuer leur usure.

Par un brevet du 9 août 1905, L. A. David présente une invention ayant pour objet un dispositif applicable aux électrodes de fours électriques pour les protéger, en empêchant leur combustion dans l'air et réduisant ainsi considérablement leur usure.

Elle s'applique d'une façon générale à tous les fours électriques employés dans l'industrie pour les opérations électrochimiques et électro-métallurgique.

Elle permet de réaliser dans ces diverses applications, une économie assez sensible qui peut, dans certains cas, aller jusqu'à 75 % dans la consommation des électrodes.

L'électrode est entourée à la partie inférieure, au-dessus de la région de l'arc, d'un protecteur destiné à empêcher les flammes de venir lécher l'électrode et de la consumer directement.

Ce protecteur est refroidi par une amenée d'eau et quelquefois aussi par des ailettes d'un ventilateur.

Il est constitué par deux pièces en fonte ou en matières réfractaires reliées par des boulons clavetés. Cette forme en deux pièces offre toutes les facilités pour l'installation et le démontage. Elle évite en outre que l'électrode ne rougisse sur une trop grande hauteur.

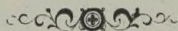
Ce protecteur peut avoir une forme quelconque qui dépendra de la forme des électrodes, de celle du four, des matières à traiter et de la quantité de gaz à recueillir.

Les avantages fournis par cet appareil se résument donc ainsi :

- 1° Fonctionnement des électrodes à l'abri de l'air.
- 2° Refroidissement des électrodes par le voisinage d'une circulation d'eau.
- 3° Déviation du départ des gaz s'échappant ainsi dans une direction latérale.
- 4° Captation des gaz pour leur utilisation en dehors du four.
- 5° Possibilité de fonctionnement du four en vase clos.
- 6° Régularité de la marche de l'arc et suppression des risques d'extinction.
- 7° Suppression dans la salle des fours des flammes et des poussières.
- 8° Facilité de démontage du système protecteur.
- 9° Augmentation du voltage et du rendement du four.
- 10° Economie dans la consommation des électrodes.

Marcel DEMOUY,

*Ingénieur - Electricien.*





## OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

### BREVETS D'INVENTION

---

#### Eclairage

N° 403 037.

##### *Appareil à produire le gaz acétylène*

L'objet de l'invention consiste dans :

1° La disposition des carburateurs dans l'eau même du gazomètre, ainsi que toute communication entre l'eau dans laquelle baigne les carburateurs et l'eau du gazomètre ;

2° Le dispositif du robinet de distribution d'eau aux carburateurs, dont l'ouverture et la fermeture sont effectuées automatiquement par la descente et la montée de la cloche ;

3° Le dispositif des conduites d'eau et de gaz des carburateurs permettant par leurs robinets d'isoler l'un ou l'autre des carburateurs pour changer la marche ;

4° L'ensemble, et toutes les dispositions de l'appareil.

---

### VISITES ET CONFÉRENCES

---

Le 29 août dernier, les Sociétaires privilégiés qui ont eu l'excellente idée de se rendre à l'appel de M. Degaast n'ont pas regretté la visite qu'ils ont faite à l'usine à glace de la « Frigorifique ».

Grâce à la complaisance de M. l'Ingénieur et de M. le Chef de service des machines à glace, de la Compagnie française des moteurs à gaz et des constructions mécaniques, des plans de machines ont été mis à la disposition de M. Degaast qui a pu ainsi, sur place, expliquer le mécanisme interne des compresseurs, congélateurs et condenseurs, en



insistant sur toutes les phases de détente et de compression de l'ammoniac utilisé pour produire le froid.

La tâche de M. Degaast a été d'autant plus facile qu'il a été largement aidé par M. le Chef mécanicien, auprès duquel M. le Directeur de l'Usine de la Frigorifique nous avait aimablement recommandé.

Le gaz ammoniac comprimé dans l'appareil compresseur, mû par une machine à vapeur, se rend dans un condenseur, refroidi par un courant d'eau, à la température de  $+10^{\circ}$  à  $12^{\circ}$  C. qui absorbe la chaleur dégagée par la compression de l'ammoniac et aide à la liquéfaction.

L'ammoniac liquide se rend dans un récipient à parois épaisses, en fonte, capable de supporter une haute pression. Un robinet pointeau placé sur une tuyauterie reliant le récipient à ammoniac liquéfié au serpentin de la cuve réfrigérante, permet de régler l'admission, et par suite la détente de l'ammoniac dans ce serpentin.

En se détendant, l'ammoniac produit un abaissement de température dans le serpentin du congélateur. Ce congélateur est constitué par une cuve, à parois isolantes, remplie d'une solution de chlorure de calcium au sein de laquelle plonge des mouleaux contenant de l'eau pure.

Des agitateurs entretiennent un courant dans la solution de chlorure afin de répartir uniformément le froid dans toute la masse liquide.

Par suite des lois relatives à la cryoscopie, la solution de chlorure de calcium ne se congèle pas et sa température, de quelques degrés au-dessous de zéro, détermine la congélation de l'eau pure des mouleaux.

Ceux-ci, après un séjour de quelques secondes dans un bain d'eau chaude pour provoquer le décollement des blocs de glace, sont enlevés et déchargés, puis remplis à nouveau, tout cela automatiquement.

Les blocs sont conservés dans des glacières constamment refroidies par des frigorigères ventilateurs envoyant de l'air refroidi par son passage sur des serpentins contenant une solution refroidie de chlorure de calcium, circulant rapidement par l'intermédiaire d'une pompe rotative.



Il en est de même pour les chambres de congélation vastes, propres et parfaitement isolées qui, grâce à un dispositif spécial de rails à aiguillages et de monte-charges, permettent de recevoir des quartiers entiers de bœuf sans grande manutention.

Les ventilateurs, pompes rotatives, agitateurs, pont roulant pour le transport des mouleaux, sont mûs par des réceptrices dont le courant est fourni par une génératrice actionnée par le moteur même de l'usine, ce qui assure une indépendance complète au point de vue de l'énergie électrique.

Les chaudières, au nombre de trois, dont une de secours, sont à tube-foyer et retour de flamme. Les appareils frigorifiques, installés par la Compagnie française des Moteurs à gaz et des Constructions mécaniques sont du système Fixary.

G. D.

---

Des réclamations nous sont parvenues, émanant de Sociétaires se plaignant que la publication tardive du Bulletin les avaient empêchés d'assister aux visites annoncées.

Ces retards ont été dus au défaut de la copie, ce qui a fort compliqué la rédaction du Bulletin.

Les Sociétaires négligent, en effet, d'y travailler ; pourtant, beaucoup d'entre eux occupent des situations intéressantes, et sont à même, non seulement de pouvoir signaler les innovations dont ils sont témoins, mais encore d'envisager, d'une façon personnelle et critique, les productions de la science industrielle qui les touchent directement : **nous les prions de penser à nous.**

---

Nous informons nos Sociétaires que les Visites et Conférences sont suspendues, en principe, pendant la durée des Cours du Conservatoire. Toutefois, nous tâcherons d'utiliser les vacances du Nouvel An de façon à ce qu'une Assemblée y soit comprise.

LE COMITÉ.



## AU SALON D'AUTOMNE

---

Nous sommes heureux d'apprendre que notre sympathique camarade et collaborateur *Hippolyte Bernier* a été admis à exposer, au Salon d'Automne, deux de ses œuvres :

N° 116. — *Vieilles Maisons de Compiègne.*

N° 117. — *Vieux Compiègne.*

Ce succès, venant se joindre aux nombreux autres que notre camarade a déjà remportés, nous rend fiers de compter parmi nous M. Hippolyte Bernier. Ainsi est réalisée, pour une fois, l'union si rare de la Science et de l'Art.

G. DEGAAS.

---

## LES INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES

par M. LAUR.

---

### Les phénomènes d'induction en téléphonie

---

Nous venons de voir dans les chapitres précédents, qu'en pratique, les installations téléphoniques nécessitaient l'emploi de lignes à double fil, pour éviter les courants d'induction ainsi que les courants étrangers provenant d'un retour commun.

Avant d'abandonner cette question, il faut bien se pénétrer que deux lignes téléphoniques à double fil ne sauraient non plus se suivre sans précaution, car, comme nous l'avons vu, chacune d'elles peut percevoir par induction ce qui se dit sur l'autre, ce qui amène des indiscretions ou des mélanges de conversations inadmissibles.

---

(1) Voir *Bulletins* n° 5, 6, 7, 9 et 11

Ce défaut s'est révélé dès les premiers essais pratiques du téléphone, et l'on a dû chercher immédiatement à y remédier.

Plusieurs procédés ont été indiqués, mais il n'y en a guère qu'un seul qui ait donné un résultat satisfaisant.

M. le Comte du Moncel indique, dès l'année 1887, quels sont les principaux procédés qui ont été employés :

Voici du reste ce qui est décrit dans son traité de téléphonie :

Quatre procédés peuvent être employés :

1° Augmenter l'intensité de la voix téléphonique, de manière à la faire prédominer sur les bruits d'induction ;

2° Modifier les courants qui passent sur les lignes, de manière à les rendre incapables de produire les bruits d'induction ;

3° Recevoir l'induction sur les fils téléphoniques et l'y neutraliser de manière à annuler ses effets.

4° Rendre les appareils ou les lignes téléphoniques inaptes à recevoir les effets d'induction.

Nous allons examiner successivement la valeur de ces procédés et le parti qu'on en a tiré.

1° Augmenter la voix téléphonique : cela revient à faire usage des meilleurs téléphones que l'on possède, il est bien clair que l'on ne manque pas de le faire, et, si nous avons signalé les effets de l'induction comme dangereux, c'est qu'aucun des téléphones connus ne peut les surmonter ; qu'on doive en trouver plus tard, cela se peut, actuellement on n'en possède point, le procédé est donc inefficace.

2° Modifier les courants nuisibles de manière à les rendre incapables de produire des effets d'induction gênant la conversation.

On voit immédiatement les difficultés qu'entraîne l'emploi de ce moyen (si moyen il y a).

Si une ligne téléphonique est voisine d'une ou de deux lignes télégraphiques seulement, on conçoit qu'il peut y avoir possibilité d'agir sur les appareils que portent ces dernières, mais généralement, une ligne rencontre un grand nombre de conducteurs ; on ne sait même pas dans la pratique quels sont ceux qu'elle rencontre ; un croisement, un cours parallèle de quelques mètres peuvent suffire.



Le problème est donc généralement très compliqué. On l'a cependant abordé, et nous verrons plus tard que la téléphonie à grande distance repose sur l'emploi de ce procédé.

D'ailleurs, si le procédé peut être appliqué à l'induction engendrée par le télégraphe, il ne peut en aucune façon l'être à celle qui provient des téléphones.

En effet, les courants induits qu'un téléphone reçoit de son voisin sont tout à fait de même nature et de même genre que ceux qu'il produit lui-même. Si donc, on voulait rendre un téléphone incapable d'induire, on serait d'abord conduit à modifier son action de telle sorte qu'il serait incapable lui-

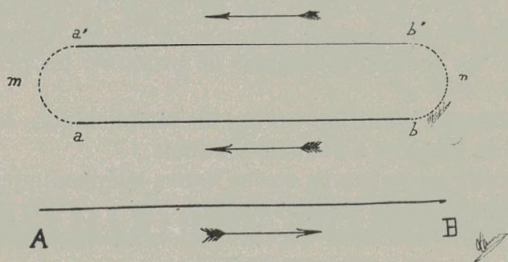


Fig. 1.

même de déterminer les sons reproduisant la parole.

Il y a là un cercle dont il paraît impossible de sortir ; l'application de ce procédé ne paraît pouvoir être tentée, et ne l'a très probablement pas été jusqu'à ce jour

3° Recevoir l'induction sur les fils téléphoniques et l'y neutraliser de manière à en annuler les effets.

Considérons, (figure I) deux fils conducteurs A B et  $a b$  placés parallèlement l'un près de l'autre ; si nous lançons sur le fil A B un courant sans le sens de la flèche, au moment où le courant commence, il se produit sur le fil ( $a b$ ) un courant induit de peu de durée et de sens inverse au premier, ainsi que cela est indiqué par une flèche : c'est ce courant dont nous cherchons à éviter l'effet. Si, à côté du fil ( $a b$ ) il y en a un autre ( $a' b'$ ), il éprouvera une action de même sens que celui-ci, mais si ces deux fils sont réunis de manière à former un circuit continu  $a m a'$ ,  $b' n b$ , les deux côtés de ce circuit tendront comme on le voit à donner

des courants de même sens, et par conséquent allant en sens contraire dans le circuit *m n*.

En définitive, il n'y aura pas de courant dans le circuit total, et l'effet de l'induction sera neutralisé.

Pratiquement, pour bien réussir à éviter ces effets d'induction, il faut que les deux fils du circuit *a b*, *a' b'*, à neutraliser, soient à égale distance du fil inducteur *A B*.

Pour assurer cette égalité le plus rigoureusement possible, dans les installations, il est nécessaire de faire alterner les fils vis-à-vis du circuit inducteur.

Dans les installations privées, le circuit inducteur est très souvent constitué par une canalisation de fils de lumière ou de force, l'induction ne devient efficace que si l'on a affaire à des courants alternatifs et d'un potentiel assez élevé.

Disons immédiatement que l'alternance des fils constitue le moyen le plus efficace d'empêcher les effets d'induction.

L'inconvénient de ce dispositif qui nécessite une ligne au double fil pour chaque communication directe est d'être très dispendieux.

4° Rendre les appareils ou les lignes inaptes à recevoir les effets d'induction.

Plusieurs procédés ont été employés dans cet ordre d'idée, mais aucun n'a donné de résultat appréciable et il a fallu y renoncer.

Ayant terminé l'énoncé des principales causes extérieures du mauvais fonctionnement des téléphones, nous allons passer en revue les principaux dispositifs d'installation, et nous verrons plus tard quelles sont les causes inhérentes à l'appareil lui-même qui bien souvent empêchent son parfait fonctionnement.

La figure n° 2 représente l'installation de plusieurs postes téléphoniques pouvant s'appeler directement entre eux sans passer par l'intermédiaire d'un tableau central.

Il est facile de suivre la marche du courant pour les appels et la conversation en se reportant au schéma intérieur du poste 1.

Prenons un exemple : Le poste 1 veut appeler le poste 2. Les manettes *M* des appareils doivent être ramenées après chaque conversation sur le plot *R*, soit plot de repos.



La manœuvre d'appel a pour but, dans le poste 1, de placer la manette M sur le plot correspondant au poste à appeler, soit 3, suivant la position indiquée dans notre cas.

A ce moment, l'opérateur du poste 1 presse son bouton d'appel *b*, ce qui permet de mettre en communication la ligne allant au poste 2 avec le pôle positif de la pile : le courant arrive donc au poste 2, entre par le plot de repos R, passe par la lame du bouton d'appel, arrive à une borne de la sonnerie, en sort pour aller prendre contact sous le crochet commutateur C, dont la masse est elle-même reliée au

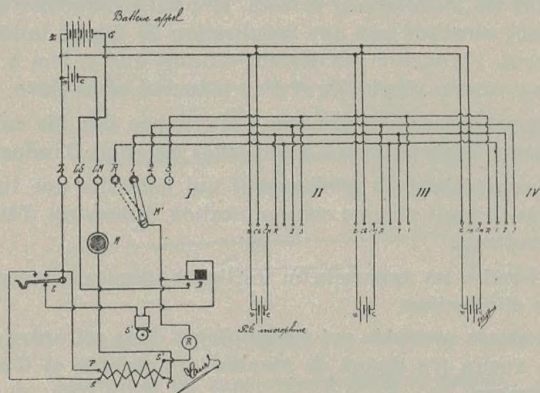


Fig. 2

pôle Z de la batterie de piles, le circuit étant fermé, la sonnerie se met en mouvement.

La personne appelée au poste 2 n'a comme manœuvre qu'à décrocher son récepteur et causer.

Au moment de la conversation, les récepteurs étant décrochés dans chaque appareil, le courant propre à la transmission de la parole va s'établir de la façon suivante :

Le circuit microphonique de chaque poste, comprenant la batterie de pile P', le microphone M' et le primaire de la bobine d'induction B, est établi, et toutes les variations des granules du microphone M vont déterminer une variation d'intensité de courant dans le primaire de la bobine, variation qui aura pour effet, comme nous le savons, d'engendrer un courant induit dans l'enroulement secondaire.



Si nous suivons la marche de ce courant induit lorsque les récepteurs sont décrochés, nous voyons qu'il prend naissance à l'enroulement secondaire S de la bobine d'induction d'un poste, traverse le récepteur de ce même poste, sort par la manette M placée sur la ligne 2, arrive à ce poste, traverse son récepteur ainsi que l'enroulement secondaire de sa bobine d'induction, et emprunte la ligne Z pour venir se fermer sur l'autre borne S' de la bobine d'induction du poste 1.

En résumé, pendant la conversation, comme il a déjà été dit

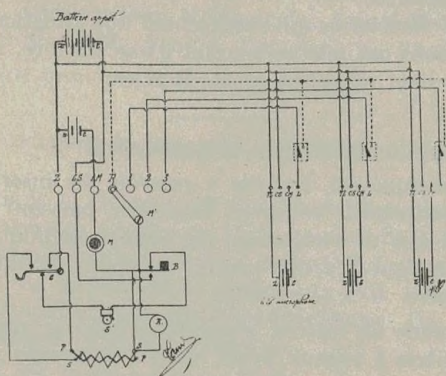


Fig. 3

dans les numéros précédents, les bobines d'induction et les récepteurs des deux postes reliés se trouvent montés en tension.

Nous ne reviendrons donc plus sur ce point.

La figure N° 3 indique le schéma d'installation d'un poste central pouvant appeler plusieurs postes avec ou sans réciprocité.

Lorsque les Postes simples doivent pouvoir appeler le Poste central, il est nécessaire de disposer à chaque poste un commutateur, comme il est représenté sur la figure.

(A suivre.)



## Intermédiaire Professionnel

---

La correspondance relative à l'Intermédiaire Professionnel devra être adressée à M. Mercier, vice-président de l'Association, 15, rue de Verneuil, Paris (7<sup>e</sup>).

---

Le Service de l'Intermédiaire Professionnel est maintenant entièrement organisé, et les services qu'il a déjà rendus ont été fort appréciés.

MM. les Sociétaires qui recherchent une situation, ou que leurs relations ont mis au courant d'une vacance, sont priés de vouloir bien en informer M. Mercier.

---

### OFFRES D'EMPLOIS

Cette rubrique est destinée à recevoir les insertions que MM. les Industriels voudront bien faire parvenir à l'Association, en vue de s'adjoindre des agents techniques, d'instruction pratique garantie par les certificats et Diplômes du Conservatoire.

On demande un traceur connaissant bien la construction des chaudières à vapeur, ayant bonnes références. (103)

On demande un jeune dessinateur pour études de mécanique et d'électricité. (104)

On demande plusieurs ouvriers mécaniciens, ajusteurs et monteurs, pour la province. (105)

On demande plusieurs monteurs téléphonistes, avec références sérieuses. (106)

---

### DEMANDES D'EMPLOIS

Cette rubrique est réservée aux membres titulaires de l'Association, avec lesquels MM. les Industriels seront priés de correspondre personnellement.

Mécanicien ajusteur et monteur demande un emploi. S'adresser à M. Maurice Falaise, 62, rue d'Hauteville. (107)

---

*Le Gérant . E. DELAUPE.*

---



## ASSEMBLEE GÉNÉRALE

DU

31 Octobre 1909.

---

La Séance est ouverte à 2 h. 1/2, dans le grand amphithéâtre du Conservatoire National des Arts-et-Métiers, sous la présidence de M. *Boullie*, Président de l'Association.

M. *Boullie* prononce le discours suivant:

Mesdames, Messieurs, mes Chers Collègues,

Au cours de la Réunion du Comité du 21 septembre, qui suivit l'Assemblée électorale du 14 Septembre 1909, il fut procédé, conformément à notre Règlement intérieur, à l'élection du Bureau. Le Bureau actuel comprend : MM. BOULLIE, Président ; DEGAAST et MERCIER, Vice-Présidents ; DELAUPE, Secrétaire Général ; et GIRET, Trésorier.

Au nom des membres de ce Bureau, je vous exprimerai tout d'abord, mes chers Collègues, leur reconnaissance et l'assurance de leur dévouement ; ils ont déjà beaucoup travaillé pour nous, et ne demandent qu'à travailler davantage.

Un an s'est écoulé depuis que j'ai eu l'honneur de présider la première Assemblée générale de notre jeune Association.

Je vous ai parlé, à ce moment, des dévouements de la première heure qui ont contribué à la formation de notre Comité. L'appel que nous avons fait alors n'a pas été vain ; le lendemain de cette Assemblée a vu affluer les demandes d'admission. Les concours moraux, depuis, ne nous ont pas fait défaut, et nous devons remercier ici nos membres honoraires, qui ont apporté à notre Société l'encouragement de leur adhésion ; nous espérons que leur nombre ira en augmentant, pour le plus grand bien de notre Association.

Le Conservatoire National des Arts-et-Métiers était la seule Université, peut-être, dont les étudiants ne possédaient pas



de groupement, cet élément sans lequel il n'y a pas de progrès.

Notre programme portait la création :

- 1° d'un centre de relations amicales ;
- 2° d'un enseignement mutuel ;
- 3° d'un Intermédiaire professionnel.

Nous avons atteint un résultat qui, pour être incomplet, n'en est pas moins satisfaisant ; notre Secrétaire général vous parlera tout à l'heure des difficultés qui ne nous ont pas permis d'organiser intégralement le service de l'enseignement mutuel au cours de cette première année. Cependant, un très grand effort a été fait dans ce sens, par la création de notre Bulletin, dont le fonctionnement est maintenant régulier. Nous devons, à ce propos, remercier les collaborateurs qui ont pris part à sa rédaction, et dont la majorité fait partie de notre Comité.

Notre Bulletin a été complété par des visites d'usines, qui seront encore plus nombreuses l'année prochaine, notre champ de relations s'élargissant tous les jours.

Nous allons reporter maintenant nos grands efforts vers l'organisation de l'enseignement mutuel, à commencer par la publication autographique des Cours.

Cette publication, qui nous tient particulièrement à cœur, est la plus délicate à réaliser, car elle entraîne des charges financières fort lourdes. Nous espérons, cependant, qu'une intervention heureuse permettra bientôt sa réalisation.

L'Intermédiaire professionnel, destiné à établir une relation entre les Chefs d'industrie, désirant s'entourer d'agents techniques, et les Elèves du Conservatoire, munis de Certificats et Diplômes, a déjà été mis à contribution, et nous espérons que les intéressés y recourront souvent encore,

Nous comptons sur le dévouement de chacun de nous pour réussir dans notre œuvre. A en juger par les résultats de ce premier exercice, il n'est pas douteux qu'une situation prospère, profitable à tous, ne soit le résultat de nos efforts.

Avant de céder la parole à M. DEGAAST, nous devons remer-



cier Monsieur le Directeur du Conservatoire National des Arts-et-Métiers de la preuve qu'il nous a donnée de son intérêt pour nous, en nous accordant l'autorisation d'occuper le présent amphithéâtre à l'occasion de notre seconde Assemblée Générale.

Cette année, en effet, c'est au sein même du Conservatoire qu'a lieu l'Assemblée générale de notre jeune Société, et ce, grâce à l'amabilité de M le Directeur BOUQUET, qui a su reconnaître nos efforts, d'une manière à la fois intéressante et avisée.

Avant de pouvoir pénétrer « *en la maison dont nous sommes les enfants* », selon l'expression spirituelle de M. BOUQUET, il nous fallait des précédents, et démontrer notre activité ; Bulletin mensuel, visites d'usines, conférences, etc., ont contribué à effacer le malencontreux manque de popularité dont notre Société fut l'objet aux moments difficiles de son début.

---

En l'absence de notre Secrétaire Général, M. DELAUPE, qu'une circonstance fortuite tient éloigné de Paris aujourd'hui, M. DEGAAST, Vice-Président, a bien voulu, en son lieu et place, se charger de la lecture du **Compte rendu moral de l'exercice 1908-1909.**

La parole est à M. DEGAAST.

Mes Chers Collègues,

Notre premier exercice est terminé. C'est le moment de jeter un regard sur ce passé, d'examiner ce qui a été fait, et ce qui reste à faire.

Nous avons déjà fait beaucoup ; je dois dire qu'il nous reste considérablement à faire.

Les débuts ont été durs, et une raison capitale voulait qu'il en fût ainsi : c'est que nous étions pauvres. Nous avons cru d'abord que quelque main généreuse se tendrait vers nous, qu'un ami des sciences nous apporterait un peu de ce vil métal dont on ne peut se passer. Nos espoirs ont été déçus



jusqu'à ce jour, et nos ressources, limitées aux cotisations de nos membres, ne nous ont pas permis de remplir, comme nous l'aurions voulu, le programme que nous nous étions tracé. Pourtant, malgré nos faibles moyens, notre œuvre a été fructueuse.

L'aréopage de nos membres honoraires a compté successivement en son sein, d'abord M. Paul BESSON, dont la collaboration à notre œuvre a été particulièrement active et l'est encore, puis MM. E. SAUVAGE et Carlo BOURLET, deux de nos Professeurs, dont la sympathie nous est chère à plus d'un titre. Nous avons bon espoir de voir nos rangs se doubler avant l'Assemblée générale prochaine.

L'édition de notre Bulletin mensuel nous avait d'abord paru irréalisable, en raison des frais énormes qu'elle entraînait. Heureusement pour notre cause, un groupe de sociétaires désintéressés, se refusant à l'idée qu'une question d'argent pût arrêter l'élaboration de notre organe mensuel, s'offrit spontanément pour en assumer les charges. La Société leur céda en retour un droit à la publicité, destiné à alléger leurs dépenses, et décida de leur allouer une annuité de 2 francs par membre. A ce jour, le service du Bulletin mensuel fonctionne normalement ; des plumes autorisées n'ont pas dédaigné d'y collaborer ; les sujets les plus divers y ont été abordés ; et l'accueil qu'il a reçu parmi ses lecteurs est suffisamment encourageant pour que nous puissions reconnaître que ce fût là de la bonne et de l'intéressante besogne.

Des conférences, des excursions techniques ont maintes fois réuni les Sociétaires, et c'est ici l'occasion de reconnaître le dévouement dont ont fait preuve, dans ces circonstances, nos deux Vice-Présidents : MM. DEGAAST et MERCIER. La Société leur doit une grande part de sa vitalité et de son développement. L'an prochain, nous organiserons une excursion technologique de plusieurs jours ; les détails seront publiés en temps utile.

L'Intermédiaire professionnel que nous avons créé commence à être connu ; à cet effet, nous assurons le service gratuit du Bulletin, d'une manière suivie, à un grand nombre



d'établissements industriels et commerciaux. Cette initiative a été heureuse, à en juger par ses résultats.

Nous aurions voulu, poursuivant toujours notre but, publier les Cours professés au Conservatoire, organiser des cours de répétition et de préparation ; nos finances ne nous ont pas permis de réaliser ces projets. Nous pensons toutefois qu'une solution interviendra bientôt en ce qui concerne l'autographie des Cours ; des pourparlers ont été engagés avec une entreprise d'impression à ce sujet. Le problème reste délicat à résoudre.

En résumé, la situation morale de notre Association est fort encourageante : les bulletins d'adhésion affluent peu à peu dans notre courrier, l'Administration du Conservatoire s'intéresse vivement à nos travaux, et notre programme se remplit progressivement.

Je terminerai par un appel de solidarité et de dévouement. Le fonctionnement d'une Société mutuelle ne peut être assuré par les propres forces de son Comité : la collaboration de chacun de ses membres est indispensable. Le but que nous nous sommes proposé : faciliter à la jeunesse studieuse l'accession de l'enseignement et des distinctions du Conservatoire, et faire connaître dans les milieux techniques ce qu'est un lauréat de cet établissement national, ce but, ne sera atteint qu'à ce prix.

---

A la suite de cette lecture, M GIRET, Trésorier de l'Association expose aux Sociétaires les finances de l'exercice clos. Il constate que le solde en caisse est prodigieusement réduit et que ce fait lui est très désagréable ; il invite donc ses Collègues à exercer une salubre propagande parmi les auditeurs du Conservatoire, car c'est non seulement par le nombre des Sociétaires, mais encore par le paiement de leurs cotisations, que notre Société pourra accomplir le mieux son œuvre.

---

M. Paul Besson, bien connu des sociétaires, a tenu à nous donner une preuve nouvelle de sa sympathie pour nous, en



profitant de notre Assemblée pour nous initier à ses recherches personnelles sur « *La Radioactivité en géologie et dans l'atmosphère* ».

La vaste salle du grand amphithéâtre a d'abord rappelé à M. Paul BESSON les instants où « *il était de la maison d'à côté* » : l'Ecole Centrale, comme il a su nous le narrer en quelques phrases pleines d'humour.

Pour les plus heureux, qui ont assisté à la conférence sur la « *Radioactivité en géologie et dans l'atmosphère* », pour ceux qui n'ont pu ou n'ont pas osé venir jusqu'à nous, pour chacun, il sera instructif et curieux de pouvoir lire le texte même de cette conférence, d'en retrouver le raisonnement scientifique et rationnel, d'avoir sous les yeux les formules abstraites, mais nécessaires, qui complètent un sujet aussi passionnant.

Cette publication de la conférence du 31 Octobre 1909, nous la devons à son auteur, M. Paul BESSON, qui intercédait personnellement en notre faveur, auprès de M. le Président de la Société des Ingénieurs civils, pour nous obtenir l'autorisation d'insérer dans le Bulletin qui nous est cher les quelques pages qui font partie des « *Mémoires de notre sœur aînée : la Société des Ingénieurs civils* ».

---

En remerciant au nom de tous, M. Paul BESSON à l'issue de sa causerie, M. BOULLIE, termine par ces paroles :

Comment répartir notre gratitude dans le cas actuel ? C'est un devoir, aussi agréable que délicat à remplir, car chacun nous a apporté son encouragement.

Eh bien ! nous remercierons tous nos amis, tous ceux qui ont bien voulu s'intéresser à notre œuvre, jeune encore, mais déjà solide, puisque tous ceux qui la composent sont d'ardents travailleurs !

LE COMITÉ.

---



# LA RADIOACTIVITÉ EN GÉOLOGIE ET DANS L'ATMOSPHÈRE

PAR

M. P. BESSON (1)

Il nous a paru utile de parler à nouveau de la radioactivité ; de nombreuses recherches ont été faites depuis 1905, des résultats intéressant la géologie et la météorologie notamment ont été découverts. La radioactivité apporte à ces sciences des ressources nouvelles, entrant dans le domaine utilitaire et confirmant ainsi pleinement les espérances que nous avons manifestées lors de nos communications de 1901, 1903, 1905 et 1906.

Nous rappellerons très rapidement quelques propriétés du radium : le radium émet des radiations spontanément ; ces radiations peuvent se diviser en trois groupes  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ .

Les deux premiers groupes ont une origine corpusculaire ; les rayons  $\alpha$  chargés d'électricité + sont peu rapides, peu pénétrants et analogues aux rayons canaux de Goldstein ; les rayons  $\beta$  sont chargés d'électricité —, ils sont analogues aux rayons cathodiques, ils sont plus ou moins pénétrants ; les plus pénétrants se propagent avec la vitesse de la lumière ; quant aux rayons  $\gamma$  ils sont très pénétrants et analogues aux rayons X.

Les rayons du radium ionisent l'air, le rendant conducteur de l'électricité. Le radium est un corps qui se décompose en produisant 100 calories par gramme-heure ; au cours de sa décomposition, il y a dégagement d'un gaz spécial dit *Emanation* ; le dégagement de cette émanation est particulièrement intense si le radium est dissous ou fortement chauffé. Nous avons montré précédemment les propriétés de cette émanation, qui produit les phénomènes si curieux de radioac-

---

(1) Extrait des procès-verbaux des séances des 5 et 19 mars 1909, de la Société des Ingénieurs Civils de France, par autorisation de son Président



TABLEAU I.

MINÉRAIS	ACTIVITÉ DE L'ÉMANATION	TENEUR EN URANIUM	RAPPORT
1 <sup>o</sup> Uraninite.....	170,0	0,7465	228
2 <sup>o</sup> Uraninite.....	155,1	0,6961	223
3 <sup>o</sup> Gummite.....	147,0	0,6538	225
4 <sup>o</sup> Uraninite.....	139,6	0,6174	226
5 <sup>o</sup> Uranophane...	117,7	0,5168	228
6 <sup>o</sup> Uraninite.....	115,5	0,4984	228
7 <sup>o</sup> Uranophane...	113,5	0,4984	228
6 <sup>o</sup> Thorogummite.	72,9	0,3317	220
9 <sup>o</sup> Carnotite.....	49,7	0,2261	220
10 <sup>o</sup> Uranothorite...	25,2	0,1138	221
11 <sup>o</sup> Samarskite....	23,4	0,1045	224
12 <sup>o</sup> Orangite.....	23,1	0,1034	223
13 <sup>o</sup> Euxénite.....	19,9	0,0871	228
14 <sup>o</sup> Thorite.....	16,6	0,0754	220
15 <sup>o</sup> Fergusonite...	12,0	0,0557	215
16 <sup>o</sup> Eschynite.....	10,0	0,0452	221
17 <sup>o</sup> Xénotime.....	1,54	0,0070	221
18 <sup>o</sup> Monazite.....	0,88	0,0043	205
19 <sup>o</sup> —.....	0,85	0,0041	207
20 <sup>o</sup> —.....	0,76	0,0034	223
21 <sup>o</sup> —.....	0,63	0,0030	210

tivité induite, amenant la phosphorescence de certains corps comme le sulfure de zinc ; cette émanation peut être condensée à la température de l'air liquide ; elle se transforme peu à peu en hélium.

Nous allons examiner d'abord la contribution qu'apporte la radioactivité à la géologie.

### La Radioactivité et la Géologie.

*Transformation uranium-radium.* — Nous avons eu l'occasion déjà de dire que la radioactivité était un phénomène général ; tous les minéraux, tous les corps sont plus ou moins radioactifs.



Rutherford a émis l'hypothèse que le radium est produit par la transformation de l'uranium ; Bertram B. Boltwood de la Yale University a cherché à établir que l'hypothèse précédente était exacte ; il a montré que le rapport de l'activité de l'émanation radioactive provenant de minerais à leur teneur en uranium était à très peu près une constante. Nous ferons voir plus loin comment les mesures radioactives peuvent être faites ; le tableau I résume ces résultats.

S'il y a quelques différences dans les rapports, il faut les attribuer à des erreurs dans le dosage de l'uranium ; la mesure de l'activité de l'émanation peut être faite avec une grande exactitude. La quantité de radium associé à 1 gr d'uranium est de  $7,4 \times 10^{-7}$  g.

MM. Mac Coy et Eve confirment les expériences précédentes. Nous signalerons pour mémoire que l'on a constaté dans un sel d'uranium la formation de très petite quantité de radium, l'auteur prétend un millième de millionième par seconde ! Jusqu'à preuve du contraire, nous croyons cette expérience erronée.

Le tableau II (page 42) donne les transformations successives que subit l'uranium : nous empruntons les résultats à MM. Rutherford, Soddy et Debiere, en gardant les résultats qui nous semblent les plus probables, les corps énumérés ont été bien identifiés, ils possèdent des propriétés chimiques et radioactives particulières.

Si on considère que le poids atomique de l'hélium est de 4, on remarquera que, chaque fois que l'on est en présence d'un corps émettant des rayons  $\alpha$ , on passe au corps suivant dans la transformation, en retranchant du poids atomique le poids atomique de l'hélium. C'est pour cette raison que nous pensons que le terme ultime de cette transformation est le plomb, son poids atomique étant 205,5. On a constaté la présence du plomb dans tous les minerais d'uranium. Il y a des filiations analogues pour la série thorium et la série actinium.

On voit qu'il y aura intérêt à étudier les métaux que l'on rencontre toujours ensemble dans les minerais, nickel et cobalt, argent et plomb, les métaux de la série du platine ; la radioactivité des métaux est environ  $10^{12}$  fois plus petite que celle du radium ; la durée de transformation est dès lors



TABEAU II

CORPS	POIDS ATOMIQUE	DURÉE MOYENNE DE VIE	RAYONS
Uranium .....	240,0	10 <sup>9</sup> années	$\alpha = 3,3$ cm
Uranium X .....	234,0	31,6 jours	$\beta$
Corps inconnu ?.	»	»	»
Radium .....	226,5	2000 à 4000 ann.	$\alpha = 3,5$ cm
Emanation .....	222,5	15,8 jours	$\alpha = 4,23$ cm
Radium A .....	218,5	4,3	$\alpha = 4,83$ cm
Radium B .....	214,5	37,4	$\beta$ lents
Radium C .....	214,5	27,4	$\alpha = 7,06$ cm $\beta$ ?
Radium D .....	210,5	57,5 années	pas de rayon
Radium E .....	210,5	8,6 jours	$\beta$
Radium F ou Po- Ionium .....	210,5	201 jours	$\alpha = 3,86$ cm
Inconnu Plomb ?.	206,5	?	»

$10+12$  fois plus grande : il est donc actuellement impossible de constater la transformation. M. Völler, de Hambourg, a pu observer directement la disparition du radium et mesurer ainsi la période de vie de ce métal.

Il déposait de minces pellicules de bromure de radium sur des plaques de verre, connaissant parfaitement bien les quantités de bromure de radium ainsi déposées ; il constatait d'abord que, l'activité commençant à croître pendant les quinze à vingt et un premiers jours ; on obtenait à ce moment l'activité maximum limite.

En examinant des quantités croissantes de radium, il a trouvé que toute l'activité disparaissait au bout des temps suivants :

$10^{-9}$ mg.	15 jours.
$10^{-8}$ —	16 —
$10^{-7}$ —	17 —
$10^{-6}$ —	26 —
$10^{-5}$ —	61 —
$10^{-4}$ —	126 —



Quand la radioactivité est éteinte, elle ne revient plus ; on a pu calculer ainsi la durée de vie de 1 g de radium, qui est de quatre mille ans.

*Radioactivité des Roches. — Degré géothermique.* — M. J. R. Strutt, du Trinity College de Cambridge, physicien distingué, fils de Lord Rayleigh, a étudié la radioactivité des diverses roches de la croûte terrestre, les roches éruptives et les roches sédimentaires. Les mesures ont été faites sur l'émanation produite par les diverses roches dissoutes ; les roches métalliques ou calcaires étaient attaquées par les acides, quant aux roches siliceuses, elles le furent par des carbonates alcalins.

Les mesures furent faites à l'électroscope, nous montrerons comment.

Nous ne pouvons présenter ici le tableau de tous les minerais et roches étudiés par Strutt, nous résumerons les résultats en disant :

1° Toutes les roches ignées renferment de la radioactivité, les roches sédimentaires en renferment suivant leur composition provenant des roches ignées ;

2° Le fer renferme peu de radium, le fer météorite n'en renferme pas trace ;

3° Les laves, gaz et autres produits volcaniques n'en renferment pas. Citons quelques résultats particuliers :

Un granit du Cap renfermant  $7,15 \times 10^{-12}$  g de radium par g.

Un granit de Cornouaille fut également trouvé très radioactif ; certains granits sont dix fois plus radioactifs que d'autres ; les schistes et gneiss du Simplon étaient beaucoup plus radioactifs que leurs congénères.

Le marbre, l'ardoise, la craie sont radioactives ; aucune roche sédimentaire n'est aussi radioactive que les granits et les syénites.

Comme conséquence de ces recherches, Strutt a calculé : *quelle serait la quantité de radium nécessaire pour que la chaleur produite par sa décomposition suffise à assurer le gradient terrestre ?*



Nous avons cru utile de développer le calcul, auquel nous avons, du reste, apporté certaines corrections.

Soit  $q$  la masse de radium moyenne par centimètre cube dans la terre,  $h$  la chaleur produite par 1 g de radium en une seconde,  $R$  le rayon de la terre.

La quantité de chaleur produite par seconde pour toute la terre est de  $q h \frac{3}{4} \pi R^3$ .

Soit  $K$  le coefficient de conductibilité des roches superficielles. Le flux total par seconde est de  $4 \pi R^2 K \left[ \frac{d\theta}{dR} \right]_R$ , où  $\left[ \frac{d\theta}{dR} \right]_R$  est le gradient de la température observée expérimentalement à la surface.

Si la terre est supposée en équilibre thermique, les deux expressions sont égales, d'où :

$$4 \pi R^2 K \left[ \frac{d\theta}{dR} \right] = \frac{4}{3} \pi R^3 q h,$$

d'où :

$$q = \frac{3K}{hR} \left[ \frac{d\theta}{dR} \right]_R ; \quad [1]$$

d'après les recherches expérimentales de Prestwich, on a  $K = 0,0041$  ; suivant le même auteur, le gradient de la température est de  $1^\circ$  fahrenheit pour 42,4 foot (pieds),  $1^\circ$  fahrenheit correspond à  $0,5556^\circ$  centigrade et un foot à 0,3045 m,

cela fait donc pour le gradient :  $\frac{0,5556}{42,4 \times 30,45} = 4,3 \cdot 10^{-4}$  U. C. G. S.

1 g de radium dégage 100 calories par heure, soit  $2,77 \times 10^{-2}$  U. C. G. S. Le rayon de la terre  $R = 6,38 \times 10^8$  U. C. G. S.

En remplaçant les valeurs dans (1), on a en U. C. G. S.

$$q = \frac{3 \times 4,1 \times 10^{-3} \times 4,3 \times 10^{-4}}{2,77 \times 10^{-2} \times 6,38 \times 10^{-8}} = 3,04 \cdot 10^{-13}. \quad [2]$$

Il résulte donc qu'une quantité de  $3,04 \times 10^{-13}$  de radium



par centimètre cube de roche est suffisante ; or toutes les roches renferment plus que cette quantité. Le granit du Cap, qui est le plus radioactif, en renferme  $7,15 \times 10^{-12}$ , le basalte du Groenland renferme cinq fois la valeur de  $q$  ; d'une façon générale, la quantité moyenne de radium contenue dans les roches ignées est de  $5 \times 10^{-12}$ , quant aux roches sédimentaires, la proportion est moins forte, mais encore supérieure à la valeur trouvée pour  $q$ . (1)

Nous avons dit que les schistes et gneiss du Simplon ont montré une proportion de radium supérieure à la normale ; cela serait la raison du fort degré géothermique constaté au cours du percement de ce tunnel. M. Leprince-Ringuet a montré que, dans le sud du Pas-de-Calais, les sondages avaient indiqué un très faible degré géothermique. M. Durnerin a publié dans les comptes rendus de l'Industrie minière de 1907 les degrés géothermiques lorrains. Il nous a paru intéressant d'effectuer avec M. Laborde des mesures radioactives sur les roches rencontrées dans ces divers sondages.

M. Bergeron a bien voulu nous procurer les échantillons et établir les bases de ce travail ; nous sommes heureux de l'en remercier.

Voici les points choisis dans le Pas-de-Calais : Vimy, 1.243 m,  $37^{\circ}7$  ; Aix-Surgeon, 1.209 m,  $42^{\circ}5$  ; Fresnoy, 1.364 m,  $35^{\circ}9$ , et en Lorraine, Pont-à-Mousson, 1.209 m,  $49^{\circ}4$  ; — 1.243 m,  $50^{\circ}6$ , et 1.364 m,  $54^{\circ}4$ . Nous tiendrons nos collègues au courant du résultat de nos travaux, qui peuvent intéresser l'exploitation des mines et les travaux publics.

Dans le calcul précédent, on a dû faire des hypothèses que nous allons discuter :

- 1° *La terre est en équilibre thermique ;*
- 2° *Le radium est la source de chaleur ;*
- 3° *1 g de radium produit autant de chaleur à la surface de la croûte terrestre qu'à l'intérieur.*

(1) Strutt prend pour  $h$  une valeur différente, qu'il obtient de la façon suivante : 1 g. de bromure de radium dégage 100 calories ; dans ce gramme, il y a 0,584 de radium, dès lors 1 g. de radium dégage par seconde  $\frac{100}{3\ 600 \times 0,584} = 4,75 \times 10^{-2}$ . C'est une erreur ; c'est 1 g de radium et non 1 g de bromure qui dégage 100 calories. Strutt trouve  $q = 1,75 \times 10^{-13}$ .



Nous avons montré que la quantité de radium moyenne contenue dans les roches est très supérieure à la quantité simplement nécessaire ; si donc tout le globe renfermait du radium, non seulement il ne se refroidirait pas, mais encore il devrait s'échauffer ; si le globe est en équilibre thermique, il suffit que le radium soit contenu dans la croûte terrestre ; suivant le calcul précédent, cette épaisseur serait de 30 milles de 1.609 m., soit environ 50 kilom. : c'est exactement le nombre qu'indique le professeur Milne, en se basant sur la vitesse de propagation des mouvements sismiques ; au-dessous de cette profondeur, la substance du globe est homogène ; on avait cru tout d'abord que cette substance était du fer, par analogie à la constitution des météorites ; cela cadrerait bien avec l'hypothèse : le fer météorite ne renferme pas trace de radium, mais la densité de la terre est de 5,5 et celle du fer est de 7,7 ; dans tous les cas, il est établi que les produits volcaniques ne sont pas radioactifs.

Si le radium n'est pas la seule source de chaleur, cela conduit à une épaisseur de la croûte terrestre inférieure à 30 milles. On peut admettre que la radioactivité décroît dans le sol avec la profondeur en tendant vers 0. La lave de l'Etna, qui ne contient pas de radium, est à une température de 1.060 degrés, qui correspond pour le gradient de Prestwich de (1) 1 fahrenheit pour 42,2 foot à une profondeur de 30 milles environ.

Il est impossible de ne pas être frappé par la concordance de ces résultats.

Pour concilier l'hypothèse du refroidissement du globe avec la théorie que nous venons d'exposer, on peut admettre que la quantité d'uranium origine se transformant peu à peu en radium, il y a appauvrissement de notre planète.

A titre de curiosité, nous allons indiquer l'extension que Strutt donne à sa théorie à propos de la lune.

La densité de la lune est de 3,5 égale à celle des roches de la croûte terrestre ; il en résulte que la lune a probablement la même composition que ces roches. Le gradient de la lune serait alors bien supérieur à celui de la terre, 30 fois plus

---

(1) 1 degré centigrade pour 23,2 m (*Annuaire du Bureau de Longitudes, 1908*).



grand, son volume étant par contre 50 fois plus petit, la quantité de chaleur produite serait égale à la moitié de celle de la terre ; mais comme la surface est 16 fois plus faible que celle de la terre, le gradient serait 8 fois supérieur à celui de la terre ; la pesanteur étant beaucoup plus faible sur la lune, on peut croire qu'il s'y produit des manifestations très violentes volcaniques de la chaleur interne.

Il y a bien une très grande quantité de cratères dans la lune, mais nous ne croyons pas qu'on y ait constaté actuellement des éruptions bien caractérisées ; il y a eu des phénomènes volcaniques anciens qui ont pu très bien avoir eu pour cause la radioactivité, comme le croit Strutt.

Rutherford a expliqué la chaleur solaire par la présence d'une quantité relativement faible de radium, 1 g par mètre cube.

Nous serions alors en présence, avec le soleil, d'un astre en pleine radioactivité, avec la terre d'un astre dont la radioactivité serait en train de disparaître, enfin avec la lune d'un astre à radioactivité morte.

(A suivre.)

---

## BOITE AUX LETTRES

---

La rédaction répondra à cette place aux demandes de renseignements qui lui seront adressées. Il ne sera répondu qu'aux lettres accompagnées d'une bande d'envoi du *Bulletin*.

**M. B. K., à Paris.** — On a renoncé, en effet, depuis un certain temps, à Paris, à l'éclissage des rails de tramways par la soudure ; les résultats n'ont pas été conformes aux espérances importées d'Amérique. Il est exact que la Compagnie du Chemin de fer Métropolitain ait recouru à ce procédé pour les rails de prise de courant, mais ces rails sont posés librement sur leurs supports, et des joints de dilatation sont pratiqués dans les parties courbes.

**M. E. D., à Paris.** — L'accumulateur ferro-nickel d'Edison, annoncé depuis près de 5 ans, est encore au laboratoire ; on croit qu'il en sortira un jour.



# LES EXCENTRIQUES

## INTRODUCTION

J'ai parlé, dans un précédent article (1), du dispositif qui permettait de réaliser un rapport défini, mais constant, entre les vitesses de rotation de deux axes, dans des cas particuliers.

Il existe, en cinématique, un problème non moins essentiel, pour la résolution duquel des générations d'ingénieurs ont rivalisé de science et d'ingéniosité : il consiste à réaliser entre deux mobiles, à déplacement rectiligne ou circulaire, un rapport de vitesse, variable cette fois. Il est entendu que le rapport de vitesse ainsi envisagé, pour être variable, varie toutefois d'une façon parfaitement définie ; il passe par une succession de valeurs, formant un cycle fermé, et constamment rangées dans le même ordre.

Un des dispositifs les plus connus, et peut-être le plus simple, est représenté par l'attaque d'un arbre de machine à vapeur, par un piston. Là, nous avons un mobile, l'arbre, dont la vitesse de rotation doit être constante ; le second mobile, la tige du piston, possède une vitesse variable et périodique qui ne correspond, d'ailleurs pas exactement à l'action du fluide moteur comme l'on sait.

Ce défaut de concordance, entre la marche du piston et sa cause motrice, est peu gênant, car il est racheté dans ce cas par un volant calé sur l'arbre de la machine. Mais il est d'autres cas, et l'attaque du tiroir par l'arbre dans une machine à vapeur en est un, où l'on ne peut se contenter d'une telle approximation ; et, dès lors, commence la série des mécanismes, parfois bizarres et souvent compliqués, ayant pour but d'astreindre le mobile, dont la vitesse est périodique, à se déplacer, en toute rigueur, selon l'action qui s'exerce sur lui, ou selon celle qu'il doit produire.

Parmi ces mécanismes, la plupart n'ont que des applica-

---

(1) Voir Bulletin n° 12. *Les trains épicycloïdaux.*



tions très isolées, en raison même des mouvements spéciaux qu'ils doivent réaliser ; ils ne sont pas susceptibles d'une étude générale. Il faut pourtant en excepter la famille des excentriques, une des plus intéressantes en raison des services qui lui sont journellement demandés, et peut-être la plus riche en combinaisons.

J'étudierai donc, dans cet article, les conditions dans lesquelles devra être conçu un excentrique, pour qu'il puisse constituer une transmission, dans le cas général, entre un axe dont la vitesse de rotation est uniforme, et une tige, dont le déplacement rectiligne doit posséder une vitesse périodiquement variable.

### THÉORIE

Théoriquement, un excentrique est formé par un plan perpendiculaire à l'axe de rotation ; ce plan contient une courbe, suivant laquelle un point de la tige, guidée suivant une droite parallèle au plan et passant par l'axe, est astreinte à se placer. Il en résulte une transformation du mouvement circulaire continu de l'axe, en un mouvement rectiligne alternatif de la tige.

### EXCENTRIQUE A RAINURE

Nous pouvons matérialiser un tel système en constituant notre plan par un plateau, assez épais pour qu'une rainure y soit pratiquée, selon la courbe citée plus haut, rainure dans

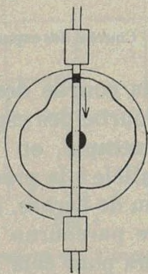


Fig. 1  
Excentrique à rainure

laquelle s'engagera un goujon solidaire de la tige guidée (fig. 1). Pour un certain profil de cette rainure, la courbe



des espaces de la tige aura une certaine définition ; réciproquement, si l'on se donne cette courbe des espaces, il sera facile d'en déduire le profil de la rainure.

L'excentrique à rainure est simple à construire, mais on l'emploie peu, car il est le siège d'une usure rapide ; on lui préfère l'excentrique à galets.

### EXCENTRIQUE A GALETS

**Conditions d'existence de la courbe des espaces.** — Dans ce dernier système, la liaison de la tige au profil de l'excentrique est assurée par deux galets roulant sur la tranche d'un plateau (fig. 2). Mais ici, le système est astreint à une nouvelle condition : la courbe doit être telle que l'écart  $b_1b_2$  des galets reste constant. On ne peut donc plus se donner arbitrairement une courbe des espaces, puisque celle-ci devra être symétrique.

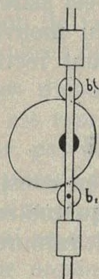


Fig. 2

Excentrique à galets

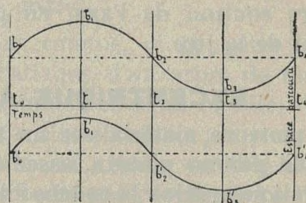


Fig. 3

Courbe des espace d'un excentrique à galets

Examinons, en effet, la courbe des espaces d'un excentrique à galets (fig. 3) ; la courbe des espaces du galet supérieur étant représentée, par exemple, en  $b_0b_1b_2b_3b_4$ , celle du galet inférieur sera parallèle à la précédente en  $b'_0b'_1b'_2b'_3b'_4$ . Après une demi-révolution de l'arbre, le galet supérieur roulera sur la région venant d'être parcourue par le galet inférieur, et réciproquement ; et il faudra pour cela que la courbe  $b_2b_3b_4$  soit égale à la courbe  $b'_0b'_1b'_2$  retournée, et que la courbe  $b'_2b'_3b'_4$  soit de même égale à la courbe  $b_0b_1b_2$  également retournée. En d'autres termes, la courbe  $b_2b_3b_4$  procédera du retournement de la courbe  $b_0b_1b_2$  et la courbe  $b'_2b'_3b'_4$  de celui de la courbe



$b'_0b'_1b'_2$  et l'on ne pourra choisir arbitrairement qu'une moitié de la courbe des espaces.

Sachant que la vitesse se mesure, à chaque instant, par l'inclinaison, sur l'axe des temps, de la tangente à la courbe des espaces, il est facile de voir que les branches  $b_1b_2$  et  $b_2b_3$ , par exemple, devront avoir une même tangente en  $b_2$  pour éviter, à moins de raison particulière, une variation trop brusque de la vitesse de la tige, qui se traduirait par un choc dans le mécanisme.

Il faut encore noter que l'excentrique devra être taillé, non pas suivant le profil déduit de la courbe des espaces, supposée connue, mais selon une parallèle à ce profil, de façon, et c'est ce qui importe, à ce que les axes des galets parcourent ce profil.

Dans ce qui va suivre, nous supposons que la vitesse de rotation de l'axe est uniforme.

#### Variation régulière de l'espace parcouru : profil en cœur.

— Le profil en cœur donne naissance à un mouvement rectiligne alternatif de la tige ; la vitesse en est constante, mais son sens change brusquement.

La courbe des espaces de l'un des galets (fig. 4), ou de la tige, est formée de 2 droites inclinées en sens contraires sur

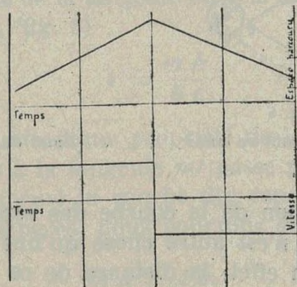


Fig. 4

Courbe des espaces et courbe des vitesses pour le profil en cœur

l'axe des temps, et la courbe des vitesses est réduite à deux droites parallèles au même axe des temps, et situées de part et d'autre de cet axe.



Le roulement du galet présente dans le cas actuel une particularité :

1° le centre d'un galet ne peut passer par le premier point de recoupement des 2 branches du cœur, soit S (fig. 5), que si le profil de l'excentrique est prolongé jusqu'au droit de ce point S ; or, cette condition est irréalisable, les branches de ce profil de l'excentrique se recoupant en C. On tourne la difficulté en astreignant l'autre galet à s'appliquer, dans ce moment, contre la face opposée de l'excentrique ; dès lors, le premier franchit la pointe en roulant sur le prolongement imaginaire des branches du profil de l'excentrique, au-delà du point C ;

2° lorsque le centre d'un galet atteint l'autre point de recoupement des 2 branches du cœur, soit T (fig. 6), le galet lui-même quitte brusquement une des branches du profil de l'excentrique pour rouler sur l'autre. Il n'y a donc aucune utilité à rendre le profil parallèle au cœur dans l'intervalle des points de tangence P et P' du galet ; un arc de cercle, ayant le point T pour centre y suppléera, en supprimant une ligne de rupture de la pièce.

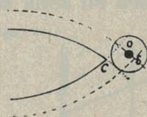


Fig. 5

Pointe du profil en cœur



Fig. 6

Fond du profil en cœur

Un simple examen de la courbe des espaces montre que le profil en cœur n'est autre chose qu'une spirale d'Archimède, puisque, en effet, la distance de ce profil à l'axe de rotation est proportionnelle au déplacement angulaire de l'excentrique.

**Variation régulière de la vitesse : profil de Morin.** — Le profil de Morin a pour but de faire varier la vitesse de la tige d'une façon uniforme ; il en résulte que le changement de sens de cette vitesse a lieu insensiblement.



La courbe des espaces (fig. 7) se compose d'arcs de paraboles  $b_0b_1$ ,  $b_1b_2$  etc., normaux aux ordonnées de  $t_0, t_2$  et  $t_4$  et se raccordant tangentielllement les uns aux autres.

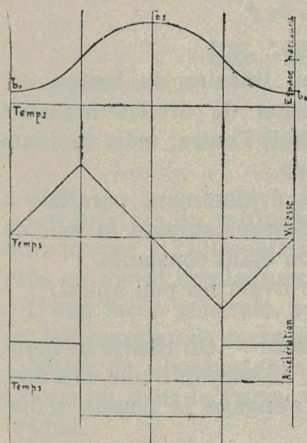


Fig. 7

Courbes des espaces, des vitesses et des accélérations pour le profil de Morin

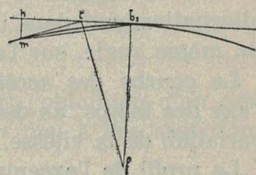


Fig. 8

Recherche de la vitesse au temps  $h$ .

La vitesse, à un temps quelconque  $h$ , est, on le sait, mesurée par la pente de la tangente  $mt$  à la courbe des espaces à ce moment ; soit (fig. 8)

$$V = \frac{m h}{h t}.$$

Or, et ceci résulte d'une propriété de la parabole, la tangente élevée en  $t$  à la tangente  $mt$  passe par le foyer  $f$  de la parabole qui a formé la courbe des espaces. Par raison de similitude de triangles, nous pourrions écrire :

$$\frac{m h}{h t} = \frac{t b_2}{t_2 f}.$$

Si nous observons que  $b_2 f$  est une quantité fixe, et que la relation

$$t b_2 = \frac{b_2 h}{2}$$



résulte encore d'une propriété de la parabole, nous en déduisons une nouvelle valeur de la vitesse

$$V = \frac{mh}{ht} = \frac{b_2 h}{2_0 b_2 t},$$

ne dépendant que de la quantité  $hb_2$ .

Cette vitesse étant une fonction linéaire du temps, sa courbe se réduira à une succession de droites inclinées alternativement dans un sens et dans l'autre, mais toujours du même angle, sur l'axe des temps.

La courbe des accélérations est évidemment parallèle à l'axe des temps, au-dessus ou au-dessous suivant le sens de variation de la vitesse, l'accélération étant constante.

Le profil de l'excentrique est un ovale un peu aplati.

**Variation régulière de l'accélération.** — On réalise ce mouvement d'une manière très simple, au moyen d'une coulisse, perpendiculaire à la tige, et où s'engage le bouton d'une manivelle fixée sur l'axe (fig. 9).

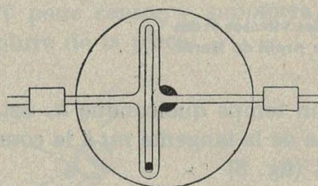


Fig. 9

Manivelle à coulisse

Ce dispositif n'étant pas un excentrique à proprement parler, nous ne ferons que le mentionner.

**Profils divers.** — On pourrait continuer longtemps l'énumération des profils d'excentriques établis pour répondre à des cas déterminés ; le principe du tracé d'un profil étant connu, il est facile de réaliser soi-même n'importe quel autre profil.

Dans un prochain article, nous examinerons les excentriques à cadres.

(A suivre.)

Eugène DELAUPE.



# L'INDUSTRIE SUCRIÈRE

## LE RAFFINAGE

### HISTORIQUE

Les origines du raffinage du sucre et l'obtention d'un produit propre à l'alimentation, donnent lieu à des assertions plus ou moins combattues.

D'une façon générale, ce n'est que vers le 15<sup>e</sup> siècle, qu'il est fait mention de sucre cristallisé chez les Arabes.

Moïse de Chorène dans sa description de la province de Chorasan, dans la Perse, vante le sucre précieux qu'on y fabrique.

Il paraît certain que les Vénitiens furent les premiers qui raffinèrent le sucre en Europe.

Ils imitèrent d'abord les Arabes, et vendirent le sucre purifié à l'état de sucre candi ; puis ils adoptèrent ensuite les cônes et donnèrent au sucre la forme du « pain de Venise ».

L'art de raffiner le sucre passa en Allemagne et de 1573 à 1597, on compta plusieurs raffineries, tant à Dresde qu'à Augsbourg.

L'établissement des raffineries de Hollande date de 1648, ce ne fut que beaucoup plus tard qu'il s'en forma à Hambourg.

Ce furent des Allemands qui portèrent cette industrie en Angleterre dans l'année 1659.

Les colonies françaises apprirent des Hollandais et des Portugais, les procédés de raffinage du sucre vers l'an 1693.

Les Français ne tardèrent pas à égaler leurs maîtres et aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles, les raffineries parisiennes et orléanaises rivalisèrent avec celles de Hambourg.

Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, sous l'influence napoléonienne, le raffinage fit des progrès considérables résultant de la situation tendue où nous mettait l'ardeur guerrière du grand Empereur. (*Blocus continental*).





Depuis cette époque, l'industrie sucrière a continué sa marche progressive et est devenue en quelque sorte, soit au point de vue sucrerie ou au point de vue raffinerie, une question vraiment nationale.

Aujourd'hui, l'art du raffinage, n'est plus comme autrefois particulier à quelque localité, partout où l'on suivra avec soin et intelligence les procédés propres à y parvenir, on obtiendra du sucre raffiné, de telle qualité qu'on voudra.

Cependant, les sucres qui sortent des raffineries parisiennes, l'emportent à tous les égards non seulement sur ceux raffinés en France, mais aussi à l'étranger ; et de nos jours, la renommée des produits parisiens ne fait que s'accroître, puisque ce sont eux qui couvrent en quelque sorte les marchés européens, sauf bien entendu chez nos voisins de l'est, également producteurs de sucre ; et que Paris même possède la plus importante raffinerie du monde : La raffinerie Say, qui dans usine du boulevard de la Gare travaille et fournit à elle seule le  $\frac{1}{3}$  du sucre consommé dans toute la France.

#### PRATIQUE DU RAFFINAGE. — TRAVAIL DU SUCRE BRUT

---

L'opération du raffinage a pour but l'élimination de toutes les impuretés, soit minérales, soit organiques qui sont contenues dans les sucres bruts, de façon à ne livrer à l'alimentation qu'un produit absolument pur.

Le travail du raffinage se divise en 7 phases successives qui sont :

- 1° La fonte (dissolution et clarification des sucres bruts).
- 2° La filtration.
- 3° La décoloration.
- 4° La cuite.
- 5° La mise en forme et la cristallisation.
- 6° L'épuration (Blanchiment).
- 7° L'étuvage.



### *Fonte des sucres bruts*

A leur arrivée à l'usine, les sucres sont soumis à la fonte.

Les chaudières à fonte qui sont le plus souvent installées au rez-de-chaussée de l'usine, sont chauffées à la vapeur, qui circule dans un double-fond, ou dans un serpentin, et munies d'un agitateur à bras tournant avec une vitesse de 60 tours à la minute.

Dans ces chaudières, on introduit de l'eau, puis la clairce provenant d'un travail ultérieur.

On chauffe, on malaxe, tout en faisant arriver une quantité de sucre suffisante pour que le sirop marque 30° Baumé. On doit régler l'arrivée de la vapeur de façon à ne pas dépasser 50 degrés.

La fonte étant terminée, on procède à la clarification.

On ajoute au sirop du noir animal réduit en poudre fine dans une proportion de 3 à 4 % du sucre en dissolution ; puis une petite quantité de sang 1 à 2 % qui agit en vertu de l'albumine qu'il renferme.

On porte lentement la température à 60 degrés, en remuant continuellement la masse, puis au bout de quelques instants on augmente l'arrivée de vapeur de façon à porter à l'ébullition.

Il se forme bientôt à la surface du liquide une écume formée d'albumine et d'hématoglobuline coagulées qui emprisonne le noir et les impuretés du sucre. Cette écume est désignée sous le nom de chapeau.

### *Filtration*

A sa sortie des chaudières à fonte, le sirop débarrassé de son écume est amené dans des filtres dont la construction particulière est due à Monsieur Taylor.

Ces filtres se composent d'une forte caisse en bois, doublée en cuivre de 2 m. carrés de base et de 1 m. 50 de hauteur.

Cette caisse porte une ouverture latérale.

A la partie supérieure se trouve une cuvette en bois doublée de cuivre ; profonde de 15 à 20 c/m ; au fond de laquelle on a percé une vingtaine de trous de 5 c/m de diamètre.

Dans la douille taraudée de chaque trou, se monte à vis et en dessous, un ajutage en bronze, ayant un bourrelet inférieur auquel on attache les sacs à filtrer.



Ces sacs ont une largeur de 50 c/m, sur une longueur de 1 m., ils sont faits en toile-coton d'espèce pelucheuse, très bonne pour la filtration.

A la partie inférieure se trouve des bacs destinés à recevoir le jus filtré.

Dans ces appareils, la filtration est très rapide et si les sucres ont été convenablement mélangés, si le noir est en quantité suffisante, les liquides qui s'écoulent sont parfaitement limpides et peu colorés (1).

#### *Décoloration des sirops*

Au sortir des filtres Taylor, les sirops sont envoyés sur des filtres à noir semblables à ceux que nous avons employés en sucrerie.

La décoloration se fait par du noir en grains.

On arrête la filtration dès que le liquide qui s'écoule n'est plus parfaitement décoloré.

La proportion de noir employé est considérable, elle est d'environ de 60 à 80 kilos % de sucre.

Les noirs sont lavés à l'eau, les petites eaux provenant de ce lavage sont envoyées à la fonte et le noir est après purification dirigé dans des fours à revivification.

#### *Cuite du sirop*

La cuite des sirops décoloré, s'effectue dans le vide à l'aide d'appareils exactement semblables à ceux employés au même usage en sucrerie.

La masse cuite; à sa sortie de la chaudière est envoyée dans des réchauffoirs, où l'on porte sa température jusqu'à 80°

Le sirop commençant à grainer dans l'appareil à cuire ne tarde pas à se remplir de cristaux; dès que ce fait se produit, on brasse lentement de façon à éviter l'agglomération de ces cristaux.

#### *Emplissage des formes*

Lorsque la masse cuite a acquis la consistance convenable; on la verse à l'aide d'une nochière de distribution dans des formes coniques en tôle galvanisée.

La pointe de ces formes porte un petit orifice qui pendant l'emplissage est bouché par un tampon de bois nommé tape.

---

(1) Bardy — Conférences au Laboratoire central des Contributions indirectes.



L'atelier dans lequel s'effectue le travail se nomme emplî. Il est soigneusement dallé de façon à pouvoir recueillir le sirop qui tombe lors de l'emplissage.

Les formes sont rangées la pointe en bas sur des wagonnets qui suivant les besoins sont amenés sous la nochière de distribution.

La température de l'emplî est constamment maintenue de 35 à 40°, ce qui rend pénible le travail.

Au bout de peu de temps, la superficie du sirop se recouvre d'une croûte cristalline.

C'est alors qu'il faut opaler et procéder au premier mouvement, opération qui a pour but de répartir dans le pain les grains qui sont précipités au fond.

Le mouvement se pratique à l'aide d'une sorte de couteau taillé en lame de sabre à deux tranchants.

C'est de cette opération assez délicate que dépend la beauté du pain.

Il faut que le couteau passe partout également sans quoi le pain s'attacherait à la forme et conserverait une teinte fauve aux endroits où les grains n'auraient pas été détachés.

Si l'on mouvait trop tôt, le grain tomberait sur la pointe, si au contraire on mouvait trop tard, on aurait une cristallisation mal répartie.

La cristallisation dure environ de 8 à 12 heures et pendant ce temps il est nécessaire de faire 3 mouvements ou opalages.

### *Epuration*

Malgré les opérations précédentes, les cuites présentent une coloration plus ou moins prononcée.

Elles renferment en outre la presque totalité des sels contenus dans les sucres bruts ; de là la nécessité de les purifier.

Cette opération s'appelle la purge et l'ensemble des manipulations qu'elle nécessite prend le nom de travail des greniers.

Les formes retirées de l'emplî sont au moyen d'un ascenseur monte-pains amenées au niveau du plancher des greniers. On les place sur des bancs percés de trous dans le but d'assurer à la forme une position verticale.

Ces bancs s'appellent lits de pains : ils sont placés au-dessus de caniveaux dans lesquels on recueille les sirops d'égout.



Après avoir enlevé la tape qui bouchait l'orifice ménagé à la pointe du cône, on enfonce une alène ou manille dans le trou afin de faciliter le départ du sirop.

La température est maintenue entre 25 et 28° ; le sucre commence à s'égoutter et au bout de 12 à 15 heures la base du pain ou patte est devenue blanche et sèche.

Le sucre prend alors le nom de sucre vert égoutté et le sirop qui s'en écoule sirop vert.

Il faut 5 à 6 jours pour obtenir l'égouttage complet.

Lorsqu'on a reconnu l'égouttage suffisant on procède au blanchiment.

### *Blanchiment*

La purge ne peut pas débarrasser complètement les cristaux de sucre de tout le sirop ; il en reste encore une quantité qui est considérable et qui adhère plus ou moins bien à leur surface et qui les colore plus ou moins.

Il faut donc avoir recours à une nouvelle opération pour obtenir les pains parfaitement blancs.

Cette opération est fondée sur le principe général qu'un liquide saturé d'une certaine substance et qui par conséquent ne peut plus dissoudre une nouvelle quantité de celle-ci, ne perd pas pour cela la faculté d'en dissoudre une autre. C'est ainsi par exemple que l'eau saturée de salpêtre peut encore dissoudre les sels qui se trouvent mélangés avec une nouvelle quantité de salpêtre à travers laquelle on la fait filtrer.

Il arrive de même dans les raffineries, qu'une dissolution aqueuses de sucre pur, une clairce par exemple, conserve la propriété de dissoudre les sels et le sucre incristallisable et laisse intact le sucre cristallisable.

En raffinerie, ce principe est appliqué de deux façons différentes :

- 1° Par le terrage ;
- 2° Par le clairçage.

#### *1° Blanchiment par terrage*

L'égouttage terminé, on laboure la pâte du pain avec une lame de bois, puis on ajoute une couche de sucre blanc que l'on a soin de tasser fortement.



Cette opération s'appelle faire le fond.

D'autre part on délaye, dans de l'eau, de l'argile de première qualité, de façon à obtenir une pâte parfaitement homogène et assez consistante.

A l'aide d'une cuiller, on verse sur la pâte du pain une couche d'environ 3 ou 4 centimètres.

L'eau que renferme cette bouillie d'argile, s'écoule petit à petit, dissout une partie du sucre blanc placé à la tête du pain et la clairce ainsi formée, chasse devant elle le sirop vert. Le nombre de terrages à effectuer varie suivant la coloration des produits ; mais ordinairement on opère en 3 ou 4 terrages dont la durée pour chacun est de 7 à 8 jours.

Pendant le terrage, on loche de temps en temps quelques formes ; c'est-à-dire qu'on les retourne, et qu'on dégage le pain, en frappant les bords de la forme sur un billot de bois. Le pain ainsi dégagé est examiné et si l'on remarque quelques teintes fauves vers la pointe, on continue le terrage.

Lorsqu'on juge cette opération arrivée à terme, on enlève la dernière couche de terre ajoutée et l'on procède au plamotage. Pour faire cette opération, on pratique de la façon suivante : on saisit chaque forme, on la couche sur un billot de bois ; puis à l'aide d'un riflard cintré, on ratisse la pâte du pain et on l'égalise.

Les pains sont ensuite soumis à un nouveau lochage, mais en ayant soin de les remettre de suite dans la position occupée primitivement ; puis on maintient pendant quelque temps alternativement les formes sur la pointe et sur la base de façon à répartir uniformément le peu de sirop non égoutté dans toute la masse.

On loche définitivement ; on enlève les formes, puis on laisse les pains exposés à l'air pendant 24 heures.

Avant d'étuver, on retranche la tête des pains et à l'aide d'une sorte de fraise, on en fait une nouvelle.

## 2° *Blanchiment par clairçage*

En substituant le clairçage au terrage, la durée du blanchiment est beaucoup abrégée.

Nous savons que les clairces sont des dissolutions de sucre, saturées à la température de l'opération, et qui par consé-



quent, ne peuvent plus dissoudre de sucre pendant leur passage à travers le pain.

L'opération du clairçage est donc commencée avec des clairces provenant d'opérations antérieures, mais qui sont néanmoins beaucoup plus pures que le sirop vert des pains et on termine par une clairce de sucre absolument pur.

L'égalisation de la pâte des pains se fait comme au terage puis on remplit de clairce l'espace ménagé en haut de la forme (ne pas oublier que les formes sont les pointes en bas). Le liquide descend par son propre poids et chasse devant lui le sirop vert.

Trois ou quatre clairçages suffisent pour que les pains soient blancs.

L'opération dure environ 2 jours.

Cinq ou six jours après le dernier clairçage, le sucre est suffisamment égoutté pour pouvoir être plamoté, loché et étuvé. L'opération du clairçage est considérablement abrégée par l'emploi de la sucette.

La sucette se compose d'un tuyau horizontal de large diamètre que l'on met en communication directe avec une pompe à air qui y maintient le vide.

A la partie supérieure de ce tuyau se trouvent des ajutages coniques munis de robinets.

La pointe des formes est adaptée à ces ajutages.

La pression atmosphérique qui s'exerce sur la pâte du pain force la clairce à pénétrer dans tous les pores du sucre et de cette façon l'égouttage se trouve abrégé.

Le clairçage à la sucette ne demande que 2 jours et procure un gain de 6 jours sur le procédé de clairçage ordinaire.

### *Etuvage*

Le sucre lorsqu'il sort des formes est humide et friable ; il est donc nécessaire de lui faire subir une dessiccation qui a lieu à une température de 50°.

Les étuves de raffinerie renferment chacune de 2.000 à 4.000 pains.

La dessiccation doit être conduite avec ménagement.

On chauffe d'abord modérément, car une température élevée subitement serait néfaste aux pains.



Les portes des étuves ne doivent être ouvertes que strictement pour le service nécessaire et refermées aussitôt sans quoi l'air froid ferait fendiller la surface des pains.

On juge l'étuvage complet quand le pain est devenu sonore sous le choc d'un corps dur.

Il faut environ 6 jours pour que cette opération se fasse.

#### *Habillage et livraison*

A la sortie des étuves, les pains sont soumis à un habillage fait en fort papier, puis livrés à la consommation.

Jean ROUBERTY,

*Membre de la Société des Laboratoires Bourbouze*

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

LE CAOUTCHOUC, par AMÉDÉE FAYOL. Un vol. in-8 broché 7 fr. 50. — Béranger, Paris.

Le but de ce livre est de donner à ceux qui ne sont pas initiés aux questions du caoutchouc des aperçus d'ensemble s'étayant sur des bases exactes, indiquer dans les grandes lignes quel parti l'industrie moderne a su tirer de la gomme brute pour réaliser d'incessants progrès, en multiplier les applications à l'infini et

---

préparer de nouvelles conquêtes dans ces domaines d'avenir.

SPECTROSCOPIE ASTRONOMIQUE, par P. SALET, Paris, O. Doin (Bibliothèque d'astronomie et de physique céleste). Un vol. in-18, de 440 p., 44 fig. et 1 planche hors texte. Prix : 5 francs.

On consultera avec intérêt le livre de M. SALET pour tout ce qui a trait aux méthodes nouvelles de l'astronomie physique : spectrohéliographes, spectroscopie interférentielle, découvertes récentes sur la constitution physique du soleil, effet Zeeman, atmosphères planétaires.

---



## Intermédiaire Professionnel

---

La correspondance relative à l'Intermédiaire Professionnel devra être adressée à M. Mercier, vice-président de l'Association, 15, rue de Verneuil, Paris (7°).

---

Le Service de l'Intermédiaire Professionnel est maintenant entièrement organisé, et les services qu'il a déjà rendus ont été fort appréciés.

MM. les Sociétaires qui recherchent une situation, ou que leurs relations ont mis au courant d'une vacance, sont priés de vouloir bien en informer M. Mercier.

---

### OFFRES D'EMPLOIS

Cette rubrique est destinée à recevoir les insertions que MM. les Industriels voudront bien faire parvenir à l'Association, en vue de s'adjoindre des agents techniques, d'instruction pratique garantie par les certificats et Diplômes du Conservatoire.

On demande plusieurs ouvriers mécaniciens ajusteurs et monteurs, pour la province. (105)

On demande plusieurs monteurs téléphonistes avec références sérieuses. (106)

---

### DEMANDES D'EMPLOIS

Cette rubrique est réservée aux membres titulaires de l'Association.

Mécanicien ajusteur et monteur demande un emploi. *D-(102)*

Dessinateur, connaissant l'ajustage et le montage, demande un emploi au bureau ou à l'atelier. Bonnes références. *D-(103)*

---

*Le Gérant : E. DELAUPE.*

---



# LA RADIOACTIVITÉ EN GÉOLOGIE ET DANS L'ATMOSPHÈRE

PAR

M. P. BESSON (1)

(Fin) (2)

## Appareils pour l'étude de la radioactivité

En 1903 et 1905, nous avons montré très rapidement quels étaient les appareils, établis par nous, à la Société centrale de Produits chimiques, sur les indications de Pierre Curie, qui servaient pour l'étude de la radioactivité.

Ces appareils sont pour un laboratoire, leur maniement est très délicat et demande un assez long apprentissage.

Pensant qu'il était nécessaire de faire entrer les recherches de la radioactivité dans un domaine plus pratique, nous avons établi un appareil portatif sur les indications de MM. Chêneveau et Laborde, tous les deux anciens élèves et préparateurs de Pierre Curie : le premier, chef des travaux de physique à l'Ecole de physique et chimie de la ville de Paris ; le second, préparateur à la Faculté des Sciences au laboratoire de Mme Curie (3).

Cet appareil peut être manipulé très facilement et permet de faire des mesures très rapides, aussi bien sur les minéraux que sur les gaz et les eaux.

Il est certain que l'étude de la radioactivité formera d'ici peu une partie très importante dans toutes les recherches géologiques ou minéralogiques. Nous pensons qu'il n'est pas inutile, pour des ingénieurs, d'avoir un aperçu de la méthode employée, pouvant être appelés d'un moment à l'autre à faire des mesures de ce genre.

---

(1) Extrait des procès-verbaux des séances des 5 et 19 mars 1909, de la Société des Ingénieurs Civils de France, par autorisation de son Président.

(2) Voir *Bulletin* n° 14.

(3) Cet appareil a obtenu un grand prix à l'Exposition de Londres 1908, section des mines.



Un corps radioactif placé au voisinage d'un électroscope chargé, ionisant l'air, tend à décharger ledit électroscope.

Pour l'étude des corps solides, on visse l'électroscope sur une cage métallique (*fig. 1*) renfermant un plateau destiné à supporter la substance à étudier. La tige isolée de l'électroscope plonge dans cette cage métallique que nous appelons *appareil de déperdition à plateau*.

Pour l'étude des gaz radioactifs, l'électroscope se visse sur le col d'un cylindre métallique (*fig. 2*) dans lequel sont introduits les gaz à étudier; la tige isolée de l'électroscope est, dans

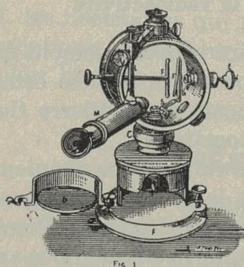


Fig. 1

Appareil de déperdition à plateau

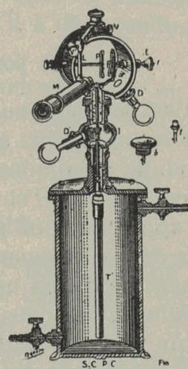


Fig. 2

Appareil de déperdition à cylindre

ce cas, munie d'un prolongement qui plonge dans le *cylindre de déperdition* et constitue une électrode centrale isolée.

L'électroscope établi sur le principe de Curie est constitué par une cage métallique, en forme de section de tube, limitée par deux glaces de verre à faces parallèles (*fig. 1*).

Il comprend une feuille d'aluminium mobile F, portée par une extrémité par une lame métallique, reliée électriquement par le bras S à une tige T servant d'électrode déperditrice pour l'appareil à minéraux ou T' (*fig. 2*) pour l'appareil à gaz.

L'isolement de la tige de la monture est fait par un bouchon en ambroïde V.

Le bouton mobile E sert à charger l'appareil, la pièce P sert de protecteur à la feuille d'aluminium, pendant le transport.

Le mouvement de la feuille d'aluminium est observé à



l'aide d'un microscope que l'on peut déplacer en tous sens, le microscope porte un oculaire micrométrique comme dans l'électroscope de Curie. L'électroscope peut se visser sur la boîte à minéraux, comme il est représenté sur la figure 1. Les substances sont placées sur le plateau D, qui peut tourner autour d'un axe vertical.

Quant aux cylindres de déperdition représentés (*fig. 2*), ce sont des tubes de cuivre fermés aux deux bouts avec un robinet à chaque extrémité.

Les cylindres étant destinés à recevoir des gaz qui peuvent y séjourner un temps prolongé et y subir des mesures successives, on a réalisé un système de bouchage automatique permettant d'enlever l'électroscope sans qu'il y ait communication entre l'intérieur du cylindre et l'atmosphère.

La tige formant électrode déperditrice porte un renflement cylindrique venant boucher le cylindre ; quand on dévisse l'électroscope, la course filetée est suffisante pour faire monter le bouchon qui obstrue le cylindre ; quand on visse de nouveau l'électroscope, le bouchon s'abaisse et la tige de l'électrode est de nouveau séparée du cylindre.

Sur la figure 2 est représentée une enceinte I servant à dessécher la partie de l'appareil dans le voisinage du bouchon d'ambroïde, la matière à dessécher se place en O' ; on peut également dessécher l'électroscopé au moyen du petit ballon D. Si on se sert de l'enceinte I, il est nécessaire de placer une rallonge supplémentaire à la tige T'.

Dans la pratique, on emploie surtout des gaz secs, et on évite toute introduction d'eau dans le cylindre.

Les différentes tiges et rallonges sont montées à bayonnette, il en est de même du bouchon supplémentaire *b* qui sert à fermer hermétiquement le cylindre.

La petite tige *t* figurée (*fig. 2*) se visse à la place de T de la figure 1 et sert à supporter l'électrode pour le cylindre.

#### MESURES DES DÉPERDITIONS

La déperdition de charge de l'électroscope est mesurée par la vitesse de chute de la feuille d'aluminium, c'est-à-dire la vitesse de déplacement de ladite feuille dans le champ du microscope. Cette vitesse est mesurée avec un compte-secondes. Soit *d* le déplacement de la feuille, mesurée sur le



microscope,  $t$  le temps, la vitesse de chute  $V = \frac{d}{t}$  qui exprime des divisions du micromètre par seconde.

L'électroscope à vide sans matière radioactive peut se décharger soit par une fuite, par conductibilité de l'ambroïde, soit sous l'effet de conductibilité de l'atmosphère. On s'assurera de la propreté de l'appareil au point de vue radioactif; dans de bonnes conditions la vitesse de déplacement doit être inférieure à 1 division du micromètre en cinq minutes, c'est-à-dire inférieure à 0,003 division par seconde.

La fuite spontanée ne pourra jamais être supprimée entièrement, il y aura lieu d'en tenir compte dans les mesures; il sera utile de la mesurer souvent, elle sera un terme soustractif dans les opérations.

Il est utile que cette fuite spontanée ne soit pas supérieure à 1/10 de la vitesse de chute mesurant le phénomène étudié.

#### MESURES QUANTITATIVES

1° *Corps solides*. — On mesure la déperdition de l'électroscope, placé sur l'appareil à plateau, sous l'influence d'un disque recouvert d'oxyde d'uranium. Puis on répand le produit à mesurer uniformément sur une surface égale à celle recouverte par l'oxyde d'uranium, et on mesure la déperdition de l'électroscope sous l'influence du produit étudié.

On dira que le produit mesuré a une activité de 1, 2, 3... quand la déperdition obtenue sera 1, 2, 3... fois plus grande que celle produite par l'oxyde d'uranium. L'appareil permet de mesurer des activités de 1/200 jusqu'au radium pur.

2° *Gaz*. — Les gaz peuvent provenir soit, du griffon d'une source minérale, soit du sol, soit de l'atmosphère; ils peuvent être extraits par ébullition ou par barbotage d'une eau dont on veut connaître la radioactivité. On introduit dans le cylindre bien sec le gaz bien desséché, en faisant un vide partiel dans le cylindre.

3° *Eaux*. — On peut introduire l'eau dans le cylindre, il faut alors employer l'enceinte desséchante placée avant l'électroscope. On ne peut recommander cette méthode qui ne peut servir que qualitativement.

Nous aimons mieux procéder par ébullition de l'eau miné-



rale, nous recueillons les gaz desséchés par la potasse et l'acide phosphorique sur une cloche à mercure. On peut avoir ainsi une grande précision.

L'électroscope est étalonné par rapport à l'émanation d'une quantité de radium mise en solution, produite par minute.

On dira, par exemple, que l'activité d'une eau minérale est  $n$  milligrammes-minute. C'est-à-dire que cette radioactivité est la même que celle produite par un poids de radium  $n$  en une minute.

En juillet et août 1908, nous avons mesuré la radioactivité des eaux d'Uriage (1) qui est de  $0.015 \frac{\text{milligramme}}{\text{minute}}$  en moyenne, variant en raison inverse de la pression atmosphérique.

On peut mesurer la radioactivité des roches en les dissolvant et en recueillant l'émanation sur laquelle on opère comme il a été dit. La quantité minimum d'émanation du radium mesurable est de  $0.0019 \frac{\text{milligramme}}{\text{minute}}$  et la quantité minimum de bromure de radium dosable par l'émanation est de  $2,3 \times 10^{-4}$  milligramme = 0,00000023 mg !!

### La Radioactivité et l'Atmosphère

Nous avons déjà eu l'occasion de dire quelques mots de la question en 1905. Nous croyons utile de donner aujourd'hui quelques compléments ; l'appareil dont nous venons de donner la description se prête parfaitement à cette étude.

Elster et Geitel ont observé une émanation radioactive dans l'atmosphère : ils portaient un fil de 10 m. de long à un potentiel négatif de 2.000 volts ; la surface de ce fil devenait radioactive ; cette radioactivité pouvait être recueillie en essuyant la surface du fil avec une feuille de papier de soie, avec de l'ouate, etc. Cette radioactivité décroissait peu à peu comme la radioactivité induite à l'air libre. En mesurant à l'aide d'un électroscope la déperdition d'un fil de 10 m. chargé à un potentiel de 2.000 volts, on peut se rendre compte de la quantité d'émanation présente dans l'atmosphère. On peut aussi faire passer une quantité d'air donnée dans le

(1) *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, 9 Novembre 1908. Note de M. P. Besson présentée par M. d'Arsonval. MM. Brochet à Plombières, Moureu à Luchon, Laborde à Bussang ont utilisé l'appareil au cours de 1908.



cylindre déperditeur et mesurer la vitesse de décharge. On peut encore faire passer un volume d'air déterminé sur de l'ouate, et mesurer sa radioactivité.

La pluie, la neige fraîchement tombées sont radioactives ; la mission Charcot a emporté un de nos appareils pour faire des mesures de ce genre.

D'après M. A. Eve, la quantité d'émanation présente dans l'atmosphère est en moyenne égale, par mètre cube, à celle produite par  $80 \times 10^{-12}$  de bromure de radium pur (24 à  $127 \times 10^{-12}$ ).

C'est à Coulomb que l'on doit la première notion d'une cause inconnue de la déperdition électrique dans l'atmosphère.

La formule de déperdition électrique par lui établie est  $E = E_0 e^{-\alpha t}$  dans laquelle  $E_0$  est la charge initiale,  $t$  le temps,  $\alpha$  la constante de déperdition.

Coulomb établit que  $\alpha$  était proportionnel au cube de la tension de la vapeur d'eau : voici ce qu'il écrivait dans son mémoire de 1785.

« Avant de finir cette première partie de mon mémoire, je  
« dois encore avertir que, quoique le thermomètre, l'hygro-  
« mètre et même le baromètre, marquent à différents jours,  
« les mêmes degrés, le décroissement de l'électricité n'est  
« cependant pas toujours le même. L'on ne peut, ce me  
« semble, expliquer ces variétés par une autre cause que par  
« la composition de l'air formé de différents éléments plus  
« ou moins idioélectriques, dont la densité, les proportions  
« varient presque continuellement et qui ont des degrés d'af-  
« finités différents avec les vapeurs aqueuses. »

Nous signalerons deux séries d'expériences intéressantes. En 1904, le docteur Gockel, de l'Université de Fribourg, étudia la déperdition d'un fil de 10 m. porté à un potentiel négatif de 2.000 volts. Voici le résumé de ses observations :

1° La teneur d'émanation A augmente du simple au décuple, en allant de la mer du Nord aux Alpes ;

2° La période diurne est assez constante avec un maximum très aplati de neuf heures du matin à cinq heures du soir. Il n'y a pas de périodes annuelles ;

3° La teneur d'émanation A semble indépendante de l'hu-



midité, du vent, des nuages. Elle varie dans le même sens que le coefficient de déperdition + et —,  $a_+$  et  $a_-$  et aussi dans le même sens que  $q = \frac{a_-}{a_+}$ ;

4° La teneur d'émanation A augmente avec la pression atmosphérique ;

5° La teneur d'émanation A est plus grande pour l'air libre que pour l'air pris au ras du sol.

Signalons tout d'abord que ce dernier résultat est contradictoire avec les expériences d'Elster et Geitel, qui avaient constaté que l'air des caves et des grottes était plus radioactif, pensant que l'émanation provenait du sol.

Citons maintenant les expériences faites par M. Bellia sur l'Etna (2.400 m. d'altitude) en mai 1907 ; elles sont sur beaucoup de points en contradiction avec les précédentes :

1° La déperdition électrique est deux fois plus grande au sommet de l'Etna qu'à Catane ;

2° Le rapport  $\frac{a_+}{a_-} = 1$  contrairement à ce qu'on observe sur les sommets ;

3°  $\frac{a_+}{a_-}$  est maximum dans l'après-midi, comme l'a observé Lecadet sur le mont Blanc et Gockel au Rothorn ;

4° La déperdition est inverse de l'état hygrométrique ;

5° La déperdition est maximum le matin et le soir et minimum à midi ;

6° La déperdition est la même pour l'électricité + et —. Que peut-on conclure de ces résultats un peu touffus ?

A notre avis, il est hors de doute que le sol apporte dans certains cas de la radioactivité. Cet apport est très irrégulier et varie avec les lieux, la nature géologique des terrains sous-jacents, le gaz sortant du sol. Nous ne pouvons que souhaiter que les recherches radioactives soient faites concurremment avec celles de la géologie dans toutes les régions (1). D'autre part, il nous paraît certain que les taches et protubérances solaires ont une très grande influence sur la teneur de l'émanation atmosphérique, comme du reste, sur toutes les autres manifestations de l'état électrique de l'atmosphère. Cette science est à son début, la mesure de la radioactivité atmos-

---

(1) Sur les influences solaires : Voir les opinions de MM. l'abbé Moreux, Marchand, Ch. Lallemand, Hecker, de Parville.



phérique, du potentiel atmosphérique, de l'ionisation, de la conductibilité en fonction de la mobilités des ions, de la mobilité des ions eux-mêmes devra être faite systématiquement dans les observatoires ; peut-être alors sera-t-il possible d'établir les lois qui président à leurs variations, et ainsi la véritable cause des phénomènes météorologiques. Malheureusement, le peu de périodicité qui existe dans ces manifestations de l'activité solaire ne nous permet guère de croire à une prédiction véritable du temps.

Cette conception de corpuscules solaires venant se mêler à notre atmosphère, se trouve déjà dans Lucrèce qui écrivait :

- 1°        « *Versibus ostendi corpuscula materię* »  
          « *Ex infinito summum rerum usque tenere* »  
          « *Undique protelo plagarum continuado* »

« Les corpuscules, éléments de matière, entretiennent de toute éternité et partout l'ensemble des choses, par une suite de chocs ininterrompus. »

- 2°        « *Fit quoque ut hunc veniat in cœlum extrinsecus illa* »  
          « *Corpora quae faciunt nubes nimbosque volantes* »

« Enfin, peuvent venir des mondes du dehors pour se joindre à la matière des nuages mobiles, des corpuscules propres à les former ».

### La Radioactivité et la Chimie

L'émanation du radium est le plus grand agent chimique qui existe dans la nature. Elle possède une énergie potentielle considérable. Nous avons dit que l'émanation ne dégage que des rayons  $\alpha$ , sur les 100 calories-gramme dégagées par heure, 75 le sont par l'émanation d'après Rutherford, qui calcule que la chaleur émise pendant la vie de l'émanation est de l'ordre de  $7 \times 10^6$  calories pour 1 cm<sup>3</sup> ; alors que la chaleur émise par l'explosion de 1 cm<sup>3</sup> d'un mélange de 2 d'H pour 1 d'O est seulement de 3 calories, soit  $2,5 \times 10^8$  fois plus faible environ.

En supposant la densité de l'émanation égale à 108 ; 1 mg libère en trente jours une quantité de chaleur = 720.000 calories-gramme ; si toute cette énergie était utilisée pour décomposer l'eau, on pourrait en décomposer 200 g en O et H.



Dans la réalité, on en obtient beaucoup moins, l'eau est bien décomposée comme nous l'avons du reste dit en 1903 et 1905, mais la réaction étant réversible en présence de l'énergie de l'émanation, une certaine quantité d'eau se reforme.

Giesel et Curie avaient montré dès le début qu'une solution de radium dégageait un gaz tonnant ; une solution contenant 1 dg de bromure de radium pur dégage continuellement de petites bulles gazeuses.

Sir William Ramsay et M. C. Cameron ont cherché à appliquer l'énergie de décomposition de l'émanation d'abord à l'étude de l'électrolyse de l'eau. Ils ont montré que l'eau était décomposée en ses éléments, la quantité d'H trouvée est inférieure à celle qu'exige la formule  $H^2O$  ; ils ont également montré la présence de néon, au lieu d'hélium trouvé pour l'émanation sèche.

Poursuivant cette étude, ils voulurent voir l'action de l'émanation sur le sulfate de cuivre.

Un sulfate de cuivre fut parfaitement purifié par une série de cristallisations, il fut laissé en solution pendant un mois avec de l'émanation ; le gaz trouvé fut l'argon ; le cuivre fut séparé et le résidu fut examiné au spectroscope. On constata la présence de sodium, de potassium, enfin la raie du lithium.

Les deux premiers sels peuvent provenir du verre du ballon, mais il est impossible d'expliquer à première vue, la raie rouge du lithium, ni l'acide sulfurique, ni le cuivre n'en renfermait, de nombreux prélèvements furent faits sur le sel comme témoins, on ne put jamais constater la présence de lithium, sauf pour les fractions de sel soumises à l'émanation.

Ramsay, avec beaucoup de prudence, pense que l'on se trouve en présence d'une désintégration atomique, le cuivre se transformant en lithium, puis en sodium (1).

Il était intéressant, partant de l'hypothèse de Ramsay, d'examiner les minéraux renfermant du radium et du cuivre et de voir la quantité de lithium correspondante, comme on l'avait fait pour l'uranium et le radium que l'on a trouvé en proportion constante.

M. Mac Coy a constaté qu'une pechblende du Colorado

(1) Mme Curie a communiqué dernièrement à l'Académie des Sciences (10 août 1908) qu'il lui a été impossible de constater la transformation observée par Ramsay, elle n'a utilisé que des appareils en platine, le lithium viendrait du verre ?



renfermait du cuivre et du lithium. Quatre autres minéraux contenaient du radium et de l'uranium et également du lithium ; sur ces quatre minéraux, trois seulement renfermaient du cuivre ; pour le quatrième, il y avait du lithium et pas de cuivre, on peut admettre pour lui que la transformation est complète. Mlle Gleditsch, du laboratoire de Mme Curie, a montré qu'il n'y avait aucune proportionnalité entre les quantités de cuivre et de lithium présentes dans les minéraux radioactifs.

Cela ne peut, à notre avis, infirmer les expériences de Ramsay, car la transformation est plus ou moins complète, suivant la quantité de radium présente en lui ; la loi peut être fort complexe.

Ramsay a conduit ses expériences avec une méthode remarquable, c'est un opérateur hors ligne, la présence du lithium est certaine, peut-être vient-il du verre plus décomposé en présence de l'émanation ?

#### LA DÉSINTÉGRATION RADIOACTIVE PEUT-ELLE ÊTRE PROVOQUÉE ?

Nous avons dit que 1 g de radium dégageait par heure 100 calories-gramme, soit 876.000 calories-gramme par an, soit 876 grandes calories ; si on admet que la vie moyenne du radium est de trois mille années, on voit que la quantité de chaleur dégagée au cours de sa vie, par 1 g de radium, est de 2.628.000 calories ; on voit quelle quantité de chaleur dégagerait 1 g de radium, si on pouvait le décomposer instantanément ! Si on rapporte cette quantité de chaleur à 1 kg, on voit que la quantité de chaleur dégagée est de  $26 \times 10^8$ , si 8.000 est la chaleur spécifique de la houille, cela correspond à la chaleur produite par la combustion de 325 t de houille ! En prenant 425 pour l'équivalent mécanique de la chaleur, cela représente un travail de 1.116.900.000.000 kgm, soit 4.136.666 chevaux-heure !

La quantité d'énergie accumulée dans tous les corps est analogue à celle contenue dans le radium, la différence d'activité ne provient que de la différence de vitesse avec laquelle la décomposition se fait. Comme le disait, pour faire image, M. Gustave Le Bon, dans son très intéressant ouvrage *l'Évolution de la matière* : Dans une pièce de 5 centimes, il y a 510 milliards de kilogrammètres emmagasinés ! »



Si on pouvait désagréger volontairement un corps, on voit de quelle quantité fabuleuse d'énergie on disposerait.

La désintégration de quelques kilogrammes de fer ou de plomb suffirait à produire ce qui demande actuellement des millions de tonnes de charbon, le corps obtenu par la désintégration n'aurait qu'une valeur bien faible par rapport aux trésors d'énergie disponible.

L'or deviendrait un sous-produit du plomb ; et ce serait en un or vil que le plomb se serait changé !

Nous est-il permis d'espérer qu'un jour il nous sera possible de désintégrer à volonté un corps ? En pareille matière, il est bien difficile de prévoir l'avenir, et cependant notre conviction profonde est qu'on pourra utiliser cette énergie accumulée dans la matière ; qu'importera alors la disparition des combustibles minéraux mis si parcimonieusement à notre disposition, quand nous pourrons puiser sans compter dans la matière elle-même inépuisable !

Nous ne connaissons de la radioactivité que le bâton de résine et la pile de Volta : quand on mesure le chemin parcouru en moins d'un siècle, tous les espoirs nous sont permis.

---

## LA SCIENCE & L'INDUSTRIE <sup>(1)</sup>

---

Les études scientifiques s'imposent de plus en plus pour la résolution des problèmes industriels. Mais pour la Chimie, en particulier, s'il n'existe qu'une Chimie générale, à côté d'elle viennent se placer des Chimies industrielles, nombreuses, dont le programme a pour but d'étudier des propriétés spéciales des corps, des faits scientifiques spéciaux, trouvant leur application dans l'Industrie.

L'*Empirisme* a été détruit par la *Science* ; ainsi prenons pour exemple la préparation du *Safran de Mars* ou *peroxyde de fer* ( $\text{Fe}^2\text{O}^3$ ).

---

(1) Notes recueillies à la leçon d'ouverture du Cours de Chimie appliquée aux Industries des Chaux et Ciments, Céramique et Verrerie, le Vendredi 5 Novembre 1909.



Autrefois, il existait de multiples recettes pour obtenir ce corps, recettes toujours accompagnées de détails oiseux ou inutiles pour le but que l'on poursuivait.

Dans la fabrication du *verre*, le sable et les alcalis étaient préconisés, engendrant une mauvaise technique, car seules la chaux et la silice sont utiles pour donner au verre ses qualités intrinsèques.

La *Science* vient éclairer la technique ; la *Chimie*, particulièrement, a permis le développement rationnel de la *Métallurgie*, entraînant celui de la *Mécanique*, capable, par ses machines, de décupler la force de l'homme, et de lui permettre surtout d'extraire ce minéral précieux : la houille, base actuelle de toute l'*Industrie*.

*Lavoisier*, il y a à peine plus d'un siècle, a permis de réaliser toutes ces conditions de progrès, en donnant à la *Chimie* un mouvement plus concis, plus raisonné.

Pour la fabrication des *ciments*, il faut mettre en œuvre une technique vraiment scientifique, qui n'a pu être appliquée qu'après les magnifiques travaux de *Vicat* ; on ne mélange plus au hasard des produits quelconques, on sait ce qu'ils renferment de chaux, dont l'influence est telle qu'à un millième près, les ciments sont totalement différents.

Le *verre* devient de plus en plus blanc, plus parfait, le prix restant le même, mais les conditions de chauffage se sont modifiées ; on a créé des foyers à dépense minima, tel le *four Thomson* qui réalise une économie de 75 % sur les appareils précédemment en usage.

De plus, des gisements houillers proches, en Angleterre, en Belgique, ont été exploités, permettant d'abaisser le prix du combustible.

Grâce à l'analyse, les *émaux* ont vu leur palette s'enrichir en tons plus purs, faciles à reproduire. Les *pourpres*, les *couvertes cristallines*, les *flammés*, les *lustrés*, si difficiles à obtenir, ont été mis au point par les données de la *Science*.

L'*Industriel* instruit est fort, plus fort que ses confrères ; une simple analyse lui permet d'interpréter, de modifier, les travaux des concurrents. Par une exploitation rationnelle des matières premières, à laquelle s'ajoute des données d'art, un maximum de valeur industrielle est atteint.

Tout se réduit à des transformations ; mais l'homme peut



créer des choses n'existant pas dans la nature, et ceci par sa propre force.

Soit un éclat de *Chalcopyrite* ou *pyrite de cuivre* ( $\text{CuFeS}_2$ ) ; par des traitements métallurgiques appropriés, il sera relativement facile d'en extraire du cuivre métallique qui, transformé en fil, pourra servir à transporter la force électrique. La puissance créatrice de l'homme apparaît encore quand, partant du sable, de la chaux et de la potasse, il peut obtenir des pièces de verre soufflé : contournées, sveltes, de formes agréables à l'œil.

L'application de la *Science* à l'*Industrie* revêt des caractères particuliers suivant la partie industrielle considérée ; tantôt l'*Industrie* met au service de la *Science* les capitaux nécessaires à la mise au point d'une découverte, d'un procédé ; tantôt l'*Industrie* ne fait que profiter de ce que la *Science* a innové.

Ainsi, la *Badische Anilin und Soda Fabrik*, de Ludwigshafen-sur-le-Rhin, peut, dans son usine même, dans ses laboratoires spéciaux, étudier ses matières premières, et découvrir de nouvelles matières colorantes ou de nouveaux produits chimiques.

En France, la grande usine de *Saint-Gobain* poursuit aussi ses recherches au sein de ses ateliers.

Mais le nombre de ces industries, de ces maisons, pouvant sacrifier des capitaux, souvent considérables, est très restreint, et, le plus généralement, on se contente d'appliquer ce qui a été trouvé par les savants et les techniciens.

Avant qu'une découverte scientifique passe dans la pratique industrielle, elle doit suivre plusieurs étapes nécessaires

Le *Savant*, le *chimiste*, dans son laboratoire, peut découvrir un fait nouveau, tout en étant loin de réaliser le *desideratum* de l'*Industriel* sur la question du prix de revient. En effet, au laboratoire, on ne compte pas les heures passées, souvent très longues, et les produits et appareils coûteux, pour la réalisation d'un produit nouveau. Ce que le savant cherche, c'est obtenir un résultat et de le publier au plus vite.

C'est alors qu'intervient la tâche de l'*Industriel* qui, lui, envisage le prix de revient, qu'il doit abaisser pour vendre sa marchandise. Il a un point de vue complètement différent, qui donne lieu à des études plus longues, plus coûteuses qu'au



laboratoire ; de plus il doit poursuivre ses recherches en tenant secret son procédé, pour lutter contre la concurrence.

La question, reprise alors par le *Technicien*, est affinée pour réaliser un prix de revient minima, en mettant à profit certains procédés, certains tours de main, qu'une longue expérience lui a permis d'acquérir.

Quand tout est au point, bien étudié, le *Praticien* : contre-maître, artisan, artiste, vient définitivement manufacturer, fabriquer, le produit ou l'objet nouveau.

On voit, par toute cette série d'études, combien il faut de prudence pour mener à bien une découverte.

L'industriel moyen doit se servir de ce que les autres ont fait, mais à cet effet, il doit encore se documenter, ce qui est bien souvent omis dans un but d'économie exagérée, ou le plus fréquemment parce que les documents sérieux, les journaux techniques, manquent.

Sur les Arts du feu, en France, il existe seulement deux périodiques : « *La Revue des Matériaux de Construction* » et « *La Céramique* » pour fournir des renseignements scientifiques utiles.

Cet état de choses est dû en grande partie au manque de relations qu'ont entre eux les *Industriels*, les *Savants* et les *Éditeurs*. Et bien souvent, on entend ce duo :

*Le Technicien.* — Où voulez-vous que je puisse me documenter, il n'existe aucune revue ?

*L'Éditeur.* — A quoi bon éditer une revue, je ne la vendrai pas !

où chaque interlocuteur parle de son côté sans jamais entendre la voix du voisin.

*En Allemagne et en Suisse*, on a compris cette nécessité de la documentation, et l'industriel peut trouver d'utiles renseignements dans d'importantes publications, telles que « *Ton industrie Zeitung* » pour ne citer que celle-ci. Mais cet état de choses n'est pas particulier pour les Arts du feu ; pour toutes les industries, si petites soient-elles, il existe des périodiques capables de fournir aux intéressés des renseignements utiles.

Un chef d'industrie est presque toujours tenu, absorbe, par la partie administrative, aussi a-t-il grand intérêt à confier la tâche scientifique à un chimiste expérimenté. Mais ce chi-



miste, lui-même, devra connaître plusieurs langues, sinon d'une manière approfondie, littéraire, au moins suffisamment pour traduire les principales publications d'Allemagne ou d'Angleterre.

Moissan a compris tout le profit que peut retirer le chimiste de la connaissance des langues étrangères ; aussi, dans le programme de l'*Institut de Chimie appliquée de la Faculté des Sciences de Paris*, a-t-il donné une large place à l'étude de ces langues étrangères, en instituant des cours d'allemand, d'anglais et d'espagnol.

De préférence, il convient d'étudier l'anglais, s'il n'est pas possible d'étudier simultanément l'allemand et l'anglais.

Avec un tel bagage intellectuel, le chimiste, dans l'usine, rémunérera largement ce que l'industriel dépensera pour lui, en apportant une direction plus éclairée, plus rationnelle.

L'empirisme, cette tare de nos industries, ne permet que rarement la réalisation de cette union : du *laboratoire* et du *bureau*, au sein même de l'*usine*.

Dans la petite industrie, la documentation suffit pour donner des idées nouvelles à l'industriel. Ce dernier aura-t-il tout au plus à sa disposition un petit laboratoire en lequel, à des moments perdus, il se livrera à des essais personnels.

Si une analyse difficile se présente, les laboratoires officiels d'essais sont là pour lui venir en aide. Mais encore, en s'y adressant, le petit industriel devra montrer un peu d'initiative personnelle, faire appel à son instruction pour donner aux chimistes des renseignements précis sur ce qu'il désire savoir, afin que les résultats obtenus lui soient compréhensibles.

Combien d'industriels, en prenant connaissance des graphiques ou des tableaux de rendement de la matière qu'ils avaient confiée au laboratoire d'essais, n'y voient bien souvent que des traits et des chiffres, sans en comprendre la signification scientifique ou la portée industrielle.

C. DEGAAST.

---



# LES EXCENTRIQUES

(Fin)<sup>(1)</sup>

## EXCENTRIQUE A CADRE

**Condition d'existence de la courbe des espaces.** — Cet excentrique est enfermé dans un cadre placé dans son plan, et les bords de ce cadre, dont l'écartement est fixe dans chaque sens, doivent être constamment tangents à l'excentrique.

Concevons donc un tel système, et supposons, pour la commodité de la démonstration, que, l'excentrique étant fixe, le cadre se déplace (fig. 10). La distance de l'axe  $O$  de l'excentrique à l'un des bords du cadre variera au cours de ce mou-

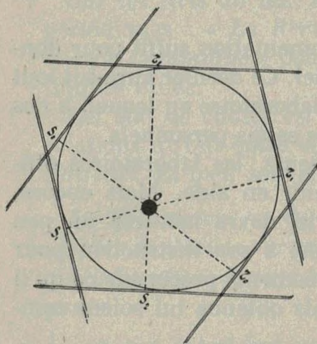


Fig. 10

Mouvement relatif du cadre par rapport à l'excentrique

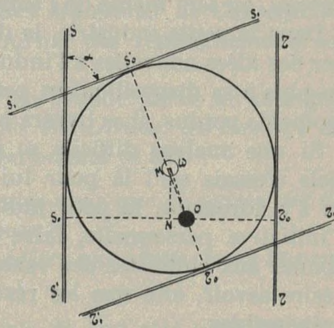


Fig. 11

Excentrique circulaire

vement, en  $OS_0$ ,  $OS_1$ ,  $OS_2$ , etc.; il en sera de même pour la distance de ce même axe  $O$  à l'autre bord du cadre en  $OT_0$ ,  $OT_1$ ,  $OT_2$ , etc.

Et, puisque les bords du cadre sont à une distance fixe l'un de l'autre, l'égalité

$$OS_0 + OT_0 = OS_1 + OT_1 = OS_2 + OT_2 = \dots = C^{te}$$

devra constamment subsister. De plus, à l'issue d'une demi-

(1) Voir Bulletin n° 13.



révolution, la podaire  $S_0$ , sera venue au point diamétralement opposé  $T_0$ ; de même  $S_1$  sera venu en  $T_1$ ,  $S_2$  en  $T_2$ , etc. : et inversement.

Donc, de même que pour l'excentrique à galets, on ne pourra réaliser que des mouvements dont les courbes des espaces seront symétriques, les premières moitiés de ces courbes pouvant pourtant être tracées arbitrairement.

En somme, le profil d'un excentrique est l'enveloppe des bords de son cadre.

**Mouvement sinusoïdal : excentrique circulaire.** — Soit un excentrique circulaire, d'axe  $O$ , et tangent aux bords  $SS'$  et  $TT'$  de son cadre (fig. 11). Dès que ce cadre, en mouvement relatif, aura tourné d'un angle  $\alpha$ , dans son plan, les bords  $SS'$  et  $TT'$  seront venus en  $S_1S_1'$  et  $T_1T_1'$ .

Menons les perpendiculaires  $S_0T_0$  et  $S'_0T'_0$ , par l'axe  $O$ , aux bords du cadre, dans chacune des positions précédentes, et abaissons du centre  $\omega$  du cercle formant l'excentrique, les perpendiculaires  $\omega N$  et  $\omega M$  aux droites  $S_0T_0$  et  $S'_0T'_0$ . En raison de l'égalité des segments  $NS_0$  et  $MS'_0$  il est facile de voir que le mouvement du cadre correspond en réalité à son déplacement suivant son guidage longitudinal, de  $ON$  en  $OM$ .

Ainsi, la courbe des espaces du cadre, dans son mouvement réel, est la même que celle de la podaire du centre  $\omega$  par rapport à la direction du guidage, et le déplacement rectiligne de ce point sera égale à chaque instant à

$$d. \sin \alpha,$$

$\alpha$  étant alors la valeur angulaire de la rotation de l'excentrique, et  $d$  étant l'intervalle constant de  $\omega$  à  $O$ .

La courbe des espaces est donc ici une sinusoïde ; et la vitesse du cadre varie entre 0 et  $\pm d$ .

**Mouvement de va-et-vient entrecoupé de repos : profil triangulaire curviligne.** — Le mouvement de va-et-vient, entrecoupé de repos, se réalise au moyen d'un profil d'excentrique en forme de triangle curviligne équilatéral, dont chacun des côtés a pour centre le sommet opposé (fig. 12).

Si nous observons le mouvement du cadre, nous constatons que ce dernier est alternativement mobile et immobile, durant des périodes respectivement égales au  $1/3$  et au  $1/6$  d'une



période de rotation de l'axe. De plus, ce mouvement est sinusoïdal.

Les courbes des espaces, des vitesses et des accélérations du mouvement réalisé sont formées de segments de droites et de sinusoides (fig. 13).

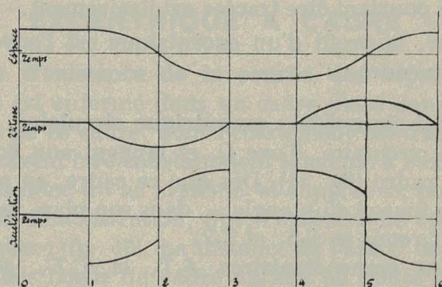


Fig. 13

Courbes des espaces, des vitesses et des accélérations du cadre de l'excentrique triangulaire

Mais l'étude théorique de ce profil d'excentrique implique un arbre moteur évidé presqu'aux deux tiers de sa section, pour livrer passage au cadre (fig. 12) ; pratiquement, c'est

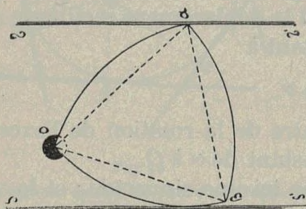


Fig. 12

Excentrique triangulaire  
(profil théorique)

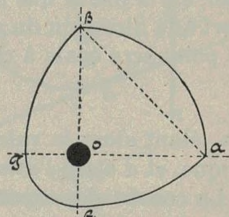


Fig. 14

Excentrique triangulaire  
(profil pratique)

une disposition désastreuse. On y remédie à l'aide de la construction suivante :

On trace l'arbre, et l'on mène les 2 axes rectangulaires  $FA$  et  $GB$  ; on porte  $GB$ ,  $BA$  et  $FA$  égaux respectivement au côté du triangle générateur. De  $B$  et  $A$  comme centres, on décrit les arcs  $GA$  et  $FB$ , et de  $O$  comme centre, on décrit les arcs



*BA* et *FG*. Les angles curvilignes *B* et *C* n'ont pas exactement  $60^\circ$ , mais pratiquement l'erreur n'en est pas sensible.

La construction précédente est un bel exemple de l'ingéniosité du constructeur qui, en présence de l'épure dressée par l'homme de science, sait en tirer, toujours avec élégance, la matérialisation qui lui convient.

Il y a, sans doute, beaucoup à écrire encore sur les excentriques, mais je pense en avoir assez dit pour suggérer au lecteur tous les développements dont la question est susceptible, et c'est avec cet espoir que je terminerai ces lignes.

Eugène DELAUPE.

---

# L'ELECTROTHERMIE

---

## Les Fours Electrothermiques

SUITE (1)

### TRAITEMENT DES MÉTAUX — FOURS ET PROCÉDÉS

Nous allons passer successivement en revue les principaux métaux que l'on traite actuellement dans les fours électriques. La description des procédés nous amènera à la description des appareils employés.

#### ALUMINIUM

Qu'il me soit permis avant tout de rappeler que c'est en 1827 que Wöhler isola la première fois l'aluminium, en faisant agir du potassium ou du chlorure anhydre d'aluminium. Mais le produit était impur, et se présentait sous la forme d'une poudre grise ne rappelant pas, par son aspect, les propriétés physiques des métaux. En 1845, il parvint à obtenir ce métal à l'état pur. En 1854, Henri Sainte-Claire-Deville remplaça le potassium par le sodium. En 1855, le docteur Percy imaginait un nouveau procédé de fabrication, et les frères Tessier, disciples de Sainte-Claire-Deville, fondaient, en 1856, une usine dans les environs de Rouen.

---

(1) Voir *Bulletins* nos 12 et 13.



Le prix de revient de ce métal diminuait rapidement, grâce à ces recherches, et, si le kilo valait 3.000 francs, il ne coûtait plus que 300 francs en 1857, et 140 francs en 1863.

En 1886, le 23 avril, Héroult fait breveter l'électrolyse de l'alumine dissoute dans la cryolithe en fusion ; ce brevet est complété par un autre, en date du 15 avril 1887. En mars 1887, Minet commence l'application de son procédé. Mais c'est le 8 décembre 1887, comme je l'ai dit précédemment, qu'Héroult prenait le brevet de son four électrique.

Pendant ce temps, et depuis, les procédés de fabrication se sont succédés rapidement ; en Amérique, Hall en 1888, en France, Kiliani en 1889, et aux mêmes époques en Angleterre, Castner et Netto, produisent de grandes quantités d'aluminium.

Le prix s'abaissait toujours rapidement, puisqu'il tombait à 93 francs le kilo en 1887, à 70 francs en 1888; il était de 50 fr. en 1889, de 25 francs en 1890, de 20 francs en 1891. Si les procédés Héroult le livraient en 1890 au prix de 35 fr. le kilo, ce dernier n'était plus vendu que 6 francs en 1892, 3 fr. 10 en 1907, et 2 fr. 50 en 1901.

La production augmentait par contre d'une façon considérable, puisqu'elle passait, rien qu'en France, de 2.000 kilos en 1863 à 1.700.000 kilos en 1902.

#### PROPRIÉTÉS

L'aluminium Al est un métal blanc, très léger, puisque sa densité varie entre 2,50 et 2,67. Sa température de fusion est 425°. Au point de vue électrique, il est deux fois plus résistant environ que l'argent et le cuivre, mais quatre fois moins environ que le fer. Il est bon conducteur de la chaleur, et peu magnétique. On peut le souder à lui-même par compression vers 550°.

Pur, il est inaltérable à l'air sec ou humide. Si on le fond à l'air, il se forme à la surface une légère couche d'oxyde, qui préserve le reste de la masse. L'eau froide ou chaude n'a aucune action sur lui. A haute température, il se combine directement avec le soufre pour former un sulfure. L'acide sulfurique et l'acide nitrique, étendus d'eau, n'agissent que faiblement sur l'aluminium ; l'acide chlorhydrique est plus efficace. L'aluminium forme de nombreux alliages avec le



bore, le silicium et les métaux. Ces alliages sont généralement plus employés dans l'industrie que l'aluminium pur.

*Argent-aluminium.* — A 5 % d'argent il est employé dans l'orfèvrerie et la bijouterie. Il est facile à travailler et à polir.

*Etain-aluminium.* — Cet alliage sert à la confection des soudures. A 10 % d'étain il sert dans l'industrie à faire des instruments de physique et d'optique.

*Cuivre-aluminium.* — Jusqu'à 8 % de cuivre, l'alliage est dit léger. Il est lourd lorsque l'alliage est à 5 à 10 % d'aluminium. Les alliages légers sont plus résistants que l'aluminium pur, et sont plus durs. Les alliages lourds, appelés bronze ou laiton d'aluminium, sont très employés dans l'industrie. On s'en sert pour faire des canons, des hélices de navires, des couverts et de la vaisselle de table, des coussinets de machines, des pignons, des tuyaux, etc.

*Ferro-aluminium.* — Par l'addition de l'aluminium au fer, on peut fondre facilement ce dernier dans des fours ordinaires et en faire des moulages. C'est le fer Métro. Il est très homogène et sans soufflures ni pailles. Sa texture est celle de l'acier.

Enfin, l'aluminium est très répandu dans la nature, non à l'état naturel mais sous la forme d'un sesquioxyde. Il rentre dans la composition de la plupart des roches et des argiles. Dans le midi de la France, on le rencontre sous la forme de bauxites blanches ou rouges. En Angleterre, on le trouve sous la forme d'argile, et sous forme de cryolithe dans le Groënland et en Norvège. Enfin, on le rencontre sous forme d'émeri et de corindon en Amérique.

## TRAITEMENT

### PROCÉDÉ COWLES

Les frères Cowles prirent leurs premiers brevets en 1885, et commencèrent leurs expériences dans leur usine de Cleveland. Une machine de 125 chevaux commandait une dynamo de 50 volts et 1.500 ampères. Ils s'établirent ensuite à Lockport ; ils utilisaient un courant de 3.000 ampères sous 50 volts. Enfin, à leur usine de Milton, ils emploient un courant de 5.000 ampères et de 60 volts.

*Description du four.* — Le four se compose d'une cuve en



briques réfractaires dont l'une des faces porte, à la partie inférieure, un trou de coulée. La forme du four est un parallélipède, dont la base à 1 m. 680 de long sur 0 m. 510 de large, et dont la hauteur est 0 m. 660. Les électrodes prennent leur passage dans les parois latérales, par deux manchons en fonte, qui permettent leur déplacement longitudinal. Elles sont formées de crayons de charbon, au nombre de 9, dont le diamètre est d'environ 0 m. 060, et dont la longueur est de 0 m. 800. Ils sont réunis par une pièce de cuivre portant une vis. Un écrou, manœuvré par une manette, permet d'avancer ou de reculer les électrodes.

*Fonctionnement.* — La base du four est recouverte de charbon de bois en poudre passé au lait de chaux, pour le rendre moins conducteur, puis séché. Cette couche peut avoir 20 centimètres d'épaisseur environ. Les parois verticales du four en sont recouvertes également. Pour cela, on se sert d'une caisse en tôle dont les dimensions, inférieures à celles du four, permettent d'introduire entre elle, et la cuve, le charbon en quantité suffisante. L'intérieur de la caisse est rempli du mélange à traiter. Une fois remplie, on retire le gabarit, et l'on fait le plein de la cuve avec de la sciure de bois bien desséchée. On ferme, et recouvre le tout avec un couvercle réfractaire, percé de trous pour l'échappement des gaz. Les charbons, préalablement mis au contact, sont écartés progressivement après la mise au courant, dont l'intensité monte graduellement jusqu'à 3.000 ampères. Lorsque la masse est devenue incandescente, on donne le maximum jusqu'à la fin de l'opération. A ce moment, on interrompt le courant, on retire les électrodes, et on débouche le trou de coulée.

Ce procédé permet la fabrication du *bronze d'aluminium*, en composant le mélange à traiter de cuivre et de bauxite, Pour le *bronze au silicium*, le mélange se compose de quartz, de charbon de bois et de rognures de cuivre. Enfin, pour le *ferro-aluminium*, on traite un mélange formé de bauxite, de fer et de débris d'électrode.

#### PROCÉDÉ HÉROULT

Comme je l'ai déjà dit plusieurs fois, c'est en 1887 qu'Héroult breveta le four électrique, qu'il installa d'abord à l'usine de Froges, dans l'Isère. Depuis, son procédé est employé également à l'usine de La Praz, en Savoie, et aux usines de Lauf-



fen-Neuhausen, en Suisse. Le courant fourni à l'usine de Froges est de 6.000 ampères sous 15 volts.

*Description du four produisant l'aluminium pur.* — Le four se compose d'une cuve métallique formant un cylindre de 0 m. 750 de hauteur et de 0,600 de diamètre. Les parois intérieures sont garnies de charbons agglomérés, servant de cathode. Un trou de coulée permet la marche continue du four. L'électrode positive, formée d'un charbon de 30 à 40 centimètres de diamètre, est mobile. Un réglage automatique permet au charbon de s'abaisser ou de se relever, suivant la résistance offerte par le bain. Cet appareil, qui peut marcher avec du courant continu ou alternatif, est le premier four électrique vraiment industriel. Il est très robuste, bien compris, il peut supporter une marche continue de plusieurs semaines.

*Fonctionnement.* — La cuve est remplie de cryolithe bien sèche, au travers de laquelle on fait passer le courant pour produire la fusion. Celle-ci s'étant faite, on ajoute progressivement, et par petites quantités, de l'alumine et du fluorure d'aluminium. Toutes les 24 heures, on procède à la coulée. On remplace généralement la cryolithe toutes les trois semaines. Pour cela, on vide toute la cuve, et l'on remet en marche comme précédemment.

Ce mode d'opération est surtout employé pour obtenir l'aluminium pur. Dans le cas de production des alliages, on opère de la façon suivante :

*Description du four, produisant les alliages d'aluminium.* — Le four a une forme cubique dont chaque dimension est environ de un mètre. Cette cuve est en fonte, et les parois intérieures sont recouvertes d'une couche de charbon assez épaisse, et formant le pôle négatif. Le couvercle, en terre réfractaire, est percé d'un trou pour le passage de l'électrode positive formé d'un charbon comme dans l'autre cas.

*Fonctionnement.* — Le métal à allier à l'aluminium est introduit en partie dans la cuve, et l'on fait la fusion par le passage du courant. On ajoute ensuite alternativement l'alumine calcinée et le métal, jusqu'à ce que la cuve soit remplie. On procède ensuite à la coulée.

#### PROCÉDÉ KILIANI

Employé par la même Société que le procédé Héroult, et souvent combiné à ce dernier, le brevet date du mois d'avril



1889. La tension varie entre 20 et 25 volts, et à Froges on est arrivé à l'abaisser jusqu'à 10 volts, en augmentant la proportion de fluorure.

*Description du four.* — La cuve est métallique, et forme l'électrode négative ; elle est cylindrique ; son diamètre a environ 0 m. 600, ainsi que sa hauteur. La partie inférieure est reliée à la canalisation par une pièce en cuivre. L'électrode positive est formée de lames de charbon agglomérées. Elle est soumise, par un dispositif spécial, à un mouvement de rotation, ainsi qu'à un mouvement vertical de bas en haut ; ce dernier pour le réglage de la marche. Le mouvement de rotation permet d'éviter la solidification de la surface du bain, ce qui arrêterait la marche de l'opération.

*Fonctionnement.* — Le fond de la cuve est recouvert d'une couche de graphite agglomérée, sur laquelle on verse de la cryolithe en poudre. Au fur et à mesure de sa fusion, on verse l'alumine pure, ou mieux un mélange de fluorure d'aluminium et d'alumine. La fusion se fait toutes les vingt-quatre heures, et produit vingt kilos d'aluminium, ce qui fait 20 gr. par cheval-heure aux machines, avec une usure de 2 kilos d'électrode positive par kilo d'aluminium.

#### PROCÉDÉ MINET

C'est en mars 1887 qu'eut lieu la première application de ce procédé à Paris. On employait un courant de 250 ampères dans 12 volts. En avril 1888, l'usine fut installée à Creil ; là le courant employé était de 1.000 ampères et 16 volts. Enfin, actuellement la fabrication est faite à Saint-Michel, où l'usine permet d'utiliser une force de 4.000 chevaux utiles, qui pourrait être portés par la suite à 20.000 avec un courant de 3.600 ampères.

*Description du four.* — Il est constitué par une cuve métallique, revêtue extérieurement par une garniture en maçonnerie. Elle est en dérivation sur l'électrode négative, par l'intermédiaire d'une résistance. Grâce à cet artifice, une mince couche d'aluminium recouvre constamment les parois intérieures de la cuve, et les protège contre l'action corrosive du bain. Les deux électrodes positives et l'électrode négative sont formées de charbon aggloméré, analogue au charbon de lumière. A la partie inférieure de la cuve, et juste en dessous de



la cathode, se trouve un récipient permettant de recueillir le métal, qui coule le long du pôle négatif après s'être disposé dessus. Pour obtenir le métal pur, on emploie une cuve qui sert de cathode, elle est en fonte, et porte un trou de coulée à la partie inférieure. Les parois intérieures sont revêtues de charbon aggloméré ; les parois extérieures sont toujours garnies par de la maçonnerie.

*Fonctionnement.* — Lorsque la cuve est préparée, on la remplit d'un mélange de fluorure double d'aluminium et de sodium, et de chlorure de sodium. Son point de fusion est à 675°. A 800°, il est suffisamment fluide pour que l'opération se fasse normalement. Au passage du courant, le fluorure d'aluminium est décomposé, et l'aluminium se porte au pôle négatif. Au fur et à mesure de cette décomposition, l'on verse dans le bain des quantités équivalentes de fluorure d'aluminium. On peut encore alimenter la cuve avec un mélange composé en parties convenables d'alumine hydratée, de fluorure double d'aluminium et de sodium, et d'oxyfluorure d'aluminium. Le niveau du bain est maintenu constant pendant l'opération, par le mélange primitif indiqué plus haut. La composition du bain doit rester constante pour assurer la marche régulière, et l'on doit faire des analyses fréquentes et rapides malgré leur délicatesse. Cette méthode a été appliquée à l'extraction du bore et du silicium. Pour le sodium, par exemple, le mélange à traiter est composé, en proportions convenables, de chlorure de sodium, et de fluorure double d'aluminium et de sodium. Lorsque leur fusion est obtenue, on ajoute de l'alumine et de la silice. L'alimentation s'opère avec un mélange d'oxyfluorure d'aluminium, d'alumine et de silice.

Ces procédés permettent une marche continue d'un mois environ, et on est arrivé à produire 32 grammes de métal pour une quantité d'énergie équivalente à 1 cheval-heure ; une moyenne de 22 grammes est du reste courante, et est facilement dépassée.

#### PROCÉDÉ FARMER

Dans ce procédé le four peut-être alimenté indifféremment avec le courant continu ou avec le courant alternatif, et donne directement l'aluminium pur.

*Description du four.* — Le four se compose d'un creuset



réfractaire. Les parois latérales sont percées de trous pour permettre le passage aux électrodes. Ces dernières sont formées d'une pâte, composée, par moitié de charbon et de corindon ou d'émeri. Le tout est agglutiné avec du sucre ou des résidus de pétrole. Une autre ouverture amène, par une tuyère, un jet d'air et de gaz d'éclairage, de vapeur de pétrole ou de vapeur d'eau. Ce jet facilite la réduction, et augmente la température du creuset. Le réglage des charbons est automatique, et l'arc est maintenu au milieu du four. La partie supérieure est percée d'un trou pour l'échappement des gaz. Le trou de coulée est à la partie inférieure.

#### PROCÉDÉ GÉRARD-LÉCUYER

Pour finir ces descriptions, un mot du four original dû à Gérard Lécuyer.

*Description du four.* — Il se compose de deux parties. La première, en matière réfractaire, comme l'autre du reste, donne passage aux deux électrodes placées horizontalement. Elles sont formées d'un aggloméré d'alumine calcinée, de charbon en poudre et de poussière de cuivre, le tout réuni par de la résine ou du goudron, et comprimé. Le réglage des charbons se fait par une vis sans fin. Au passage du courant, il se forme du bronze d'aluminium, qui tombe dans la deuxième partie du four. Celle-ci est formée par un four à reverbère, garnie de chaux pour faciliter la fusion. Le bronze d'aluminium tombe sur la sole de ce four ; ce dernier est chauffé en partie par l'oxyde de carbone fourni par la production de l'arc électrique. La masse obtenue est pulvérisée, et entre dans la composition des nouvelles électrodes, en remplacement du cuivre des premières électrodes. On arrive rapidement au métal pur.

Bien que n'étant pas complètement électrique ce procédé mérite d'être signalé par ces particularités assez caractéristiques.

Marcel DEMOUY,  
*Ingénieur civil.*

---



## BOITE AUX LETTRES

---

Nos lecteurs ont tous constaté l'ouverture d'une *Boîte aux lettres* dans le précédent numéro du Bulletin mensuel.

La création de cet organe résulte d'un certain nombre de demandes, émanées des Sociétaires, qui nous sont parvenues ces temps derniers.

A cet effet, nous avons constitué un Comité technique, composé de lauréats des Cours du Conservatoire, auxquels ont bien voulu s'adjoindre plusieurs spécialistes.

Toute demande de renseignements, qui nous sera adressée, sera donc étudiée particulièrement par un des membres de ce Comité, et il y sera répondu par la voie du Bulletin.

Au cas où certains de nos correspondants seraient désireux d'être renseignés individuellement, et d'une façon plus détaillée que ne peut le comporter notre *Boîte aux lettres*, nous les mettrons volontiers en rapport avec nos collaborateurs.

C'est pour nous un vif plaisir d'avoir pu offrir à nos Sociétaires et Abonnés une *Boîte aux lettres*, qui manquait évidemment dans nos colonnes, et nous sommes sûrs qu'ils en useront abondamment.

LE COMITÉ.

---

Il sera répondu à cette place aux demandes de renseignement qui seront adressées au Secrétaire-Gérant du Bulletin. Les demandes devront être accompagnées d'une bande d'envoi du *Bulletin*.

---

**Mlle A. L., à Paris.** — Votre remarque est juste ; l'heure de l'Europe Centrale avance de 56 minutes sur l'heure des Chemins de fer en France, et non de 55 minutes, ainsi que le mentionnent tous les indicateurs. Il y a 9 minutes de différence de temps entre le méridien de Paris, qui passe par l'Observatoire de Paris, et le méridien de Greenwich, qui ne passe d'ailleurs pas par l'Observatoire de Greenwich.

**M. A. C., à Paris.** — On emploie beaucoup, en Allemagne, pour les constructions légères, des toitures en tôle galvanisée ondulée. C'est très vilain évidemment, mais cette considération n'a pas grand intérêt partout où ce matériau est un succédané du carton-bitume, et à ce point de vue, vous pourriez peut-être en faire un essai.



**M. S. S., à Niort.** — Le cuivre natif n'est pas, comme on pourrait le croire, une simple curiosité minéralogique. Il existe, en quantité plus ou moins considérable, au lac Supérieur (avec de l'argent natif), en Sibérie, en Bolivie (mines de Corocoro). Le gisement le plus important est celui du lac Supérieur, exploité surtout dans la presqu'île de Keweenaw, et capable de produire par an 30.000 tonnes de cuivre.

La métallurgie de ce cuivre natif est bien moins complexe que celle des autres minerais de cuivre, et, souvent, on se contente d'un simple traitement électrolytique pour obtenir du métal très pur, qui est surtout employé dans la fabrication des câbles et des fils électriques à cause de sa haute conductibilité. Le prix de ce cuivre électrolytique dépasse toujours les cours du cuivre ordinaire.

---

## VISITES ET CONFÉRENCES

---

Notre collaborateur Georges DEGAAST fera, le 20 janvier prochain, à 8 h. 1/2 du soir, à l'Ecole Lavoisier, 19, rue Denfert-Rochereau, une conférence sur la " Lorraine industrielle."

Nous informons les Membres de la Société qu'ils pourront y assister.

---

La nécessité de commencer la série des Conférences publiques du Conservatoire le plus tôt possible, en raison de la date avancée de Pâques, en 1910, n'a pu permettre à M. le Directeur du Conservatoire, de mettre le grand amphithéâtre à notre disposition vers la fin de 1909. L'Assemblée que nous voulions organiser durant l'interruption des Cours, à la faveur des fêtes de Noël et du Nouvel-An, sera reportée de la sorte au mois d'Avril prochain, et inaugurera le cycle des conférences et excursions technologiques pour l'année 1910.

Il sera publié au Bulletin une analyse de chacune des Conférences publiques du Conservatoire ; afin de parfaire notre documentation à ce sujet, nous prions les membres de l'Association de nous adresser les réflexions qu'auront pu leur inspirer celles de ces Conférences auxquelles ils auront pu assister.

LE COMITÉ.



## BIBLIOTHÈQUE

---

Notre camarade Charles VIOLARD, nouvellement venu parmi nous, a enrichi notre bibliothèque des trois volumes dont les titres suivent :

*La Tunisie du Nord. — Le Contrôle civil de Souk-el-Arba,* (1905) ;

*L'Extrême-Sud Tunisien* (1905) ;

*La Tunisie du Nord. — Les contrôles civils de Souk-el-Arba, Béja, Tunis, Bizerte et Grombalia* (1906).

Ces volumes, dûs à la plume autorisée du père de notre camarade, M. Emile VIOLARD, Rapporteur auprès de M. Stéphane PICHON, lorsqu'il était résident-général en Tunisie, sont particulièrement intéressants.

Avec le cicerone spirituel et érudit qu'est M. Emile VIOLARD, c'est un rare plaisir de parcourir cette vaste Tunisie durant des pages, où chaque ligne est un document, chaque phrase une révélation sur les mœurs, l'art, l'industrie, la géologie de cette province Nord-Africaine.

Tout cela est écrit simplement, avec une belle impartialité, qui donne à l'œuvre un caractère de vérité saisissant.

M. Charles VIOLARD, l'émule de son père, nous a promis d'écrire à notre intention une série d'articles inédits sur la céramique berbère, dont la technique pourtant rudimentaire permet de réaliser des œuvres dont les formes galbées et l'harmonie de la décoration sont la joie des amateurs et collectionneurs assez heureux pour posséder une coupe ou une amphore due à l'industrie des Fils du désert.

Nous espérons que M. Emile VIOLARD suivra l'exemple de notre camarade, et que nous aurons, sans doute, le plaisir de lire, dans notre Bulletin, quelques pages issues de sa plume.

Nous adressons à tous deux nos sincères remerciements.

LE COMITÉ.

---



## BIBLIOGRAPHIE

---

*L'Aviation*, conférences faites en 1909 par le COMMANDANT RENARD à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale. Un volume in-4° (22,5×28) de VII-183 pages, avec 74 figures. Broché : 5 francs. (H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI<sup>e</sup>.)

Cet ouvrage est la reproduction sténographique de six conférences sur l'Aviation, faites par le commandant Renard en 1909 à l'Hôtel de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale.

L'auteur a conservé la division en conférences séparées et le texte n'a pas été modifié, ce qui ne lui enlève rien de sa valeur. Ce qu'il a cherché à établir n'est pas à proprement parler un traité d'aviation, son but a été de rappeler les principes de l'aviation et les applications que l'on en a tirées jusqu'ici à l'auditoire fidèle qui, pendant six semaines consécutives, lui a prodigué les marques incontestables de sa sympathie et de l'intérêt qu'il prenait à la question traitée. Les personnes s'intéressant aux questions de la navigation aérienne et n'ayant pas pu assister à ces conférences pourront trouver dans ce volume des notions exactes et un exposé de l'état de l'aviation au début de 1909.

En pareille matière, les événements se précipitent et un semblable volume ne saurait avoir la prétention d'être constamment au courant de l'état actuel de la science. La conquête de l'air marche à grands pas et, sans craindre d'être taxé d'un optimisme exagéré, le commandant Renard n'hésite pas à affirmer sa foi entière dans l'avenir de la navigation aérienne. Il n'est pas possible de lire ses conférences d'une si lumineuse clarté sans partager sa conviction.

---

PRÉCIS D'UN COURS DE COMPTABILITÉ, donné en présence de MM. les Magistrats du Tribunal de première instance de Liège, par Alfred THOMAS, *Expert-comptable du Parquet, Membre correspondant de la Société Académique de Comptabilité*. In-4° de 174 pages : 5 francs. Edité chez Dunod et Pinat.

L'ouvrage de M. Alfred Thomas est un cours complet et raisonné de comptabilité. Toutes les questions comptables y sont succinctement exposées. Tous les chapitres présentent la quintessence de ce que comportent les matières traitées.

La partie théorique comprend l'exposé complet des principes de la comptabilité. La partie pratique comprend une monographie raisonnée de comptabilité commerciale et une monographie raisonnée et complète de comptabilité industrielle. Une troisième partie est consacrée aux questions spéciales.

---

L'INDUSTRIE HOUILLÈRE DU DÉPARTEMENT DU NORD, par M. METTRIER, *Ingénieur en chef des Mines*. In-4° de 84 pages, avec nombreuses figures et une carte en couleurs hors-texte : 6 francs. Edité chez Dunod et Pinat.



M. Mettrier, Ingénieur en chef des Mines, étudie, dans ce travail, l'industrie houillère du département du Nord, tant au point de vue économique qu'au point de vue technique. On sait que ce département occupe en France le second rang comme producteur de houille, et que sa consommation de charbon le place au premier rang, car elle est presque égale au sixième de celle de la France entière.

Après un aperçu statistique, l'auteur examine le bassin houiller du Nord, rappelle l'histoire de sa découverte et de la constitution des principales Compagnies minières et s'attache ensuite avec détails aux conditions techniques de l'exploitation. Un aperçu économique et l'étude des institutions ouvrières créées dans les houillères du département du Nord complètent cette monographie, qu'illustrent de nombreuses reproductions photographiques et une belle carte en couleurs du bassin houiller du Nord.

## OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

### BREVETS D'INVENTION

#### Arts Chimiques. N° 402.012

##### *Production des Composés nitrés oxygénés par voie électrique*

L'invention porte sur un procédé de production des composés nitrés oxygénés par voie électrique caractérisé notamment par :

1° L'emploi, pour maintenir constante la température de l'arc électrique, d'un courant à fréquence moyennement élevée (200 à 1000 périodes environ par seconde) obtenu directement par les alternateurs industriels courants, sans nécessiter l'adjonction de condensateurs ou d'autres dispositifs générateurs de très haute fréquence ;

2° L'emploi, pour le refroidissement brusque on trempe, des oxydes d'azote formés dans l'arc électrique, d'un liquide servant en même temps à l'absorption de ces composés, de manière à les fixer directement, par voie de dissolution ou de tante depuis la base, où ils prennent naissance, jusqu'au sommet où a lieu leur extinction, cette disposition permettant en combinaison, et sans diluer leur volume, dans l'état d'oxydation où ils existent dès que l'arc est éteint ;

3° L'emploi de fourches logées dans des chambres étroites, ou d'un autre dispositif équivalent, provoquant le déplacement de tranches d'air mobiles, constituant les arcs successifs, la température de ces arcs restant pratiquement constante et l'utilisation de ces chambres étroites permettant en



outre de limiter au minimum utile le volume d'air qui doit entrer en réaction, et de le régler proportionnellement à l'énergie dépensée.

**Electricité. N° 402.048**

*Shunt variant sous l'influence d'un  
champ magnétique extérieur.*

La présente invention consiste à :

1° Appliquer aux instruments de mesure un shunt soumis à l'action du champ d'un électro-aimant puissant de manière à augmenter la résistance apparente de ce shunt d'une quantité, qui est fonction du courant de l'électro ce qui permet notamment de transformer un ampèremètre en wattmètre ;

2° Disposer régulièrement autour d'un axe le shunt et le champ de manière à obtenir le maximum d'effet.

---

**PHOTOGRAPHIE**

---

Les lecteurs qui désireraient se procurer des documents photographiques concernant l'industrie du papier, sont priés de s'adresser à *M. DEGAAST, vice-président de l'Association*, 113, rue Broca, qui tient à leur disposition une série se rattachant au cours de Chimie Industrielle professé au Conservatoire National des Arts-et-Métiers.

Les appareils photographiés sont les suivants :

- 1° Défibreur pour pâte mécanique de bois ;
- 2° Meule de raffineur ;
- 3° Epurateur (*Vue de face*) ;
- 4° Epurateur (*Vue de l'arrière*) ;
- 5° Cylindre de pile raffineuse ;
- 6° Détail de la table de fabrication de la machine à papier ;
- 7° Fin de la table de fabrication et première presse humide ;
- 8° Vue d'ensemble de la sécherie.

Le prix de chaque épreuve montée est de 0 fr. 45.

---

*Le Secrétaire-Gérant. E. DELAUPE.*

---

Paris. — Imp. Stemmer, 175, Rue Saint-Honoré.



# LA CÉRAMIQUE BERBÈRE

## HISTORIQUE

Les peuplades Kabyles, éminemment guerrières, se préoccupaient plus de fourbir leurs armes, pour réprimer les révoltes intestines ou repousser les attaques de l'envahisseur, que d'écrire leur histoire ; aussi, sommes-nous peu documentés sur tout ce qui concerne la vie industrielle, si intéressante, de ces indigènes.

*Origines.* — L'origine de la céramique berbère est encore l'objet de nombreuses controverses : les uns, se basant sur les formes étrusques conservées dans certains villages Kabyles, prétendent que l'art de la poterie fut introduit dans l'Afrique du Nord par les Romains. D'autres affirment que nous le devons aux Scythes. Enfin, quelques archéologues en font remonter l'origine aux Phéniciens, navigateurs hardis, qui entretenaient un commerce actif sur toutes les côtes de la Méditerranée.

Nous laissons aux savants le soin de résoudre cette grave question, qui exige, pour être éclaircie, des connaissances et des recherches historiques, archéologiques et artistiques nombreuses.

Toutefois, nous devons faire remarquer que les Scythes furent des nomades, qui dévastèrent tout sur leur passage, et anéantirent la civilisation romaine ; il serait donc bien surprenant que ces hordes barbares eussent créé quelque chose sur le sol Africain. Les potiers romains séjournèrent sur certains points du littoral Kabyle, puisqu'on y a retrouvé des vestiges de fours *incontestablement romains* ; mais, il faut croire que leurs procédés de fabrication ne convinrent pas aux Indigènes, car les spécimens de poterie *usagère* berbère, anciens et modernes, que nous avons pu examiner, présentent tous le même défaut de façonnage et de cuisson, et n'ont jamais vu *ni le tour, ni le four*.

Il ne nous paraît pas nécessaire de rechercher bien loin les origines du décor Kabyle, et de faire défiler tous les peu-



ples qui, suivant des opinions aussi diverses que respectables, ont donné naissance aux Berbères. Il est plus simple de considérer les Berbères comme des autochtones, ayant subi les influences de populations voisines, plus avancées en civilisation. La Méditerranée a été le grand agent de transmission, et les Berbères ont reçu, des Phéniciens d'abord, puis des Carthaginois, les principes d'un travail et d'un décor, qu'ils ont conservés presque intacts dans leur essence, malgré la décadence réelle qui s'est manifestée depuis la domination turque.

ART PHÉNICIEN. — Pendant toute la période des *emporia*, les Berbères ont prospéré ; les luttes entre Rome et Carthage, et celles entre Rome et les souverains Berbères, ont pu apporter quelques arrêts, mais sans bouleversement profond. Le christianisme par la secte des Iconoclastes, et l'Islamisme n'ont amené qu'une modification dans le décor : la suppression de la représentation de la figure.

Les Phéniciens marchaient la terre, malaxaient la pâte, façonnaient à la main ; les procédés de fabrication sont restés les mêmes en Kabylie. Le décor phénicien était *géométrique*, avec toutes les combinaisons qui ont été l'origine des entrelacs : le décor berbère est également géométrique ; on y trouve la dent de loup, le petit losange, les ornements que l'on peut voir sur le vase de Jérusalem, au Louvre ; sur le vase à inscription phénicienne, reproduit par Cesnola ; sur le vase non tourné du musée de Sèvres, identifié par Brongniart.

MM. Perrot et Chipiez, deux auteurs qui font autorité, dans leur ouvrage sur « l'Art dans l'Antiquité », écrivent :

« Par le caractère que présentent la plupart de ses produits, la céramique cyprïote est surtout une céramique primitive. A la prendre en gros, ce qui s'en rapproche le plus, c'est — dans le monde moderne, à des siècles de distance, — la céramique fabriquée par des peuplades qui se sont développées, en tout isolement au fond de leurs vallées sans chemins. On retrouve les mêmes procédés, avec des vases d'une physionomie presque pareille, chez les Kabyles du Djurdjura. »

Si les Berbères négligèrent la fabrication de la poterie usagère, ils portèrent leur attention et leurs soins sur la poterie de luxe qui, au moyen âge, fut exportée en quantité considé-



nable en Espagne, aux Baléares, en Italie, en Tunisie, au Maroc et dans le midi de la France. Ces poteries étaient enduites d'engobes ocreux jaunes ou rouges, généralement couvertes de glaçures vitrifiables, plombifères ou stannifères.

Les carreaux de revêtement étaient ou monochromes ou enrichis d'ornements, et Bougie fut le berceau de cette belle faïence au lustre d'or un peu cuivreux, dont on recherche encore aujourd'hui les procédés d'émaillage.

*Décadence.* — Mais peu à peu, les luttes successives qu'eurent à soutenir les peuples de l'Afrique du Nord, la néfaste domination turque qui enraya tout commerce avec les pays circonvoisins, et aussi, avouons-le, les troubles apportés dans les coutumes Kabyles à la suite de l'occupation française, causèrent la décadence de l'art céramique berbère.

Maintenant, la poterie Kabyle, grossière, rudimentaire, mal façonnée, incuite, n'est plus exportée ; la fabrication suffit à peine au besoin des tribus, et la poterie usagère est tellement poreuse, que nous avons pu voir, lors d'une excursion dans les environs de Fort-National (Dt d'Alger), des femmes Kabyles se servir de bidons à pétrole pour le transport de l'eau et la conservation de l'huile.

Quant à la poterie Kabyle, dite de luxe, presque sans valeur, elle alimente seulement quelques magasins d'Alger, habituellement fréquentés par les hiverneurs et les touristes.

*Renaissance.* — Est-ce à dire qu'il n'y aurait pas lieu de faire revivre en Kabylie l'industrie de la poterie usagère, et des poteries dorées qui faisaient la réputation de Bougie au quatorzième siècle ? Nous voyons, au contraire, et nous verrons plus loin les résultats déjà obtenus, que, de même que dans l'Europe occidentale, les Allemands, les Anglais et les Français ont refait l'art du moyen-âge quatre siècles après sa disparition, de même la renaissance de l'art céramique berbère est possible.

Le Kabyle a gardé, à travers les siècles, une haute indépendance et un amour passionné pour sa montagne, son village, son home ; c'est un rude travailleur, robuste, agile, et... très normand ; seulement, au lieu de combattre celui qui habite de l'autre côté du mur mitoyen à coups de papier timbré, il lui envoie des coups de fusil. Malgré sa conversion *superficielle* à l'Islamisme (car chaque fois qu'il peut



tourner les préceptes du Coran, il n'a garde d'y manquer), le Kabyle, conserve au fond de son être une dose suffisante de salutaire scepticisme. Il dit, avec beaucoup de sens, que le Coran a été fait pour un pays très différent du sien et pour un peuple qui n'avait pas sa manière de vivre.

M. Rinn, ancien officier des Affaires indigènes, qui connaît bien son Kabyle, en a fait un excellent portrait que nous voudrions pouvoir citer tout entier :

« Le Kabyle est sédentaire et habite des maisons de pierres  
« plus ou moins bien construites, écrit-il ; riche ou pauvre,  
« il travaille en toute saison et tient la paresse pour une honte  
« et un vice indigne d'un homme libre. Il sait et pratique  
« toutes sortes de métiers, d'industries ou de commerces, et  
« envoie chaque année, pendant la morte saison, quelqu'un  
« de ses enfants adultes chercher dans les villes françaises un  
« travail rémunérateur, car il est intéressé, économe, pré-  
« voyant, et rangé comme tous ceux qui ne possèdent l'ar-  
« gent qu'à force de labeur et de peine. »

L'homme de cette race accepte facilement, et avec reconnaissance, les avantages qui peuvent lui être procurés par une civilisation tempérée ; maintenant que son pittoresque pays est sillonné de routes et de chemins d'accès, que les moyens de communication et de transport ont été assurés par nos agents de la voirie, que les villages sont pourvus d'écoles élémentaires, le Kabyle se laissera facilement guider par des moniteurs entendus, après avoir reçu les premiers principes d'apprentissage dans les écoles manuelles, pourvu qu'on ne lui demande pas l'assimilation absolue de nos procédés industriels ; à la condition de tenir compte de ses traditions et de ses aptitudes.

La céramique vient naturellement en tête des industries que l'on pourrait améliorer.

Dans notre étude des procédés des futurs Kabyles, nous avons choisi, parmi les contrées de la grande Kabylie, la seule où l'on fait encore un commerce relativement important de poterie usagère ou de luxe ; l'arrondissement de Tizi-Ouzou (Département d'Alger) et principalement quelques villages des communes mixtes de Fort-National, du Djurdjura et de Drapel-Mizau.

Emile VIOLARD.



## UN CHAT RETOMBE TOUJOURS SUR SES PATTES<sup>(1)</sup>

C'est un fait que chacun de nous, surtout dans sa jeunesse, a pu constater : de quelque façon qu'un chat tombe à terre, et de quelque position qu'il commence sa chute, il atteint toujours le sol sur ses quatre pattes, pourvu toutefois que la hauteur de cette chute ne soit pas inférieure à 75 centimètres environ.

Cette aptitude du chat n'a pas été sans soulever la curiosité des naturalistes et des physiciens, mais elle est restée sans explication jusqu'au jour où le regretté Marey mit les ressources de la chronophotographie au service des chercheurs.

En effet, si l'on observe les images chronophotographiques d'un chat qui au début d'une chute a ses pattes dirigées vers le haut, on observe qu'il est le siège d'une suite de mouvements très simples, et qui pourtant suffisent à le faire retomber sur ses pattes.

Pour interpréter la nature de ces mouvements, il faut d'abord se rappeler que le moment d'inertie d'un corps, astreint à tourner autour d'un axe, que cet axe soit fixe ou en translation, peut être considéré comme une réaction opposée par ce corps à toute force tendant à faire varier sa vitesse de rotation, dans un sens ou dans l'autre. Une meule à affûter que l'on cherche à freiner, lorsqu'elle est élançée, demande, par exemple, un effort plus ou moins grand suivant que son moment d'inertie est lui-même plus ou moins grand.

Ce moment d'inertie se représente au moyen de l'expression

$$\sum mr^2;$$

c'est la sommation du produit de chacune des masses élémentaires du corps par le carré de la distance qui la sépare de l'axe de rotation. Si l'on pose

$$\sum mr^2 = \sum MK^2,$$

le moment d'inertie devient le produit de la masse  $M$  du corps par le carré d'un rayon moyen  $K$ , auquel on donne le nom de *rayon de gyration*.

(1) D'après le *Cours de Physique appliquée aux Arts*, professé par M. J. VIOLETTE au Conservatoire National des Arts-et-Métiers.



Voyons maintenant de quelle manière notre chat va mettre à profit, et sans qu'il s'en doute heureusement pour lui, l'expression du moment d'inertie.

Dès qu'il se sent tomber, notre quadrupède ramène vivement ses pattes antérieures sur son corps et allonge désespérément ses pattes postérieures ; ceci fait, d'un violent coup de reins il se tortille sur lui-même autant qu'il le peut. Que se passe-t-il à la suite de cette manœuvre, d'une rapidité telle que seul l'objectif du chronophotographe peut la saisir ?

Nous pouvons supposer que les masses élémentaires antérieure et postérieure de notre chat sont égales, leur inégalité n'étant pas suffisante pour entacher le raisonnement. Mais les rayons de gyration de ces masses sont bien différents, par suite de la position des pattes dans chacune d'elles, et comme les moments d'inertie croissent comme les carrés de ces rayons, il en résulte que le  $M K^2$  postérieur l'emporte sur le  $M K^2$  antérieur. L'effort produit par l'animal en donnant son coup de reins a pour effet de déplacer les masses antérieure et postérieure l'une par rapport à l'autre autour de la colonne vertébrale considérée comme axe ; la première, en raison de son plus faible moment d'inertie pivote seule tandis que la dernière conserve sensiblement sa place. Nous avons ainsi l'esquisse du mouvement total qui amènera notre félin à pivoter de  $180^\circ$  autour de sa colonne vertébrale.

La suite se comprend d'elle-même ; en ramenant ses pattes postérieures et en étendant à son tour ses pattes antérieures, le chat fait passer le  $M K^2$  maximum d'une masse à l'autre : un nouveau coup de reins, en sens inverse du premier, déplace la masse postérieure, et à l'issue de ce mouvement le corps entier de notre patient a tourné d'un certain angle autour de sa colonne vertébrale faisant fonction d'axe en translation.

Si la hauteur de chute est suffisante pour que la manœuvre ci-dessus décrite ait le temps d'être répétée un nombre convenable de fois dans l'espace, le chat, lancé avec les pattes en l'air, atteindra le sol bien d'aplomb sur celles-ci, au grand ébahissement des physiciens d'autrefois qui concevaient mal qu'un corps libre dans l'espace pût effectuer un mouvement que l'absence d'un appui extérieur rendait inexplicable.

Eugène DELAUPE.



# L'ELECTROTHERMIE

---

## Les Fours Electrothermiques

### TRAITEMENT DES MÉTAUX — FOURS ET PROCÉDÉS

SUITE (1)

#### CUIVRE

Ce métal est connu de tous temps ; les Anciens l'employaient pour faire des armes sous forme d'*airain*, dont la composition ne nous est pas parvenue.

#### PROPRIÉTÉS

Le Cuivre *Cu* est un métal rougeâtre. Sa densité varie entre 8.85 et 8.96. Sa température de fusion est 1150°. Il est très bon conducteur de l'électricité, presque autant que l'argent. Il est bon conducteur de la chaleur, et n'est pas magnétique. Cette propriété est mise en pratique pour faire les boîtes des boussoles, de façon à ne pas influencer l'aiguille aimantée. Le cuivre est ductile et malléable ; ces propriétés sont mises à profit dans la fabrication des fils électriques et des tuyaux. A l'air sec, il est peu altérable. A l'air humide, chargé d'acide carbonique, il se couvre d'une couche d'hydro-carbonate ou *vert-de-gris*, qui est un toxique des plus dangereux. Il est attaqué par les acides, et a beaucoup d'affinité pour le soufre. Il existe à l'état natif en Amérique, et, combiné au soufre, en Espagne, en Allemagne, en Angleterre, en Russie, au Chili et aux Etats-Unis.

Le cuivre rentre dans beaucoup d'alliages, sans parler de celui qu'il fait avec l'aluminium, tels que :

*Bronze* : alliage de cuivre et d'étain ;

*Laiton* : alliage de cuivre et de zinc ;

*Maillechort* : alliage de cuivre, de zinc et de nickel ;

*Bronze phosphoreux* : alliage de cuivre et de phosphore ;

*Bronze siliceux* : alliage de cuivre et de silice ;

*Bronze au plomb* : alliage de cuivre et de plomb.

---

(1) Voir *Bulletins* nos 12, 13 et 15.



Il rentre dans la composition des monnaies d'or, d'argent, de bronze et de nickel ; il est employé dans toutes les branches de l'industrie.

Sa fabrication au four ordinaire est longue et très coûteuse ; l'opération doit se recommencer plusieurs fois pour débarrasser le cuivre des impuretés nombreuses qu'il contient.

## TRAITEMENT

### PROCÉDÉ KELLER

Vattier commença ses expériences sur le traitement par le four électrique des minerais de cuivre, sous la direction de Keller, à l'usine de Kerrousse en Bretagne. Ayant réalisé des produits et procédés vraiment industriels, d'accord avec Keller et Leleux, les expériences furent reprises, près de Grenoble, à l'usine de Livet, en avril 1903. Ces expériences furent faites sur du cuivre du Chili. Ce procédé a pour but de préparer la matte de cuivre sans se servir de houille. Celle-ci obtenue, elle est traitée dans les fours ordinaires ou électriques, ou par l'électrolyse. On traite, soit du sulfure jaune de cuivre à 7 % de cuivre et 9 % de soufre, soit sur des minerais pauvres de cuivre mélangés à de l'oxyde de manganèse. Le courant alternatif est de 4750 ampères sous 120 volts.

*Description du four.* — Le four se compose de deux parties :

1° Le four proprement dit se compose d'un creuset en briques réfractaires, de 1 m. 800 de long, sur 0 m. 900 de large et 0 m. 900 de haut. Deux électrodes mobiles plongent dans le bain. Elles sont en charbon et de section carrée de 0 m. 300 de côté. Leur largeur est de 1 m. 700 ;

2° L'avant-creuset, qui permet la séparation facile de la matte et des scories. Il a 1 m. 200 de long sur 0 m. 600 de large et 0 m. 600 de haut ; il est réchauffé par deux électrodes en charbon d'une section carrée de 0 m. 250 de côté qui y pénètrent. Des trous de coulées sont ménagés à différentes hauteurs pour permettre l'écoulement des scories ou des mattes. Des orifices réunissent les creusets.

*Fonctionnement.* — Après avoir jeté, au fond du four, du charbon et de la matte, on abaisse les électrodes, et l'on fait passer le courant. Puis, le minerai est versé dans le four, et l'on élève progressivement les électrodes. La fusion com-



mence, et l'on fait communiquer le four avec l'avant-creuset, en débouchant un orifice. Ce bain, encore pâteux, passe dans cet avant-creuset, où les réactions s'achèvent sous l'influence des électrodes. Une fois rempli, on débouche les orifices supérieurs, pour laisser écouler les scories. Par un orifice inférieur, on fait écouler la matte. On peut continuer l'opération pendant un certain temps. Il faut 8 heures pour fondre 8000 kilogrammes de mélange, et l'usure des électrodes varie de 5 à 7 kilogrammes par tonne de minerai. On peut réduire cette usure avec des électrodes en graphite. La matte obtenue contient environ 43 à 48 % de cuivre. Les scories renferment entre autres différents produits 27 % de silice et 33 % de fer et du manganèse. On peut tirer partie des scories pour fabriquer du ferro-silicium ou du ferro-manganèse. Il faut éviter autant que possible le contact des électrodes avec le bain pendant la marche de l'opération. Il résulte de cette fabrication une économie d'environ 250 francs par tonne de cuivre, sur le procédé employant les fours ordinaires, pour une teneur de 7 % de cuivre ou minerai. Pour une teneur de 4 %, l'économie est d'environ 150 francs. Ce procédé peut être employé pour le traitement de la blende ou minerai de zinc.

#### PROCÉDÉ MOISSAN

*Distillation du cuivre.* — Dès 1892, et à nouveau en 1893, Moissan déclara que tous les métaux pouvaient être volatilisés au four électrique. En 1859, Depretz volatilisa le cuivre à l'arc électrique ; en 1882, Siemens et Huntigton refirent cette expérience ; il en fut de même de Krafft et Bergfeld en 1905. Le cuivre est volatil à 2100°, d'après Ferry, et à 2240°, d'après Krafft et Bergfeld.

*Fonctionnement.* — Le four employé est le four Moissan ordinaire ; c'est-à-dire un petit creuset en terre réfractaire. Les électrodes en charbon sont de forme cylindrique, terminées en cônes. Le courant alternatif est employé ; il est de 300 ampères sous 110 volts. A la partie supérieure du four, est placé un tube de cuivre parcouru par un courant d'eau froide. Le cuivre est mis dans le fond du creuset. On fait passer le courant, et, au bout de quelques minutes, la distillation se produit, et le métal vient se déposer sur le tube froid. La densité du cuivre devient 8.16. Il présente toutes les propriétés et



caractéristiques du cuivre ordinaire. Ce même procédé peut être employé pour la distillation du zinc.

#### SILICO-CUIVRE

Ce produit est fabriqué à Lockport par la Compagnie *Electric Smelting and Aluminium Co* au four électrique. Traité comme les autres composés du cuivre, il présente certains avantages par les emplois que l'on en peut faire. Il peut servir à raffiner le cuivre, et remplacer le sulfure de cuivre. Le métal obtenu sera plus résistant et plus dur. Jusqu'à 1/10 %, il augmente la résistance du cuivre au point de le rendre comparable à l'acier, et permet de l'employer comme conducteur électrique aérien. Il remplace avantageusement le phospho-cuivre, car il en faut moins que de ce dernier pour obtenir les mêmes résultats, et est par conséquent plus économique ; allié au bronze d'aluminium, il peut remplacer le bronze phosphoreux.

#### NICKEL

Ce métal a été découvert en 1751 par Cronstedt, mais il n'y a que peu d'années qu'il a été séparé du cobalt, auquel il est très souvent réuni.

#### PROPRIÉTÉS

Le Nickel *Ni* est un métal blanc gris, dont la densité varie entre 8.57 et 9. Sa température de fusion est 1500°. Moins altérable que le fer à la température ordinaire, il s'oxyde rapidement à la chaleur. C'est un métal très cassant et magnétique. On le rencontre dans la nature sous forme de sulfure et de sulfo-arseniure. En Nouvelle-Calédonie, il se présente sous la forme d'un silicate double de nickel et de magnésium : c'est la *garnierite* ; il ne contient donc ni cobalt, ni soufre, ni arsenic ; il devient donc plus facile à préparer. Il rentre dans la composition de plusieurs alliages, tel que le ferro-nickel. Il est employé pour recouvrir le fer par galvanoplastie : c'est le fer galvanisé. Il le protège contre l'oxydation, sous forme d'un sulfate double de nickel et d'ammoniac. Pur, il sert actuellement en France pour faire de la monnaie.



## TRAITEMENT

---

### PROCÉDÉ DE LA SOCIÉTÉ ELECTRO-MÉTALLURGIQUE FRANÇAISE

Par un brevet, en date du 30 octobre 1903, cette Société revendique l'extraction directe du nickel, de la garnierite et autres minerais de nickel.

*Description du four.* — On utilise pour ce procédé un four à métaux doux, sur lequel nous reviendrons plus tard, lorsque nous parlerons des fers et aciers traités par cette Société. Remarquons cependant que la sole du four devra en être en magnésie, silice ou fer chromé. Les parois devront être formées par du minerai refroidi par une circulation d'eau.

*Fonctionnement.* — Le nickel est généralement facile à traiter, car son minerai fond facilement au four électrique. Les minerais, exempts de soufre, donnent directement, par fusion et réduction du nickel, du cobalt, du fer et de la fonte de nickel électrique. Cette dernière, ne contenant pas de soufre, peut servir directement pour la fabrication du ferro-nickel. Ce produit est aussi exempt de silicium. On traite, dans le four, un mélange de minerai, de nickel, de chaux, d'argile et d'une très petite quantité de charbon non sulfureux. On doit remplir, le plus haut possible, le four avec le mélange, afin de réduire les pertes de chaleur, de pouvoir utiliser, pour la réduction, tout l'oxyde de carbone qui se brûle complètement à travers la masse. Il faut éviter le contact du carbone avec la fonte de nickel, car il y aurait réduction trop complète et formation de silicium.

### PROCÉDÉ GIN

Ce procédé a pour but l'emploi des minerais de la Nouvelle-Calédonie, après une préparation, au pays d'origine, d'un oxyde ou d'un sulfate. En effet, il faut considérer que la teneur en métal est de 6 à 8 % du minerai, sans compter que ce dernier contient 20 % d'humidité. Le transport en Europe est donc très onéreux, et il vaut mieux préparer sur place un produit de concentration. Pour cela, on met dans un autoclave, muni d'un malaxeur et chauffé à la vapeur entre 145°



et 150°, un mélange de minerai et d'une solution de sulfate de nickel saturée. Vers 133°, on injecte de l'acide sulfurique. Après avoir évacué la vapeur, on injecte dans le mélange une solution froide et saturée de sulfate de nickel, contenant du sulfate basique de nickel dilué en présence d'ammoniaque. On passe ensuite et on fait cristalliser le sulfate. Pour obtenir l'oxyde, on calcine le sulfate au rouge vif dans un milieu oxydant. Dans ces conditions, il faut, pour faire une tonne d'oxyde, environ 15.000 kilogrammes de minerai, 5 tonnes d'acide sulfurique, 4 tonnes de sulfate et 2 tonnes 1/2 de charbon, ce dernier pour produire le chauffage.

*Fonctionnement.* — Le four se compose, comme nous le verrons en détail pour le ferro-silicium, d'un four à réduction, communiquant directement avec un four à affinage. On réduit l'oxyde de nickel, après l'addition convenable de silice et de carbone, pour obtenir un silicium exempt de carbone ; on le fait ensuite réagir sur l'oxyde mélangé de chaux. On brûle ainsi le silicium et on le scorifie sous forme de silicate de calcium. L'affinage s'effectue, soit sur de l'oxyde de nickel, soit sur de l'oxyde de fer, ou même sur les deux, selon que l'on veut obtenir le nickel pur ou du ferro-nickel. Le fer peut être encore introduit directement. La présence de la chaux élimine le phosphore contenu dans le coke. Le soufre peut être enlevé par du manganèse non carburé, ou du ferro-manganèse sans carbone. D'après Gin la réduction et l'affinage d'une tonne de nickel exigent en pratique : 1.300 kilogs d'oxyde de nickel, 300 kilogs de silice pure, 250 kilogs de chaux, 300 kilogs de coke, 60 kilogs d'électrodes et une énergie de 4.250 kilowatts heure.

## VANADIUM

Le Vanadium *Va*, est un métal découvert récemment. C'est un chimiste suédois, Setstrom, qui le découvrit dans une mine de fer.

### PROPRIÉTÉS

C'est un métal blanc, se rapprochant de l'argent par son aspect. Sa densité est 5.5. Il est dissout par l'acide nitrique, et il forme un liquide bleu. Il n'est pas attaqué par l'acide sulfurique, ni l'acide chlorydrique. L'oxyde de vanadium sert à faire le noir d'aniline. On le trouve dans la nature, sous



forme de vanadate, composé à différents métaux, tels que le plomb. On le trouve aussi dans les argiles et dans les basaltes. Dans l'industrie, on l'emploi combiné au fer, au cuivre, au cobalt ou au nickel.

## TRAITEMENT

---

### PROCÉDÉ DU BAS-COUDRAY

L'usine du Bas-Coudray est située à Le Genest (Mayenne). On y traite un vanadate de plomb, provenant des mines de Santa-Marta en Espagne. Ce minerai renferme 12 à 14 % d'acide vanadique, et 50 % de plomb. Le procédé employé n'est pas essentiellement électro-technique ; en effet, le minerai est fondu dans un four à réverbère, avec du carbonate de soude et du charbon. La scorie qui se forme, en dehors du plomb argentifère, renferme des vanadate, aluminate et silicate de soude, et de l'oxyde de fer. Peu soluble dans l'eau, cette scorie est refondue au four à réverbère ; l'insufflation de l'air en grande quantité produit la peroxydation du vanadium. Le tout est alors coulé dans de l'eau bouillante ; la grenaille ainsi formée est ensuite lessivée à trois reprises. La solution renferme alors les 95% de l'acide vanadique du minerai. Les résidus, qui se composent en grande partie d'aluminium, de silice et d'oxyde de fer, ne contiennent que 2 % d'acide vanadique. Pour se débarrasser de la silice, on évapore la solution de vanadate de soude, et on y ajoute de l'acide sulfurique. Il se forme de l'acide vanadique et du sulfate de soude. Pour précipiter le vanadium, on mélange le produit avec le vanadate impur et l'on filtre. La silice se précipite. Après avoir concentré le produit, on précipite le vanadium par l'acide sulfurique, et on lave. C'est pour produire le ferro-vanadium que l'on traite par le four électrique. On précipite le vanadium du vanadate de soude, par du sulfate de fer et du carbonate de soude. Pour obtenir d'autres résultats, on peut précipiter avec du sulfate de nickel, de cuivre ou de cobalt, mais avec addition de carbonate de soude.

MARCEL DEMOUY,  
*Ingénieur civil.*

---



## L'INDUSTRIE DU TABAC

(Compte rendu de la visite technologique du 20 Août 1909 à la  
Manufacture des Tabacs d'Issy-les-Moulineaux).

---

Le tabac fut trouvé, pour la première fois, par les Espagnols, dans l'île de Tabago, aux Antilles ; aujourd'hui, il est cultivé aux colonies, et un peu en Europe. Cette plante, que les botanistes dénomment aussi nicotiane — *c'est Nicot, paraît-il, qui l'introduisit le premier en France* —, est constituée par des feuilles très larges, d'une grande souplesse et d'un vert foncé, soutenues par une tige droite d'une hauteur variant entre 1 m. et 1 m. 50, elle appartient à la famille des solanées. En Amérique, elle est vivace et peut vivre de 10 à 12 ans.

La récolte du tabac se fait en coupant les feuilles au ras de la tige ; elles restent ainsi unies par leur pédoncule ; elles sont ensuite entassées dans des tonneaux, où elles sont extrêmement compressées, de telle sorte qu'elles arrivent à la manufacture dans un tel état de rigidité que tout travail serait impossible ; aussi une préparation préalable est-elle nécessaire.

On commence par séparer les feuilles les unes des autres, en tranchant leur pédoncule à l'aide d'une cisaille, dont l'une des lames est fixe et horizontale l'autre étant mobile et mue par une bielle.

Les feuilles ainsi séparées subissent un mouillage, qui a pour but de leur donner la souplesse nécessaire pour le travail ; ce mouillage s'effectue à l'aide d'une dissolution de chlorure de sodium (60 kg. de sel marin pour 300 kg. d'eau) ; il peut se faire de deux manières différentes : le maryland est plongé quelques instants dans cette solution, puis les feuilles sont réunies en tas ; le tabac ordinaire est amené en masses sur des claies, et un ouvrier arrose les feuilles à l'aide d'un tuyau muni d'une pomme d'arrosoir.



Les feuilles ainsi traitées sont devenues souples ; elles subissent ensuite un écotage, opération qui a pour but d'éviter la présence des « bûches » dans le tabac haché ; cette opération se fait à la main ; puis, les nervures des feuilles ainsi enlevées ne sont pas perdues, car d'autres usines se chargent, à l'aide d'une préparation convenable, de les transformer en engrais.

Les feuilles ont ensuite deux destinations différentes suivant leur qualité ; les unes, quand elles sont suffisamment belles (Java), servent à la préparation des robes qui entourent les cigares ; ces robes sont taillées en forme de fuseau, à l'aide d'une molette d'acier bien affûtée ; les autres, moins belles, et le tabac ordinaire, sont hachées ; pour cela, elles sont placées dans un appareil essentiellement constitué par un tronc de pyramide disposé de telle sorte que, le tabac étant introduit par la grande base, chemine vers la petite ; il est ainsi progressivement compressé, et, à sa sortie de l'appareil, un coupeur mû mécaniquement en débite des tranches de un <sup>m</sup>/<sub>m</sub> d'épaisseur ; les feuilles se présentant généralement dans le sens de la longueur, ces tranches se désagrègent au séchage et donnent le tabac tel que nous le connaissons.

Le séchage s'effectue dans un four cylindrique tournant ; il entre par une extrémité du cylindre, et en sort par l'autre dans un état permettant son travail.

Nous arrivons maintenant à la partie mécanique de cette industrie ; aussi convient-il de diviser son étude en trois parties, nous verrons d'abord la fabrication de la cigarette, depuis le simple moule à main jusqu'à la machine à grand débit ; puis, nous jetterons un rapide coup d'œil sur la fabrication du cigare ; et, enfin, nous parlerons du travail du tabac en paquets.

\*

\* \*

La cigarette est tellement connue qu'il est inutile de décrire sa constitution ; bien que très simple en apparencé, elle se fabrique de bien des manières différentes.

La cigarette en tabac d'Orient se fait à l'aide du moule à main ; ce moule est constitué par un cylindre métallique de la grosseur de la cigarette, et s'ouvrant suivant deux de ses génératrices diamétralement opposées ; l'ouvrière place du ta-



bac dans ce moule, le referme, puis applique à l'une de ses extrémités un petit cylindre de papier, et, à l'aide d'une tige métallique, elle repousse le tabac du moule dans le papier. Ces cylindres de papier sont faits mécaniquement, comme ceux qui sont employés dans la fabrication mécanique des cigarettes, que nous verrons plus loin ; c'est par ce procédé que l'on fait les cigarettes de luxe, cartonnées à l'une de leurs extrémités.

Un autre moule à main permet de faire quatre cigarettes à la fois.

Nous arrivons maintenant à la fabrication mécanique de la cigarette ; vu son importance, elle nous retiendra un peu plus longtemps que les procédés précédents.

Disons tout d'abord qu'il existe un dispositif permettant la manœuvre mécanique du premier des moules à main ci-dessus décrits ; l'ouvrière n'a qu'à placer le tabac dans le moule, qui s'ouvre et se ferme automatiquement ; la tige repoussant le tabac est aussi mue mécaniquement, au moment où un cylindre de papier se présente à l'autre extrémité du moule, prêt à recevoir le tabac.

La machine, qui, incontestablement, présente le plus grand intérêt, est celle de « *The United Cigarettes Machine Company* » ; elle permet un débit de six cents cigarettes non gommées par minute.

Dans cette machine, le tabac est d'abord cardé entre des cylindres munis de pointes sur leur surface extérieure, et tournant en sens inverses ; puis il s'étale sur une toile sans fin qui le fait passer sous des aimants retenant les petites parcelles de fer qui peuvent s'y trouver mêlées ; le tabac tombe ensuite sur une autre toile sans fin beaucoup moins large (2 à 3 cm.), qui passe sous des poulies à gorge profonde (de même forme que la cigarette) (fig. 1) ; là, le tabac prend sa forme et est comprimé entre les poulies et cette toile ; d'autre part, un rouleau de papier se déroule avec une vitesse égale à celle du tabac ; à l'aide de glissières, il prend une légère incurvation et, à ce moment, il arrive sous la toile, à un endroit où une poulie de retour lui fait abandonner le tabac pour laisser le papier seul continuer ce que la toile a déjà commencé ; dès lors, le tabac est directement posé sur le papier. Nous sommes alors en présence du travail le plus



délicat et le plus beau de cette machine ; les bords du papier s'engagent dans une glissière (le tabac la traversant par un trou percé en son centre (fig. 2), qui commence par rapprocher les bords du papier ; puis, celui-ci poursuivant sa route subit un pliage qui, pris à différentes étapes, est à peu près représenté sur la fig. 3, telle une couturière, pour ourler une pièce

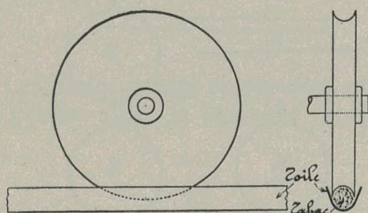


Fig. 1

de toile, emploie une glissière, qui prend la toile à plat, pour lui donner les plis nécessaires, et la maintient dans cette position jusqu'à ce que l'aiguille de la machine vienne définitivement fixer le double pli formé. La glissière susdite maintient donc le papier dans les plis nécessaires, puis, à sa suite, une pointe assez longue, mais très plate (fig. 4), vient se loger entre le tabac et le papier, de telle sorte qu'une petite

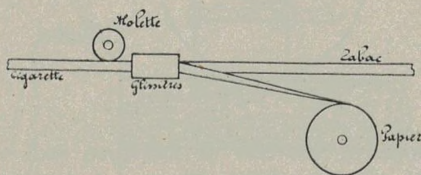


Fig. 2

molette cannelée de 1 mm. de diamètre, située à son extrémité, s'appuie sur les plis qui viennent de se former ; d'autre part, à l'extérieur, une molette de plus grande dimension, mais dont les cannelures sont identiques à celles de la petite, appuie sur le papier, juste au point où elle rencontre cette dernière ; la molette extérieure est animée d'une vitesse angu-



laire telle que sa périphérie possède une vitesse égale à celle du papier ; les plis pressés entre ces deux molettes subissent un gaufrage qui fixe définitivement les plis ; le mouvement continuant, le tabac se détend, occupant ainsi l'espace laissé vide par l'aiguille portant la molette.

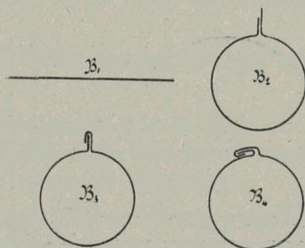


Fig. 3

Nous nous trouvons en présence d'une cigarette de plusieurs centaines de mètres de long (la longueur du rouleau de papier), qu'il s'agit de débiter au fur et à mesure de sa production, en cigarettes de longueur convenable. Pour cela, deux couteaux circulaires, très bien affûtés, sont animés d'un

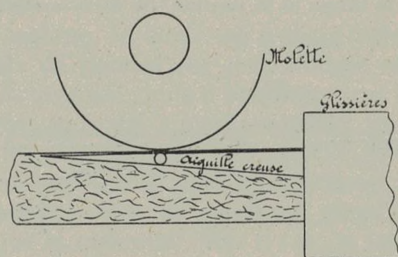
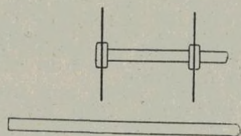


Fig. 4

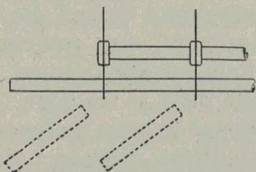
très rapide mouvement de rotation et sont distants l'un de l'autre de la longueur d'une cigarette ; ces couteaux, à l'aide d'une bielle et d'un excentrique, peuvent être mis longitudinalement, tandis qu'une came convenablement placée, les abat brusquement sur la cigarette au moment voulu ; deux



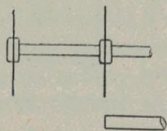
cigarettes sont alors coupées, et tombent dans la boîte ; pour bien saisir ce mécanisme, il suffit de nous reporter aux figures suivantes :



*Fig. 5.* — Les couteaux sont en position, prêts à s'abattre, la cigarette de gauche ayant la longueur voulue ;



*Fig. 6.* — Les couteaux s'abattent ; deux cigarettes sont produites et tombent tandis que les couteaux, mûs par la bielle, sont animés d'un mouvement longitudinal égal à celui de la cigarette ;



*Fig. 7.* — Les couteaux se relèvent brusquement, et la cigarette continue à avancer, tandis que les couteaux sont ramenés à leur point de départ, après avoir parcouru un cycle fermé.

Bien entendu, les cigarettes une fois coupées ne tombent pas comme nous l'avons indiqué sur la fig. 6 pour la compréhension plus facile de l'appareil, mais elles continuent leur chemin dans une gouttière jusqu'à ce qu'elles tombent dans la boîte destinée à les recevoir.



Pour le tabac supérieur, le débit des cigarettes se fait au moyen d'un couteau à ailettes ; la vitesse de ce couteau est telle que, entre le moment où une lame tranche la cigarette, et celui où la lame suivante fait la même opération, la longueur d'une cigarette est parcourue par le tabac ; mais ce ne sont là que des questions de détails qui ne changent en rien le principe de la machine.

Cette description terminée, trop longue pour le lecteur, trop courte pour montrer toute la beauté de cette machine, remarquons le travail considérable qu'il fallut pour amener une telle machine au point où elle en est aujourd'hui.

Une autre opération, qui, bien que n'étant pas mécanique, a néanmoins quelque intérêt, est la mise en paquet des cigarettes ; pour cela, l'ouvrière a devant elle un tas de cigarettes ; elle en prend une poignée, sans compter, car elle sait par habitude si le compte est exact ; aussi, les voit-on parfois prendre une cigarette dans le tas pour l'ajouter au paquet ; si une cigarette s'échappe de leurs mains et tombe sur la table, ce n'est pas une maladresse, mais tout simplement une cigarette en trop qui n'a pu trouver place ; le paquet ainsi constitué est enveloppé dans du papier de soie et introduit dans un petit cylindre en papier ; enfin une bande portant la vignette de la manufacture est collée sur le paquet, qui est prêt à livrer au commerce. La couleur des paquets est différente suivant la qualité du tabac renfermé.

*(A suivre.)*

Georges PETIT,

*Membre du Comité de l'Association.*

---

## LES EAUX AU JAPON

---

Bien que l'Empire insulaire de l'Asie Orientale ne subsiste guère depuis plus d'un millier d'années, son développement industriel avance progressivement, presque de pair avec nos établissements. Ce progrès est dû presque entièrement à la vulgarisation de nos procédés modernes en Europe. Leur instruction technique étant essentiellement modelée sur la nôtre, l'application de nos inventions et découvertes leur confère



en quelque sorte une priorité sur les autres nations orientales.

Il n'en découle pas nécessairement que toutes les industries y soient au premier degré d'avancement, et, à part les industries purement nationales, et dues essentiellement à la production du sol japonais, nous trouvons encore quelques exploitations bien abandonnées ou ignorées.

Telle par exemple la distribution et la canalisation des eaux, et cela malgré que cette industrie soit appelée à un grand avenir. Non pas que le Japon soit resté sourd aux propositions d'exploitation faites jusqu'ici, mais les installations faites jusqu'à ce jour sont loin d'être en rapport avec les besoins et la culture naturelle. Aussi, les dépenses faites de ce chef par le Gouvernement n'ont embrassé qu'une infime partie du travail restant à effectuer.

Si nous nous reportons aux recherches actives et intéressantes, opérées à cet effet par le très compétent professeur Hofman à Tokio, nous constatons que la hauteur de pluie est énorme, surtout à la côte Ouest. Cette chute de pluie diminue autant à la côte de l'Océan qu'au rétrécissement de l'île. Les cours d'eau dépendent entièrement des rehaussements du sol.

Le Japon central se compose de roches primitives, dont le procédé de décomposition par la pluie donne une couche très fertile à la végétation. Les rivières et les fleuves de cette partie du Japon doivent leurs cours principalement à leurs confluent torrentiels, et à ses pyramides de Shimogawa. Les quelques cours d'eau régularisés le sont d'une façon assez primitive ; généralement, les cours se trouvent barrés, obstrués pour empêcher les ravages de sable ; les digues sont faites de terre glaise, recouvertes de pierres, sauf le côté extérieur que recouvre du gazon.

Etant donné l'empiètement du Nippon sur le Modernisme, la régularisation des eaux et leur exploitation devront être une de leur première préoccupation, autant pour la construction et l'alimentation de leurs canaux que pour la distribution urbaine.

Le Japon n'est pas sans avoir remarqué cette lacune. Aussi, déjà, commence-t-il à confier à des professionnels, c'est-à-dire à des techniciens forestiers, le soin d'entretenir et de surveiller les entreprises de l'Etat pour la régularisation des eaux. Leurs études spéciales et approfondies de la question



leur serviront de base, mais l'échange des idées et des applications par des publications scientifiques avec les professionnels du continent leur sera certainement toujours d'un puissant auxiliaire.

E. SCHIRCH,

*Membre du Comité de l'Association.*

---

## NOTES

sur la divisibilité, la constitution et la dématérialisation  
de la matière

---

### Introduction

La matière, telle que nous la connaissons, est loin d'être continue ; certes, les corps solides nous paraissent complètement inertes, et cependant toute leur constitution travaille, vibre, se transforme. En effet, loin d'être d'un seul bloc, un fragment de corps solide, métallique ou non, est formé de particules infiniment petites dont nous allons étudier quelques propriétés.

### Divisibilité de la matière

Tout d'abord, afin de bien fixer les idées sur la divisibilité de la matière nous allons énumérer une série d'expériences la mettant en évidence.

Les parfums, les matières colorantes solubles à l'eau (sels d'aniline), la coloration des flammes au Bunsen (spectroscopie) montrent jusqu'à quel degré la matière est capable de se diviser. Le musc, le chlorhydrate de rosaniline, les sels des métaux alcalins sont très caractéristiques à ce sujet.

### Constitution de la matière

Les théories fondées sur la constitution de ces particules matérielles sont à ce jour :

*La théorie de l'homœométrie*, en vertu de laquelle les corps se-



raient divisibles à l'infini ; chaque partie se séparant en deux autres semblables à la précédente ;

*La théorie des tourbillons*, modernisée par W. Thomson. L'idée du mouvement des tourbillons peut être donnée par celui des anneaux de fumée ; comme l'expérience le montre, ces anneaux ont deux mouvements caractéristiques : leur diamètre subit des variations de grandeur, et ils sont animés d'une rotation rapide dans leur plan ;

*La théorie des atomes*, de Démocrite, modifiée au fur et à mesure jusqu'à nos jours.

Mais tous ces atomes, qu'ils soient des tourbillons ou des particules matérielles, sont animés d'un mouvement et une expérience montre justement, non pas leur existence, mais la possibilité d'une semblable hypothèse ; je veux parler des *mouvements browniens*. Cet état de la matière, que l'on croyait spécial (*état colloïdal*), n'était en réalité que le résultat d'une fausse observation d'expériences diverses : solution de sépia ou de gomme gutte, précipité d'or se maintenant dans un liquide et présentant une fluorescence verte, etc. L'observation de ces corpuscules solides se mouvant dans l'eau, la glycérine, le sulfure de carbone, etc., nous montre bien que les déplacements et les bombardements atomiques sont possibles, puisqu'ils sont comparables à certains faits matériels que nous pouvons examiner.

En rassemblant ces particules, aurons-nous un corps solide ? Telle fut la question que Spring essaya de résoudre.

En les soumettant à des pressions variant de 5.000 à 10.000 atmosphères, il obtint le plomb, le bismuth, le charbon de sucre même, à l'état solide, et certains corps à l'état cristallisé. (Bismuth par exemple.)

L'éloignement, ou plutôt la mise en liberté de ces petites molécules que nous donnera-t-elle ?

Dans un gaz, nous aurons le bombardement moléculaire des tubes à vide de Crookes. Le passage du courant électrique dans les gaz très raréfiés ( $\frac{1}{10.000}$  mm.) mettant un certain ordre dans ce mouvement moléculaire, nous fait assister aux classiques et curieuses expériences de la phosphorescence et de la fluorescence des matières solides, de la production des rayons cathodiques, canaux, X.



### La Radioactivité ; la dématérialisation de la matière

Quoique la question ait été mainte fois traitée, nous allons exposer très rapidement l'histoire du Radium.

C'est par l'étude des sels d'uranium que Becquerel, en 1896, s'aperçut que le sulfate double d'uranyle et de potassium, l'azote, le sulfate, etc., émettaient des radiations semblables à celles du tube de Crookes (impression de plaques photographiques, décharge de corps électrisés, etc.). L'étude de minerais contenant de l'uranium amena Mme Curie à la découverte d'un élément nouveau, 2.000.000 de fois plus actif que le corps précédent, « *le Radium* » (1909). Au cours de ses recherches, Mme Curie découvrit encore le polonium ; M. Debierne découvrit l'actinium.

Par la suite, une grande quantité de corps furent étudiés, et on fut amené à cette conclusion : *Que tous les corps sont radioactifs, mais à des degrés très différents.*

Nous avons vu tout à l'heure que les sels radioactifs donnaient à l'air la propriété de conduire l'électricité puisqu'ils déchargent les corps électrisés ; suivant le terme exact, ils *ionisent l'air*.

Qu'est-ce que l'ionisation ?

On sait que les gaz, à l'état ordinaire, ne possèdent, quand ils sont soumis à des champs électriques faibles, qu'une conductibilité infiniment petite, pratiquement nulle, mais que, si nous les soumettons à un faisceau de rayons Röntgen, ils deviennent conducteurs.

On admet alors que chaque molécule du gaz s'est dissociée, et a donné naissance à 2 particules infiniment petites, que nous appellerons des *ions*, portant respectivement des charges électriques de signes contraires et que l'on désigne sous le nom d'anions lorsqu'ils sont électrisés positivement, et cathions dans le cas contraire.

Quels sont les moyens de produire l'ionisation ?

Ce sont : les flammes ; les rayons cathodiques ; l'incandescence ; les rayons X ; l'oxydation du phosphore ; les rayons ultra-violet ; etc.

Mais, en entrant dans l'essence même de la matière, qu'allons-nous trouver ? un corpuscule infiniment petit commun à tous les corps et dont la forme peut être la matière primordiale, l'essence même, l'*« électron »*.



Tout le monde suppose qu'une charge électrique, quelle qu'elle soit, n'est qu'une simple attribution de la matière, et l'on a peine à concevoir par quelle ingéniosité on peut arriver à en déduire que l'électricité peut être la substance de la matière.

Cependant, l'hypothèse de la théorie électrique de la matière tend à le prouver.

Supposons en effet un atome formé de plusieurs électrons :

Au nombre de 3, ils forment les trois sommets d'un triangle ; au nombre de 4, ils se trouvent aux sommets d'un tétraèdre régulier ; au nombre de 6, ils se trouvent aux sommets d'un octaèdre, ou bien, 5 d'entre eux se trouvent aux sommets d'un pentagone et le dernier au centre ; au nombre de 8, ils peuvent se trouver aux sommets d'un cube, mais avec une stabilité moins grande.

Et revenant à la radioactivité, nous pouvons prendre le cas de 4 électrons tournant autour d'un centre ; tant que la force centrifuge de rotation est suffisante, ils se trouvent en équilibre aux 4 coins d'un carré ; mais, si la vitesse vient à descendre au-dessous d'une certaine valeur l'édifice n'est plus stable, et il s'effondre avec un dégagement d'énergie considérable ; il se produit une sorte de convulsion de la matière, et celle-ci reprend alors un équilibre statique.

C'est peut être là la cause de la Radioactivité.

### Conclusion

Pour terminer, nous allons examiner les curieuses idées du Dr Gustave Le Bon, qui, n'admettant pas le radium, attribue à une impureté la cause des phénomènes de la radioactivité.

Si nous prenons, en effet, un sulfure de calcium parfaitement pur, obtenu par la réduction du sulfate par l'hydrogène au rouge, nous n'observerons, après insolation, aucune phosphorescence. Prenons au contraire des fragments de coquilles d'huîtres pulvérisées, et calcinons-les avec du soufre et de l'amidon ; nous obtiendrons alors un corps d'une belle phosphorescence violette. Les sulfures de baryum et de strontium présentent les mêmes propriétés. Le sulfure de zinc présente lui-même plusieurs phosphorescences suivant les impuretés que l'on y adjoint avant sa préparation.

Se rapprochant de la radioactivité, on peut soupçonner, en



effet, que cette émission de chaleur, de lumière, d'électricité soit produite par le fait même d'une impureté, et ne soit pas la propriété d'un élément nouveau tel que le Radium.

Quoiqu'il en soit, nous nous trouvons à l'heure actuelle devant une série de phénomènes inexpliqués du plus haut intérêt, et sur lesquels il est je crois intéressant de travailler, étant donnés les résultats obtenus et les résultats à obtenir.

L. DARDARE,  
*Membre de l'Association.*

## BOITE AUX LETTRES



PARIS - 1910

Hippolyte Bernier.

Il sera répondu à cette place aux demandes de renseignement qui seront adressées au Secrétaire-Gérant du Bulletin. Les demandes devront être accompagnées d'une bande d'envoi du *Bulletin*.

**M. B. R., à Viroflay.** — Nous ne saurions vous dire où se trouve le pont en maçonnerie le plus élevé du monde ; le pont de Solis, jeté sur la gorge de l'Albula, en Suisse, à 85 mètres au-dessus du torrent, n'est peut-être pas loin d'atteindre la limite en ce sens. Ce pont livre passage à une ligne de chemin de fer à voie de 1 mètre.



**M. O. T., à Paris.** — La sustentation orthoptère n'a pas encore été réalisée, car elle nécessite un moteur dont le poids par cheval doit être considérablement réduit. Il est possible que l'apparition d'un moteur particulièrement léger permette un jour au sustentateur orthoptère de se maintenir dans l'atmosphère ; mais on s'accorde à supposer que le sustentateur oblique, qui profiterait dès lors du même avantage, lui sera toujours de beaucoup supérieur.

**M. V., à Paris.** — Depuis l'ouverture complète de la ligne métropolitaine n° 4, on peut évaluer à 1 million le nombre des voyageurs qui empruntent journellement le réseau métropolitain. C'est un chiffre qui dépasse de beaucoup les prévisions qui furent faites lors de la conception du réseau. Sur la ligne n° 1, 300 trains circulent chaque jour sur chaque voie ; le cahier des charges imposé à la Compagnie ne prévoit que 135 trains seulement !

**M. W.-E., à Mandres.** — En principe, l'emploi du courant alternatif convient mal à l'alimentation des moteurs ; toutefois, on a expérimenté avec succès des moteurs à champ tournant qu'alimentait du courant triphasé, et l'usage commence à s'en répandre dans l'installation des lignes de tramways. Dans ce dernier cas, les voitures comportent 2 trolleys aériens, et le troisième fil est constitué par les rails. L'emploi du courant alternatif est intéressant lorsque la puissance motrice est produite loin de son lieu d'utilisation, car on en abaisse aisément la tension avec des transformateurs statiques ; d'autre part, les moteurs à champ tournant ne comportent pas de bobinage au rotor et sont faciles à établir.

**M. D. O., à Bois-Colombes.** — Pour constituer la gamme du piano, il était de toute nécessité de donner la même valeur à chacun de ses 12 intervalles, faute de quoi il eut été impossible de transposer une phrase musicale sur cet instrument. Les demi-tons successifs sont donc constitués en multipliant la tonique, par la racine douzième de 2, un nombre de fois égal au rang de la note que l'on détermine.

La gamme du piano ne suit donc pas la gamme naturelle, et c'est à l'instrument chantant de s'appliquer à la suivre.



**M. H. B., à Paris.** — Vous voulez sans doute désigner, sous le nom d'aiguillage automatique, un aiguillage que mettrait en jeu le passage d'un convoi, devant des points déterminés, sans le secours de la main humaine. Dans les chemins de fer, ce système n'a pas été employé en raison de la faible sécurité qu'il présente, et je doute que l'on y ait recours un jour. Dans les tramways, la sécurité est toujours suffisante, mais l'installation, sous la voie publique, d'un organisme qui ne manquerait pas d'être délicat, ne serait pas une garantie de bon fonctionnement, à beaucoup près.

---

## VISITES ET CONFÉRENCES

---

Conférences publiques du Dimanche

du

Conservatoire National des Arts-et-Métiers

Les comptes rendus de ces conférences seront publiés, pour le mois de janvier, dans le prochain numéro.

Ces comptes rendus, rédigés par les soins du *Comité de Rédaction du Bulletin mensuel*, auront surtout pour objet de mettre en valeur l'enseignement qui résultera de chaque Conférence, délaissant à dessein les à-côtés que tout conférencier doit intercaler dans son discours pour tenir en éveil l'attention de ses auditeurs, mais qui, en général, présentent peu d'intérêt à la lecture.

Cette publication est destinée, dans notre esprit, à tenir lieu, pour nos lecteurs, d'une transcription sténographique, que l'espace mesuré de nos colonnes, la réserve des droits d'auteur et les frais qui seraient entraînés, ne nous permettent pas d'exécuter actuellement ; néanmoins, nous ne craignons pas de développer autant qu'il sera nécessaire les questions qui le mériteront.

LE COMITÉ.

---



Association des Elèves des Laboratoires Bourbouze  
58-60, Rue Saint-Antoine, Paris-4<sup>e</sup>

---

Jeudi 17 Février, à 8 h. 1/2 du soir, dans la Salle de Pharmacie Centrale de France, 7, rue de Jouy, Paris.

Conférence avec projections par M. Paul BECQUEREL, *docteur es sciences naturelles*.

SUJET : L'origine de la vie (les faits et les hypothèses).

---

FETE ANNUELLE

de la

PROCLAMATION DES PRIX ET RÉCOMPENSES AUX LAURÉATS  
du

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS-ET-MÉTIERS

sous la présidence de *M. le Directeur de l'Enseignement technique*, représentant *M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie*.

---

M. PAINLEVÉ, *Vice-Président du Conseil d'administration* du Conservatoire, représentant M. BOURGEOIS, *Président*, prend d'abord la parole. Il expose l'organisation des trois grands organes créés récemment au sein du Conservatoire : le *Laboratoire d'essais*, l'*Office National de la Propriété industrielle* et le *Musée de Prévention des accidents du travail et de prévoyance sociale*. Il fait également connaître à quel point s'est exercée l'activité de MM. MILLERAND et LÉON BOURGEOIS qui ont alterné dans la présidence du Conseil d'administration, et il constate avec une grande joie que les efforts et les sacrifices, qui ont été prodigués pour l'œuvre entreprise, ont porté largement leurs fruits.

M. BOUQUET, *Directeur du Conservatoire National des Arts-et-Métiers* produit ensuite quelques chiffres, d'ailleurs édifiants, relativement à l'organisation de l'établissement qu'il dirige :



« Créé en 1900, le Laboratoire d'essais n'a été définitivement outillé qu'en 1903. Les recettes se sont élevées, pour 1906, à 61.572 fr. ; pour 1907, à 71.137 fr. ; pour 1908, à 80.016 francs ; pour 1909, à 100.875 fr.

« En 1901, le Service des Brevets a été transféré au Conservatoire. De 1902 à 1909, le nombre des brevets pris annuellement est passé de 12.100 à 13.900 ; les marques déposées chaque année ont vu leur nombre s'accroître de 10.300 à 16.300 ; le nombre des lecteurs venus consulter les archives du Service, est passé dans la même période, de 16.000 à 30.000 par an. Le montant des annuités a varié de 3.500.000 francs à 4.500.000 francs.

« Les Cours publics du Conservatoire se sont accrus, en 1909, du *Cours de Géographie Commerciale et Industrielle*, professé par M. Albert MÉTIN. Ces Cours ont été ouverts durant 130 soirées, avec une moyenne de 606 auditeurs ; cette moyenne avait été de 558 en 1908 et de 556 en 1907. Le nombre des leçons qui ont été faites s'est élevé à 808, avec une moyenne de 97 auditeurs. Il a été délivré 1.675 cartes en 1907, 1.903 en 1908 et 2.040 cette année. Il a été distribué 166 certificats annuels en 1908 et 214 en 1909. Le nombre des diplômes délivrés s'est élevé à **12** en 1909 : c'est un maximum. En outre, les récompenses décernées en 1909 sont composées de 4 médailles de vermeil, 34 prix en argent, 12 volumes, 23 plaquettes, 5 rappels et 10 lettres de félicitations.

« Les visites-conférences, inaugurées en 1909, ont eu le plus grand succès.

« Les conférences publiques du dimanche ont attiré leur public accoutumé.

« Le Musée industriel a été l'objet de dons nombreux, parmi lesquels il faut citer celui du journal *Le Matin*, l'aéroplane de BLÉRIOT. »

*M. le Directeur de l'Enseignement technique* se déclare enchanté des résultats de l'année 1909, et il remercie chaleureusement chacun de ceux qui contribuent à la prospérité de l'établissement. *M. le Professeur GUILLET* est ensuite



décoré du ruban de *Chevalier de la Légion d'Honneur* : les applaudissements enthousiastes qui éclatent à ce moment dans la salle sont une belle confirmation du choix qui motiva cette distinction. Puis, c'est la pluie violette : *M. le Professeur VERNEUIL*, dans un geste charmant et vivement approuvé, étreint son jeune préparateur, promu Officier d'académie, et lui donne l'accolade.

Paris, le 9 janvier 1910.

Eugène DELAUBE.

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

AIDE-MÉMOIRE DE L'INGÉNIEUR-MÉCANICIEN, recueil pratique de formules, tables et renseignements usuels, d'après la 3<sup>e</sup> édition du *HILFSBUCH FÜR MASCHINENBAU* de FREYTAG, traduite, adoptée et complétée par J. IZART, *Ingénieur-mécanicien*. Un fort volume in-8° cartonné de 1.000 pages, avec 1.100 figures : 15 francs. Edité chez Dunod et Pinat.

Le succès prodigieux des trois premières éditions originales, dont 1.500 exemplaires ont été vendus en deux ans. et l'intérêt considérable que présente cet excellent aide-mémoire, ont engagé les éditeurs à le publier en français, et ils ont chargé l'ingénieur mécanicien, M. J. Izart, bien connu par ses remarquables travaux sur la force motrice, d'en faire, non pas une traduction littérale, mais une adaptation conforme aux besoins de l'industrie française. M. Izart, en praticien éprouvé, s'est parfaitement acquitté de cette tâche difficile, non seulement en remaniant le texte primitif mais encore en y ajoutant de nombreux chapitres originaux d'une utilité incontestable.

On a reproché jusqu'ici aux formulaires usuels le manque de clarté dans l'exposition et les difficultés d'application des formules présentées. Que de temps n'a-t-on pas perdu à rechercher, dans une table mal établie, le renseignement désiré, que de fois surtout a-t-on renoncé à interpréter les formules indiquées parce que leur application conduisait à des indécisions et même à des absurdités !

Dans ce nouvel aide-mémoire, on a adopté un *ordre méthodique* parfaitement divisé, mais en outre l'*index alphabétique* a été très développé et rigoureusement vérifié. Un grand nombre d'*exemples numériques* ont été donnés pour expliquer l'application des formules et c'est la première fois qu'une telle place a été réservée à ces exemples. Enfin, le *calcul graphique*, si simple et si efficace, a pris, dans cet ouvrage, une extension considérable.

Les éditeurs ont apporté, de leur côté, tous leurs soins à la composition et à l'illustration de ce beau volume et ils le présentent avec confiance, persuadés d'avoir fait œuvre utile.

---



## LE PRIX DU TRANSPORT EN CHEMIN DE FER

---

On s'accorde généralement à maudire la cherté des tarifs auxquels sont transportés les voyageurs sur les voies ferrées, et chacun s'ingénie, tout comme pour se rendre au théâtre, à se procurer des "billets de faveur" (*permis, tarifs spéciaux, voyages collectifs, etc.*). Le public se rend peu compte de la modicité relative de ces tarifs en comparaison de ceux qui sont appliqués aux marchandises, et l'on serait en général mal venu de prétendre au voyageur de 1<sup>re</sup> classe, qui a payé intégralement le prix de son billet, ce qui est très rare, que la "Compagnie" le véhicule à meilleur compte qu'une vulgaire cargaison de betteraves ou de pommes de terre. Pourtant, donnons quelques chiffres.

Admettons que notre voyageur mal persuadé ait pris place dans une confortable voiture à intercirculation du plus récent modèle : cette voiture comporte 41 places et pèse 32 tonnes, et, si toutes les places sont occupées, la charge de remorque, comprenant le poids du voyageur et le poids mort qui s'y rapporte, atteint environ 900 kilos. De Paris à Brest, par exemple, le prix du billet est de **66 fr.**

Or, un wagon à marchandises pèse 10 tonnes et peut contenir un poids utile égal ; à une charge de remorque de 900 kilos correspond donc 450 kilos de marchandises. En grande vitesse, le transport de cette dernière charge, de Paris à Brest, coûtera plus de **77 fr.**

Le voyageur de 1<sup>re</sup> classe, maintenant convaincu, est donc transporté à un tarif de beaucoup inférieur à celui des marchandises.

E. D.

---

*Le Secrétaire-Gérant.* E. DELAUPE.

---

Paris. — Imp. Stemmer, 175, Rue Saint-Honoré.



CONFÉRENCES PUBLIQUES DU DIMANCHE  
DU  
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS & MÉTIERS <sup>(1)</sup>

---

L'ÉTAT ACTUEL DE LA REPRODUCTION  
DES PIERRES PRÉCIEUSES

PAR M. VERNEUIL, PROFESSEUR AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS-ET-MÉTIERS.

(Notes recueillies par M. G. DEGAAST, Auditeur de M. le Professeur *Verneuil*, Lauréat du Conservatoire, Vice-Président de l'Association.)

---

La question des pierres précieuses est particulièrement chère aux dames, auxquelles le sujet de la Conférence est dédié ; les gemmes, par leur éclat, leurs couleurs, forment à eux seuls l'art de la parure, en venant rehausser et compléter la beauté féminine.

Ce goût pour les pierres précieuses n'est pas moderne ; bien avant, dans la préhistoire, les recherches des archéologues l'ont démontré, on s'ingénia à trouver des moyens capables, sinon de reproduire, du moins d'imiter ces pierres, sans doute déjà rares à ces époques. L'art du verrier, au début, réalisa les perles aux couleurs des plus vives, qui vinrent remplacer les cailloux colorés. Les verroteries d'Égypte et d'Assyrie, dont les musées possèdent de nombreux spécimens, tendirent à imiter les pierres précieuses naturelles ; particulièrement, les documents archéologiques égyptiens comportent des imitations d'émeraude et de saphir.

Toutes ces imitations de la première heure furent réalisées à une époque reculée, il y a quelques milliers d'années ; la reproduction intégrale des pierres précieuses naturelles : composition et couleur, ne put prendre, sinon de l'essor pour quelques-unes, du moins une réalisation véritable, qu'après

---

(1) Les *Comptes rendus* de ces Conférences seront publiés au nombre de deux par chaque numéro de Bulletin.



le développement de la chimie. Au siècle dernier, après Lavoisier, et les lumières que ses travaux apportèrent sur la connaissance de la composition des corps et de l'analyse chimique, les recherches devinrent plus rationnelles, et les nombreux efforts des savants, tentés en vue de la reproduction des gemmes aboutirent dans plusieurs cas à un résultat heureux, et ce résultat reçut sa première application industrielle.

Les pierres précieuses se divisent en trois groupes :

- 1<sup>o</sup> **Diamant** ;
- 2<sup>o</sup> **Emeraude ordinaire** ;
- 3<sup>o</sup> **Corindons** (*Alumine cristallisée et colorée diversement*).

Il n'y a pas lieu de parler des imitations de pierres précieuses, intéressantes à un autre point de vue, et formant des industries importantes. Nous n'envisagerons ici que des reproductions ayant fourni des composés de composition chimique analogue et de propriétés cristallines identiques à celles que possèdent les pierres précieuses naturelles.

Les trois groupes précités peuvent être caractérisés par les indices suivants :

- 1<sup>o</sup> **Diamant** : Carbone pur, cristallisé et transparent ;
- 2<sup>o</sup> **Emeraude** : Silicate d'alumine et de glucine coloré par de l'oxyde de fer ;
- 3<sup>o</sup> **Corindons** (Alumine cristallisée) :
  - Corindon incolore** ;
  - Corindon bleu ou **Saphir** ;
  - Corindon rouge ou **Rubis**.

**Le Diamant** a été identifié : Carbone pur, cristallisé et transparent, après les travaux de Lavoisier, qui a établi son identité chimique.

Le carbone pur, sous l'une de ses formes, dites allotropiques, noir de fumée ou diamant, donne, après combustion, un poids d'anhydride carbonique ( $C.O_2$ ), identique dans tous les cas. Mais au préalable, on détruit cette organisation spéciale, inconnue pour nous : la molécule cristalline.

Le diamant et le graphite offrent à l'analyse une même composition, mais l'un est transparent et l'autre est opaque.

C'est bien dans sa transparence que le diamant cache le secret de son organisation, qui a suscité de nombreux mémoires, tous en vue de la reproduction du précieux gemme.

Parmi ces mémoires, quelques-uns expriment des illusions,



quelquefois complètes, peu dignes de l'examen ; d'autres fois, les chercheurs ont été induits en erreur par l'obtention de petites quantités de corindon, car le corindon, incolore, dur et très brillant, peut avoir l'apparence du diamant. Il faut seulement explorer dans les travaux scientifiques où les expériences ont produit un corps capable de fournir 4 fois son poids d'anhydride carbonique pur ( $C.O^2$ ) sans autre composé. Si ce corps est dur, transparent et cristallisé, on est en présence du diamant. De toutes les chimères et les utopies que renferment ces mémoires, se dégage une seule vérité, à retenir avec quelques restrictions, mise au jour par le regretté **Henri Moissan**, dont le nom est attaché à la célèbre découverte du fluor.

Tous les travaux effectués sur la synthèse du diamant peuvent se résumer en deux groupes :

1° Ceux qui opèrent à une température relativement basse, inférieure à  $500^{\circ}$  ;

2° Ceux qui opèrent, à partir de  $800^{\circ}$ , jusqu'à  $2.000^{\circ}$ ,  $3.000^{\circ}$ . certains même, le désir humain étant insatiable, ont rêvé de réaliser la température du soleil :  $6.000^{\circ}$  et plus ! Mais l'expérience bien observée, bien étudiée, réduit à néant toutes ces envolées de l'imagination, et vient fixer les limites raisonnables entre lesquelles on doit se placer. En effet, le diamant naturel, chauffé vers  $750^{\circ}$ , dans le vide ou dans un gaz inerte, plus nettement à  $800^{\circ}$ , se ternit, se couvre d'un voile noir, ténu, et, si la température s'élève, il se transforme en une masse amorphe de carbone noir. Dans l'arc électrique, il s'exfolie, s'ouvre, et laisse un résidu de graphite. M. A. Verneuil eût l'occasion de vérifier ces faits en chauffant du diamant dans tous les gaz et dans le vide ; même dans le vide de Crookes, en dirigeant le flux électrique sur le diamant, on voit le plan poli se ternir, puis noircir, avec formation de charbon. Cette action du flux, à l'abri de tout gaz, est encore un secret, comme la matière nous en offre encore beaucoup d'autres ! Si le diamant a pris naissance à haute température, on ne conçoit pas le mécanisme de la cristallisation.

En étudiant le météorite du *Cañon Diablo* (Arizona), **Friedel** (1) isola, après une série de traitements acides, un pe-

(1) Friedel : *Sur l'existence du diamant dans le fer météorique du Cañon Diablo* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, tome CXIV, page 1037, 12 décembre 1892). — Mallard : *Sur le fer natif du Canon Diablo* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, tome CXIV, page 812 4 avril 1892).



tit fragment transparent, résistant aux agents chimiques employés pour désagréger le météorite : ce fragment était du diamant. Cette découverte permit de conclure que la gangue véritable était dévoilée, et que c'était en partant d'elle qu'un résultat pourrait être obtenu. Or, ce météorite était en majeure partie formé de fer et de nickel ; *Moissan* en fit le point de départ de ses recherches, et émit cette idée que, puisque le diamant se transforme à chaud en carbone, peut-être une haute pression s'opposerait à cette transformation, en permettant au carbone de conserver son état cristallin. La thermodynamique montre que ces transformations allotropiques doivent être retardées par des pressions suffisantes.

*Moissan*, se basant sur la dilatation de la fonte pendant le refroidissement, en conclut que, en prenant une masse liquide de fonte, et en la refroidissant brusquement, il se forme une croûte externe, qui empêche ensuite le noyau central, en-

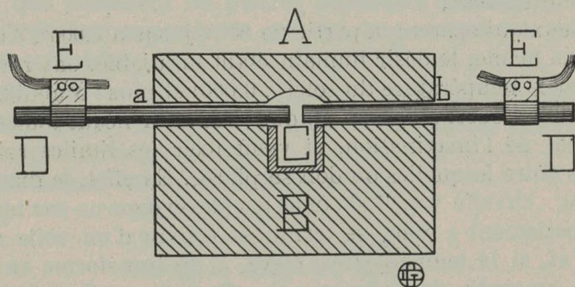


Fig. 1. — Coupe du four électrique de Moissan  
A et B: blocs de chaux vive. — C: creuset de carbone. — DD: électrodes de carbone. — EE: prises de courant.

core liquide, de se dilater au refroidissement d'une façon normale. Cet arrêt, dans la dilatation, produit une pression interne, qui empêche la transformation allotropique du carbone de se produire. Après la présentation du mémoire de *Friedel*, sur le météorite du *Cañon Diablo*, *Moissan* réalisa la synthèse du diamant en utilisant son four électrique comme source de chaleur.

Le four électrique de *Moissan* se compose de deux briques en chaux vive, posées l'une sur l'autre ; au centre de la partie supérieure de la brique inférieure, est creusée une excavation cylindrique, qui peut recevoir un creuset de même forme.



La brique supérieure, qui recouvre la première, porte également une excavation hémisphérique formant dôme au-dessus de l'excavation cylindrique, qui est le laboratoire même du four. Par des rainures, pratiquées dans le sens longitudinal-axial de la masse des briques, pénètrent deux électrodes en charbon de cornue, entre lesquelles l'arc jaillit au-dessus du creuset, en produisant la température désirable, dont on règle l'intensité en écartant plus ou moins les électrodes. Pour réaliser ses expériences de synthèse du diamant, *Moissan* (1) utilisait un creuset de carbone, dans lequel il plaçait du fer de Suède. Sous l'action de l'arc électrique, produit par un courant de 350 ampères, sous 60 volts, le fer fond, se combine au carbone du creuset pour former une fonte saturée. Après quelques minutes de chauffage, la masse était plongée dans un récipient plein d'eau froide, et le culot obtenu, après traitement par les acides, donnait un résidu solide qui, mis en suspension dans l'iodure de méthylène (*Densité* = 3,5), laissait tomber au fond des diamants microscopiques.

Ces diamants, étudiés avec un fort grossissement, forment deux séries de produits : les uns ayant une apparence cristalline, les autres au contraire ressemblant fort à des gouttes de résine.

*Moissan* obtint aussi, au cours de ses expériences, des diamants noirs, se rapprochant des *carbonados* utilisés industriellement pour le montage des perforatrices, grâce auxquels les roches les plus résistantes sont perforées aujourd'hui avec beaucoup de facilité.

Dans ces derniers temps, *M. Delarosa*, de Palerme, en faisant jaillir des étincelles condensées, à une température supérieure à celle de l'arc électrique, au milieu d'un charbon de sucre, obtint des masses cristallines possédant l'indice tétraédrique. *M. Delarosa* pense avoir obtenu du diamant par fusion instantanée du sucre, mais il faut en déterminer le système cristallin, et pour l'instant il est permis d'avoir des doutes sur cette expérience.

Les diamants de *Moissan* pesaient de 1 à 1,5 mg.; non seulement leurs caractères cristallographiques étaient vérifiés, mais encore, à la combustion, ils fournissaient une quantité déterminée d'anhydride carbonique égale à quatre fois leur

(1) Voir *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (1892, 1893, 1894, 1895, 1896), et *Le four électrique* (Paris, 1897; Steinheil, éditeur, 2, rue Casimir-Delavigne).



poids initial. Du reste, les quelques chiffres qui suivent rendent compte des expériences faites :

DIAMANTS NOIRS DE SYNTHÈSE :

Poids du diamant.....	0 gr. 006,
$C.O^2$ recueilli .....	0 gr. 023,
Poids théorique de $C.O^2$ .....	0 gr. 022 ;

DIAMANTS TRANSPARENTS DE SYNTHÈSE :

(Produit de 80 culots de 200 gr.)

1<sup>re</sup> combustion :

Poids du diamant .....	0 gr. 0130,
$C.O^2$ recueilli .....	0 gr. 0496,
Poids théorique de $C.O^2$ .....	0 gr. 0476 ;

2<sup>e</sup> combustion :

Poids du diamant .....	0 gr. 0057,
$C.O^2$ recueilli .....	0 gr. 0205,
Poids théorique de $C.O^2$ .....	0 gr. 0209.

On conçoit l'importance du travail auquel se livra le savant qui réalisa cette synthèse ; pourtant, il y a encore beaucoup d'autres efforts à faire, car nous ne sommes pas plus avancés qu'auparavant sur la connaissance des causes qui président à la formation du diamant.

Quand il s'agit de reproduire des gemmes, que l'on en obtienne peu ou beaucoup, c'est par milliers de petits cristaux que l'expérience les donne, et la plus grande difficulté consiste à en obtenir de gros en faible nombre. Si la formation naturelle des gemmes n'a pas été réalisée au laboratoire, cela tient d'abord à ce que les conditions de cette formation n'ont pas eu lieu et que, seules, des causes accidentelles ont donné naissance aux produits obtenus. Dans le fer de Suède de *Moissan*, n'y avait-il pas des traces d'impuretés, qui auraient joué le même rôle qu'ont peut-être joué les éléments trouvés dans le météorite du *Cañon Diablo*? Ceci est inconnu encore pour nous. La synthèse du diamant par le fer et le carbone est sans doute une voie intéressante ; mais est-ce la bonne ?

Il y a quelques mois, M. *Charpy* a réalisé toute une série d'expériences, aux forges et aciéries de Commentry-Châtillon, pour chercher à savoir si la pression serait un facteur véritablement utile à la synthèse du diamant. Disposant de puissantes machines, M. Charpy a pu obtenir, sur de la fonte liquide, des pressions atteignant 15.000 atmosphères, dépas-



sant en cela, et de beaucoup, celles qu'obtenait Moissan en ses culots refroidis brusquement ; pourtant, M. Charpy est arrivé seulement à séparer le charbon du fer, en une sorte de sudation de graphite, dans l'intérieur des échantillons de fonte ou de carbure de fer soumis aux expériences.

Le dispositif employé était le suivant (1) :

Dans un cylindre creux *A A*, on avait comprimé fortement de la magnésie calcinée, qui devenait dure au point de pouvoir être forcée au tour suivant le profil limité sur la figure 2 par des hachures, de façon à former une chambre cylindrique terminée par deux troncs de cône, dont l'un avait pour grande base un cercle de diamètre égal à celui du trou du cylindre *A*,

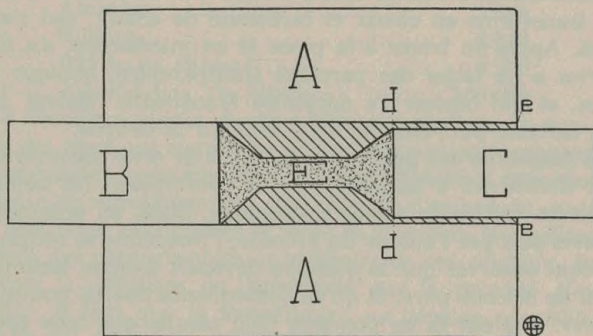


Fig. 2. — Dispositif de Charpy.

*AA* : cylindre creux. — *B* et *C* : pistons reliés aux prises de courant. — *E* : fonte à étudier — *d* et *e* : anneau de magnésie comprimée formant isolant entre *C* et *A*

et l'autre un cercle de diamètre un peu inférieur, de façon à laisser, en *d e*, un anneau de magnésie, dans lequel on avait introduit un piston *C*. Après avoir rempli la chambre avec de la fonte pulvérisée finement, le deuxième piston *B* avait été placé dans le cylindre *A*, et le tout avait été introduit dans une machine à essayer les métaux à la compression.

Quand la compression, enregistrée par les leviers de la machine, eut atteint une valeur déterminée, on relia *B* et *C* aux bornes d'un transformateur débitant, sous un faible voltage, un courant de 500 ampères qui, en 5 minutes environ,

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* : tome CXLVIII, 28 juin 1909, pages 1767 à 1769.



éleva la température de la fonte à 1150°. On a compris que la couronne circulaire de magnésie *d e* a permis d'isoler l'un de l'autre les pistons *B* et *C* formant électrodes.

Les lingots obtenus ne donnèrent, après dissolution et traitements habituels aux acides, que du graphite, sans trace aucune de diamant.

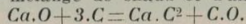
*Du Bois-Menu*, fabricant de carbure de calcium (1), a pensé que ce carbure ( $C^2.Ca$ ), plus riche en carbone que la fonte, soumis à l'arc électrique, subirait une décomposition électrolytique, avec séparation des deux constituants : calcium et carbone, et que, peut-être, dans le bain de calcium fondu, il serait possible de trouver des cristaux de carbone. En abandonnant à l'air la masse obtenue, le calcium s'hydrate, se transforme en chaux et carbonate de chaux, qui s'effritent. Après un triage à la pince et au microscope, *du Bois-Menu* a pu isoler des parcelles transparentes, quoique brisées, et qui comme l'a démontré Macquenne étaient bien du carbone pur. Lacroix en a reconnu la densité.

L'Académie des Sciences a été saisie de cette découverte, et *Du Bois-Menu* a demandé qu'une commission fût nommée pour en vérifier la valeur scientifique. Mais, en présence du brevet pris par l'auteur du procédé, l'Académie se refusa, en faisant observer que la question devenait d'ordre technique, non de science pure, et qu'en conséquence elle ne pouvait la juger. Il y eut là un non-sens d'où résulte que cette découverte, intéressante entre toutes, surtout au point de vue scientifique, malgré la bonne foi de son auteur, sera peut-être oubliée, sans même que les causes déterminantes en soient connues. La suspicion de la très savante et honorable Compagnie a-t-elle eu pour motif le souvenir de Cagliostro, trouvant dans son creuset l'or qu'il y avait déjà placé ?

En 1797, *Vauquelin* découvrit dans l'émeraude un oxyde de glucinium.

L'émeraude devient une pierre rare, si l'on en recherche la transparence et la couleur mais, si l'on ne s'intéresse qu'à sa composition, on constate qu'elle est constituée par un minéral presque commun, très abondant en certains lieux tels qu'à Limoges où il en existe un banc, dont les éclats servent

(1) Le procédé employé est le procédé Bullier, qui consiste à chauffer dans l'arc électrique un mélange de chaux et d'anhracite :





au pavage des rues de la ville. L'émeraude doit sa coloration à la présence de l'oxyde de fer, à la dose de 1 % environ. C'est un silicate double, de couleur verdâtre, comme l'herbe du printemps. Son prix et sa rareté ont tenté les chercheurs, et cependant sa préparation industrielle n'a pas été résolue encore. La science ne fournit que de petits cristaux.

*Hautefeuille* et *Perrey* ont réalisé la synthèse de l'émeraude en incorporant, dans certains flux ou fondants, les éléments constitutifs de ce minéral : la silice, l'alumine et l'oxyde de glucinium, et le colorant.

Le mélange de *Hautefeuille* avait la composition suivante (1) :

Silice .....	Gr.	12.506,
Alumine .....		3.580,
Glucine .....		2.640,
Oxyde de chrome .....		0.200,
Bimolybdate de lithine .....		100.000.

Ce dernier composé, fondu à 800°, sert de flux, au sein duquel des réactions complexes et des dissociations nombreuses se produisent, pour combiner les divers éléments capables de fournir, au refroidissement, des cristaux d'émeraude, qui ont au plus deux millimètres et demi de longueur. Monpillard a obtenu des photographies en couleurs de ces cristaux. Pour réaliser la synthèse de l'émeraude par le procédé *Hautefeuille*, il faut que la température ne dépasse pas 800°, et qu'elle soit prolongée durant 15 jours.

Si l'on essaye d'agglomérer, par la fusion, les petits cristaux d'émeraude, il y a destruction du réseau cristallographique, et la masse obtenue, d'une dureté moins grande que celle de l'émeraude dont on est parti, est d'un vilain ton vert-bouteille sans valeur.

Dans le commerce, on trouve seulement des imitations parfaites, mais dont la composition n'est pas celle du silicate double d'alumine et de glucine ( $6.Si.O^2$ ,  $Al^2.O^3$ .  $3.Gl.O$ ).

Les **corindons** peuvent être groupés en 5 classes, suivant la couleur observée :

- 1° Incolore, sans oxyde ;
- 2° Bleu : *saphir* ;
- 3° Rouge : *rubis* ;

(1) *Annales de Chimie et de Physique*: 6e série, tome XX, année 1890, pages 447 et suivantes.



4° Jaune : *topaze orientale* ;

5° Vert : *émeraude orientale*.

Ce dernier minéral, quoique exposé dans les galeries de minéralogie, est encore discuté par les minéralogistes.

L'alumine ( $Al^2.O^3$ ) cristallise facilement au rouge, au sein d'un milieu aqueux, et, dans certaines conditions, peut donner du rubis.

*De Sénarmont* obtint du corindon incolore, en chauffant en tube scellé, à  $250^{\circ}$ , de l'acide chlorhydrique et de l'alumine ( $H.Cl$  et  $Al^2.O^3$ ).

*Georges Friedel*, dans les mêmes conditions, à  $350^{\circ}$ , en chauffant un mélange de soude ( $Na.O.H$ ), d'alumine ( $Al^2.O^3$ ) et d'oxyde de chrome (*traces*) obtint des petits cristaux de rubis.

Comme flux ou fondant, on utilisa une foule d'autres substances. Ainsi *A. Gaudin* (1), en 1837, réalisa la formation de cristaux microscopiques de rubis, en chauffant de l'alun ( $S.O^4.K^2(S.O^4)_3Al^{2.24}.H^2.O$ ) dans un creuset brasqué. Le sulfate de potasse, formé par décomposition de l'alun, dissout l'alumine qui, au contact de l'oxyde de chrome, donne le corindon rouge, qui cristallise au refroidissement. *Ebelmen* chauffait, dans un creuset de platine, de l'alumine, de l'oxyde de chrome et du borax, dans le four de Sèvres. La chauffe, prolongée durant 4 à 5 jours, dans une première phase, amenait la dissolution de l'alumine dans le borax, puis, dans la deuxième phase, ce dernier, en se volatilissant, fournissait du corindon en feuillets sans épaisseur. *Debray* utilise, comme flux, du chrome de sodium ordinaire; *Parmentier* se servit du molybdate de potassium. *Frémy* et *Hautefeuille* fondaient, au four de verrerie, un mélange d'oxyde de plomb, d'alumine et d'oxyde de chrome, pendant 7 à 8 jours. Il se formait du silicate d'alumine, et du plomb qui était attiré et combiné avec la matière du creuset, et l'alumine libérée formait une masse atteignant dans certains essais 30 et même 40 kilos.

Dans tous les cristaux résultant de ces expériences, il y a toujours un axe cristallographique qui se développe trop, et ce ne sont que des lamelles qui sont obtenues, en poids parfois important, mais dont le lapidaire ne peut faire aucun usage.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*: tome IV, page 999, année 1837.



Le dernier groupe des expériences réalisées permet d'obtenir des cristaux normalement développés, en utilisant le passage de l'alumine à l'état de vapeurs qui, condensées en un point, nourrissent l'individu cristallin, pour obtenir un cristal unique et de dimensions appréciables.

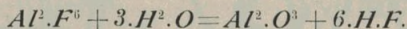
Le fluorure d'aluminium ( $Al^2.F^6$ ) à haute température, en présence de l'eau, donne lieu à toute une série d'équilibres chimiques, sans cesse rompus par la condensation de l'alumine formée au cours des réactions.

Comme l'a dit si spirituellement notre aimable conférencier, « nous voilà obligés de faire comme Mme de Sévigné : « de prendre des formules » pour nous justifier ».

Dans une première phase, si l'on fait réagir de l'alumine et de l'acide fluorhydrique ( $H.F$ ), il se forme du fluorure d'aluminium et de l'eau :



mais, dans la deuxième phase de la réaction, le fluorure d'aluminium et l'eau réagissent en régénérant l'alumine et l'acide fluorhydrique, ce dernier redevenant capable de réagir à nouveau sur une nouvelle quantité d'alumine :



On conçoit donc que, si dans un récipient nous avons de l'alumine et une bulle d'acide fluorhydrique, celle-ci pourra fournir du fluorure qui, plus loin, en un autre point, se décomposera en présence de l'eau, en libérant l'alumine cristalline ; et l'acide, libre aussi, se portera vers le premier gisement d'alumine ; et ainsi de suite, opérant ce que l'on appelle le phénomène de la minéralisation. Ce procédé, dont rend compte le schéma 3, a permis à *Frémy* et à ses collaborateurs de réaliser de grands progrès dans la synthèse du corindon. Mais les vases en platine coûtent cher ; il faut des vases inattaquables pour résister à des agents tels que l'acide fluorhydrique, et à ce point de vue on peut dire que la nature n'a pas été dépassée car elle n'a point de creusets ni de parois spéciales : elle opère au sein de la matière pour réaliser son œuvre.

*Frémy* et ses collaborateurs ont employé le dispositif de la figure 4. Le carbonate de potasse ( $C.O^3.K^2$ ) remplace la vapeur d'eau, et rend facile la cristallisation. Au cours des réactions, la brasque s'affouille, et chaque trou est un nid, où un rubis



très petit prend naissance. Pour n'obtenir qu'un seul cristal, il faudrait chauffer doucement, lentement, pendant des siècles, comme a dû le faire la nature; mais, dans l'industrie, « *Time is money* », le charbon coûte cher, et une chauffe de 8 jours est seulement observée. Il s'ensuit que l'abondance des cristaux nuit à leur développement, et là, encore, le problème industriel n'est pas réalisé.

En examinant au microscope un rubis naturel, on aperçoit des zones de démarcation, des stries, qui produisent ces soies dont l'ensemble donne ce velouté, ce ton, qui contribuent tellement à la valeur du rubis.

Jusqu'ici, les cristaux obtenus ne sont que des lames cristallines, mesurant, pour les beaux échantillons, de 4 à 5 millimètres de long sur 2 millimètres d'épaisseur, avec un poids d'environ 1/3 de carat, ou 75 milligrammes.

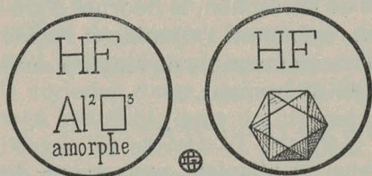


Fig. 3. — Schéma des phases de la synthèse du corindon par la méthode de Frémy (Méthode par minéralisation).

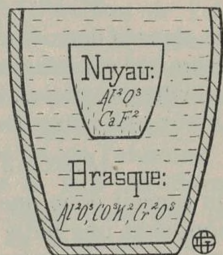


Fig. 4. — Dispositif de Frémy et de ses collaborateurs

On a pensé aussi, comme pour l'émeraude, à obtenir le rubis de fusion en fondant l'alumine, la fluidifiant, et laissant cristalliser la masse par refroidissement. *Gaudin* appliqua cette méthode; après qu'il eût obtenu la fusion du quartz, à 1.880°, il pensa que l'alumine, dont le point de fusion est un peu inférieur (1860°), pourrait être fondue, avec de l'oxyde de chrome, dans la flamme du chalumeau oxydrique. Ses essais fournirent des globules, au centre desquels se formait une masse cristalline, ressemblant à la porcelaine. *Gaudin*, convaincu qu'il ne disposait pas d'une température suffisamment élevée, passa son temps et dépensa sa fortune à inventer et à faire construire des chalumeaux de plus en plus puissants. On cite, de lui, cette parole: « *Je viens de faire con-*



struire un chalumeau en platine, alimenté par de la vapeur d'éther ; il me donnera enfin la flamme éblouissante dont j'ai besoin. » Mais le savant courageux, à tête d'alchimiste, s'écarterait de plus en plus du point intéressant du problème. En effet, une flamme trop chaude, telle que celle de  $2.500^{\circ}$ , donne lieu à une ébullition, et à une liquéfaction trop intense surtout, qui engendre une masse cristalline non transparente. On ne peut mieux comparer ce phénomène qu'à celui que l'on observe lorsque l'eau glacée d'un récipient commence à cristalliser. Si la masse est laissée en repos, la glace est transparente, car l'orientation de la matière a pu se produire ; au contraire, si l'eau est agitée pendant le refroidissement, il se

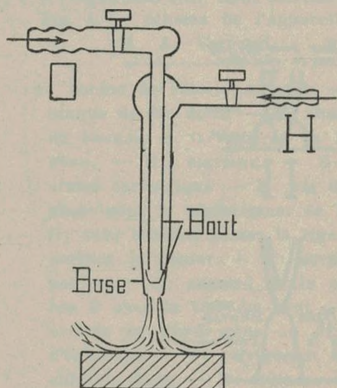


Fig. 5. — Chalumeau oxhydrique (coupe).

O : oxygène. — H : hydrogène ou gaz d'éclairage.

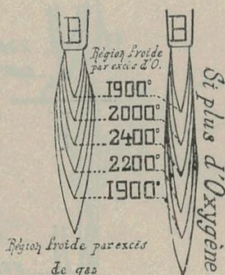


Fig. 6 — Schéma montrant le déplacement des zones calorifiques avec un apport plus ou moins grand d'oxygène.  
B : buse de chalumeau.

forme une infinité de petits cristaux orientés différemment, et donnant par suite des phénomènes de réfraction de la lumière dont l'ensemble donne à la masse cristalline un aspect laiteux et translucide.

C'est en étudiant en détail toutes ces questions que l'on est parvenu à trouver le procédé industriel (1) qui a donné, et donne encore, d'excellents résultats. Comme source de chaleur, le chalumeau de Sainte-Claire-Deville est employé (Figure 5).

(1) A. Verneuil : *Annales de Chimie et de Physique* (8) III (septembre 1904)  
— Chabrié : *Chimie appliquée*, tome I, page 453 (Masson, éditeur, Paris).



Afin de travailler dans de bonnes conditions, il faut connaître la flamme que l'on utilise (Fig. 6). Près de la buse, il y a une partie rendue froide par l'excès de comburant (oxygène), tandis que, à la pointe extrême de la flamme, la partie froide est due à un excès de gaz. Entre ces deux points, existent plusieurs zones, dont les positions relatives varient suivant la longueur de la flamme, ainsi que le montre la figure 6, sur laquelle une flamme est rendue plus allongée que l'autre en raison d'un apport d'oxygène.

Pour la fabrication du rubis par fusion de l'alumine, il faut éviter de porter la masse à  $2.200^{\circ}$ , température fatale, à laquelle ont lieu les bouillonnements et les liquéfactions, et à laquelle, *telle Pénélope, on détruirait tout son ouvrage (A.V.)*

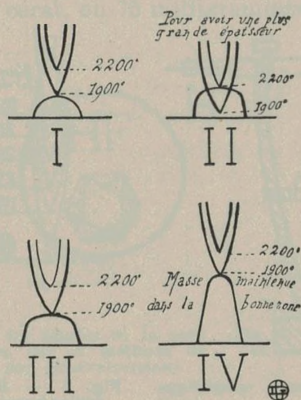


Fig. 7. — Positions de la flamme du chalumeau dans la fusion de l'alumine chromée.

La figure 7 montre nettement les phases d'une bonne opération. En I, l'alumine est posée sur une substance infusible, et on la fond superficiellement en la touchant de la région  $1.900^{\circ}$  du chalumeau. Mais il faut ajouter de la matière pour obtenir un globule plus gros ; la masse, en augmentant, arrivera, en II, au contact de la zone dangereuse,  $2.200^{\circ}$ . Pour éviter ce contact, le chalumeau est relevé doucement jusqu'à ce que la région  $1.900^{\circ}$ , comme en III, soit de nouveau sur la matière. En définitive, par une série d'additions de matière et de déplacements du chalumeau, on obtiendra en IV une masse qui sera homogène. L'addition de la matière pulvé-

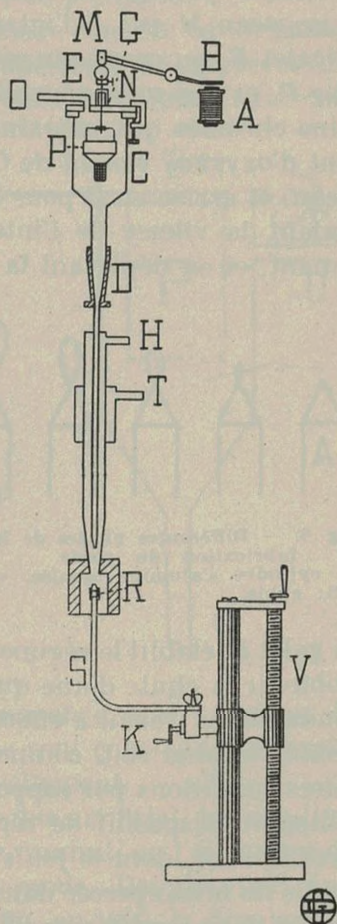


rulente, de l'alumine, ne peut se faire à l'aide d'une cuiller de platine, sous peine de voir la poudre soufflée par le courant gazeux, assez violent, qui a lieu.

Le chimiste s'est demandé si l'on ne pourrait pas se servir de l'alumine en poudre comme d'un autotransporteur. Un dispositif heureux a permis de satisfaire à cette exigence. Le tube *O* (Figure 8), qui amène l'oxygène, débouche dans une

Fig. 8. — Schéma de l'appareil de M. A. Verneuil.

A: bobine de l'électro-aimant. — B: plaque de fer doux. — C: chambre de *semage*. — O: arrivée de l'oxygène. — M: marteau. — E: enclume excentrique — N: vis de réglage pour le déplacement de E. — G: tube laissant passer la tige supportant le panier. — P: corps du panier. — D: raccord de la chambre C avec la tige du bout. — H: arrivée de l'hydrogène ou du gaz d'éclairage. — T: réfrigérant à circulation d'eau. — R: cylindre d'alumine du support mobile S. — K et V: dispositif de réglage permettant le déplacement de S et R.



chambre cylindrique *C*, au centre de laquelle est suspendu un petit panier *P*, dont la partie inférieure est terminée par un cylindre en toile métallique, dans lequel on place de la poussière d'alumine chromée. Le panier *P* est suspendu par une tige, passant dans le tube *G*. Cette tige se termine, à sa partie supérieure, par un étrier, portant un axe horizontal,



autour duquel se meut excentriquement le galet *E*, dont le déplacement est obtenu, pour le réglage de l'appareil, à l'aide d'un pignon denté, fixé sur le même axe que celui du galet *E*, et d'une vis sans fin *N*, qui engrène sur lui. Le galet *E*, formant enclume, reçoit les chocs d'un petit marteau *M*, dont la tige porte en *B* une plaque de fer doux placée au-dessus d'un électro-aimant *A*, relié à un interrupteur rotatif de courant. A chaque passage du courant, la plaque *B*, attirée, soulève le marteau *M* qui, à l'interruption du courant, retombe sur le galet *E*, en occasionnant un choc ; ce choc ébranle le panier *P*, et par suite engendre la chute de la poussière d'alumine chromée qui, entraînée par son propre poids et le courant d'oxygène venant de *O*, se rend dans le bout du chalumeau, et arrive en *R* pour recevoir l'action de la chaleur. En réglant la vitesse de l'interrupteur rotatif relié à l'électro-aimant, et en déplaçant la vis *N*, ce qui, par l'excentrement

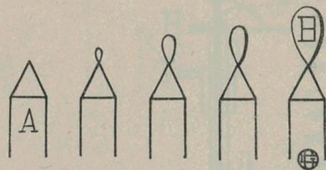


Fig. 9. — Différentes phases de la fabrication du rubis.  
A: cylindre d'alumine moulée. —  
B: rubis.

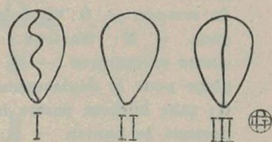


Fig. 10.  
I: rubis refroidi lentement. —  
II: rubis trempé. — III: rubis  
trempé et cassé symétriquement.

du galet *E*, établit le régime de chute du marteau *M*, on arrive à obtenir la chute d'une quantité d'alumine chromée, correspondante au travail à effectuer. Pour que la partie *R* du support d'alumine soit, comme nous l'avons vu, dans les meilleures conditions par rapport à la flamme du chalumeau, on utilise un dispositif de réglage, constitué par les vis à pas serré *V* et *K*, dont le jeu s'explique facilement. Une fenêtre, garnie de mica, percée dans la paroi du four, où se trouve *R*, permet de se rendre compte de la marche de l'opération.

La nature aristocratique, si l'on peut dire, de l'alumine, se prête difficilement à la synthèse du rubis. Il n'y a pas de similitude entre son coefficient de dilatation et celui de la matière formant le support ; aussi doit-on chercher à supprimer la surface de contact ou à la réduire au strict minimum. A cet effet, on dépose l'alumine sur un cône d'alumine fon-

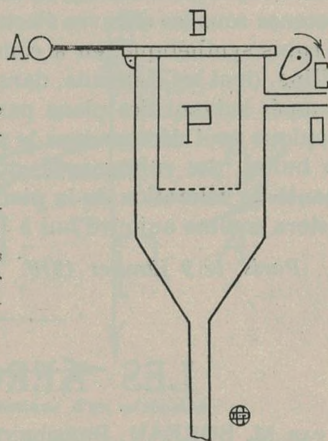


due précédemment obtenu, puis, à l'aide du dispositif de réglage à vis sans fin, on descend peu à peu le cône dont il est solidaire, sans arrêter le semage. La masse obtenue prend alors une forme ovoïde, comme l'indique la figure 9 ; il faut refroidir brusquement, car un seul point de contact suffit pour que la masse casse. La rupture se produit généralement dans la partie médiane, et fournit deux fragments que la taille transforme ensuite en pierres de joaillerie.

Un des derniers dispositifs de semage consiste en un panier *P* (Figure 11), fixé par sa partie supérieure au couvercle *B*, qui est soulevé automatiquement par une came *C*. Le cou-

Fig. 11. — Schéma de la partie supérieure de l'appareil industriel.

B: couvercle mobile. — A: Contrepoids du couvercle. — C: came (la flèche indique le sens de la rotation). — P: panier contenant l'alumine chromée. — O: arrivée de l'oxygène.



vercle, en retombant, détermine un choc, qui provoque la chute de la poudre. C'est ainsi que sont construits les appareils industriels fonctionnant actuellement.

A l'origine de la fabrication du rubis artificiel, les résultats obtenus ont jeté la suspicion sur ce produit, en l'éloignant du commerce au lieu d'en appeler la mode. Depuis vingt ans, l'étude en avait été poursuivie ; enfin, en 1900, la divulgation du procédé eut lieu. Malgré l'opposition et les attaques peu cordiales des joailliers, les progrès n'ont pas été entravés, et, aujourd'hui, annuellement, 6 à 7.000.000 de carats sont produits, qui, avec une perte de 60 % à la taille, donnent environ 2.000.500 carats taillés, et cela seulement pour l'échantillonnage. Le grand public ne connaît pas le rubis artificiel : il



admet difficilement son identité avec le rubis naturel ; aussi, le joaillier devrait-il faire sur ce point, dans son milieu, l'éducation de ceux qui l'approchent, les clients.

La valeur du rubis artificiel, de 3 à 5 fr. le carat, permet d'en tirer un bénéfice appréciable, d'autant plus grand que le rôle des intermédiaires est évité, les usines productrices étant dans le pays même des lieux d'utilisation. La taille, malgré ses trépidations, n'influe pas sur le rubis synthétique, dont pas un n'a cassé sous la rotation rapide de la meule.

Les propriétés des deux rubis : naturel et synthétique, sont les mêmes, sous le rapport de la dureté, de la composition (1 % d'oxyde de chrome), de la fluorescence et de la phosphorescence sous les effluves électriques. *Wygrouboff*, qui a étudié le rubis synthétique, en a conclu que c'était une masse cristalline, dont les éléments, dans chaque boule obtenue, étaient groupés suivant des plans parallèles. Seul, l'examen microscopique peut déceler dans le produit industriel des bouillons ou bulles, des rubannages, qui cependant n'ôtent rien à la beauté de coloration de la pierre taillée qui, nous l'espérons, restera comme aujourd'hui à l'industrie parisienne.

*Paris, le 9 janvier 1910.*

---

## LES AÉROPLANES

PAR M. SOREAU, PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE NAVIGATION AÉRIENNE, PRÉSIDENT DE LA COMMISSION D'AVIATION DE L'AÉRO-CLUB DE FRANCE.

(Notes recueillies par MM. G. DEGAAST, Lauréat du Conservatoire, Vice-Président de l'Association, et P. MULBERGER, Ancien mécanicien du *Capitaine Ferber*.)

---

Ce rêve : la conquête de l'air par l'homme, poursuivi pendant des années et des siècles, est maintenant une réalité, dont les résultats pratiques s'affirment à chaque instant.

L'aéroplane, trop à l'étroit dans le circuit de son aérodrome, s'est enhardi jusqu'à s'en échapper, pour aller évoluer par les villes et les campagnes, au-dessus des mille accidents du terrain. Bien plus, un aviateur : *Louis Blériot*.



a osé s'aventurer au-dessus des flots, en se rendant de Calais à Douvres sur son frêle esquif, dont nous pouvons admirer la structure, dans le Musée industriel du Conservatoire National des Arts-et-Métiers, grâce à la libéralité d'un Mécène de la Presse parisienne. Il y a encore moins longtemps, au cours de la grande manifestation sportive de Port-Aviation, *Lambert* n'a-t-il pas poussé la hardiesse jusqu'à venir voler au-dessus de cet océan de pierre qu'est la capitale intellectuelle du monde : *Paris* ?

L'aviation est un sport passionnant, mais aussi bien dangereux, comme nous l'ont prouvé maints accidents mortels survenus à des pilotes qui cependant n'étaient pas des moins

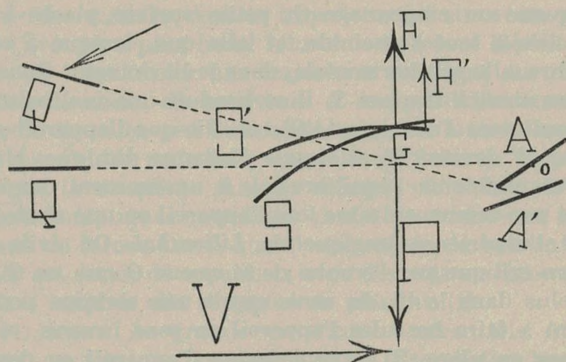


Fig. 1 — Etude schématique d'un aéroplane.

habiles. Peut-on dire qu'il sera impossible de voir, dans la suite des temps, des aéroplanes entraîner dans les airs de véritables grappes humaines ?

On peut appeler l'aéroplane : un cerf-volant perfectionné, où la traction par la corde fait place à celle du moteur par l'hélice. En effet, le cerf-volant prend son essor grâce au vent ; l'aéroplane, lui, crée le vent, par la rotation rapide de son hélice entraînée par le moteur. Avec les moteurs actuels, et une surface portante de 20 à 30 mètres carrés, on peut facilement arriver à une puissance tractive de 100 kilogrammes.

Soit un aéroplane de voilure *S* (Fig. 1), dont le poids passe par le centre de gravité *G*. Avec une vitesse déterminée, il se produit un courant d'air qui détermine sur *S* une réaction



ou poussée, décomposable en deux forces qui compensent la traction et la force verticale qui tend à faire tomber l'appareil.

Si la force  $F$  est égale et directement opposée à  $P$ , l'équilibre est établi. Mais cet équilibre, en pratique, varie constamment, car de multiples causes interviennent pour modifier la réaction sur  $S$ ; le vent varie dans les différentes couches verticales ou horizontales de l'atmosphère, ce qui entraîne des variations de vitesse en grandeur et direction. Pour compenser ces variations, il faudrait donc que  $F$ , ou la force tractive, variât constamment ainsi que  $S$ . Mais  $S$ , la surface de voilure, restant constante, on a dû lui adjoindre une queue ou empennage  $Q$ , petite surface placée à l'arrière, liée à tout l'ensemble, et telle que, lorsque  $S$  est en équilibre, elle soit horizontale, dans le lit du vent. Quand un remous vient à frapper  $S$ , il se produit une inclinaison de l'appareil vers l'avant en  $A'Q'$ ; on dit que l'appareil *pique du nez* :  $F$  devient  $F'$ , et l'angle d'attaque diminue. Mais  $F'$  ne peut maintenir l'équilibre, et, à un moment donné,  $S$ , frappé par-dessus, entraîne tout l'appareil en une chute, rappelant l'expérience tragique de *Lilienthal*. On évite cette position critique par l'emploi de la queue  $Q$  qui, en  $Q'$ , n'étant plus dans le lit du vent, reçoit une certaine poussée, tendant à faire basculer l'appareil en sens inverse, et à le ramener en place. Si le vent frappe l'appareil en dessous, le phénomène précité se produit en sens inverse, avec le même effet de mise en place rationnelle de tout l'ensemble.

Certains appareils n'ont pas de queue ou d'empennage, mais il existe d'autres parties tendant au même but. Cette queue a cependant quelques inconvénients : si elle est très développée, et se trouve à une grande distance de la surface portante  $S$ , le moment redresseur est très grand, et l'aéroplane est *collé sur sa trajectoire*; dans ses évolutions, il manquera de souplesse, sera trop rigide, et ne pourra guère s'écarter de la ligne droite. Or, l'aéroplane doit pouvoir monter, descendre, évoluer facilement; si la trajectoire est rigide, et qu'il survienne un remous ou une variation de poussée, l'appareil se décolle *de sa trajectoire*, et s'engage sur une autre, qu'il quittera difficilement, s'il y parvient même. Il faut donc de l'empennage, mais pas trop n'en faut.

Chez les oiseaux et les insectes, l'empennage joue un grand



rôle ; les insectes en ont peu ou pas, et, pour les oiseaux, il croît avec la taille. On pourrait établir une classification des êtres volants par l'empennage, et son étude explique leurs procédés de chasse.

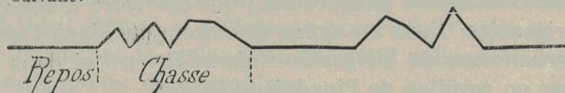
Les insectes ont un vol très heurté, implicite du manque ou du peu d'empennage. Qui n'a poursuivi le chatoyant papillon sans s'apercevoir de son vol entrecoupé de chutes et d'ascensions ?

L'*hirondelle*, cet oiseau dont le vol nous est familier, va nous permettre une étude intéressante ; pour accomplir ses grandes migrations, il lui faut une trajectoire rigide, d'où un fort empennage, tel que celui qu'elle possède. Mais, quand elle réside dans les villes, il lui faut, pour sa nourriture, chasser des insectes, dont la trajectoire est sinueuse, comme nous l'avons vu plus haut. L'*hirondelle* résout alors ce problème de transformer une trajectoire rectiligne en une trajectoire sinueuse, en se livrant à une véritable acrobatie : elle vole les ailes peu étendues, l'une fait le moulinet pendant que l'autre reste fixe, une aile est fixée au corps pendant que la deuxième fait des zigzags, etc. Mais ces mouvements compliqués entraînent chez l'*hirondelle* une grande dépense de force ; aussi, quand elle chasse, la voit-on entrecouper ses séries de moulinets avec des vols en ligne droite, pendant lesquels elle se repose en planant. (1)

Les oiseaux de grande envergure d'ailes, tels que les grands rapaces, ne se livrent pas à l'acrobatie, lorsqu'ils poursuivent des petits oiseaux à trajectoire brisée ; ils volent avec leurs ailes étendues, mais ils ont sur eux l'avantage de la rapidité du vol. S'ils manquent leur but, ils étendent davantage leurs ailes, passant au-dessus de leurs victimes de chasse qui, entraînées, enveloppées par la masse d'air déplacée, viennent, pour ainsi dire, à la portée de leurs serres. Cette tactique, depuis longtemps observée, était appelée, par les fauconniers d'autrefois, la *ressource*.

Si la surface  $S$  assure la sustentation nécessaire, pour porter le poids  $P$  de l'appareil, et si la queue ou empennage  $Q$

(1) On pourrait représenter le vol de chasse de l'*hirondelle* par le graphique suivant :





assure la stabilité, il ne s'ensuit pas que ces deux surfaces soient suffisantes pour obtenir une manœuvre parfaite ; il faut encore une autre surface *A*, appelée *équilibreur*, qui, par un déplacement, positif ou négatif, de son axe *O*, donné par le pilote, maintienne l'appareil dans sa position de marche.

L'aéroplane, en effet, diffère des autres moyens de locomotion. Jusqu'ici, les appareils de locomotion en usage se mouvaient suivant la surface de séparation des deux milieux : *air et terre*, pour la plus grande partie : automobiles, locomotives, voitures, etc. ; *air et eau* pour les navires. Dans le cas d'un navire, dont la vitesse prévue est de 20 nœuds, supposons que l'ingénieur, par extraordinaire, se soit trompé dans ses calculs, et que ce navire fût doté d'une machine à puissance double de celle qui était nécessaire. De suite, cette idée se présente que notre navire devra acquérir une vitesse de beaucoup supérieure aux 20 nœuds prévus. Mais la mécanique nous ramène à la réalité ; dans l'eau le frottement des surfaces croît comme le cube des vitesses, et les vitesses sont dans le rapport des racines cubiques des puissances. Avec une puissance double, la vitesse devient donc :

$$\sqrt[3]{2} = 1,25 \text{ fois plus grande ;}$$

en appliquant ce calcul au cas précité, nous obtenons  $1,25 \times 20 = 25$  nœuds pour la vitesse du navire. Cette vitesse ne s'est accrue que d'un quart, malgré l'erreur grossière commise sur l'évaluation de la puissance, dont l'excès est absorbé pendant la marche du navire, jusqu'à concurrence d'une vitesse de 25 nœuds, qui tend à être constante.

*Les hydroplanes*, de récente création, sont construits de telle sorte que, à une vitesse déterminée, et assez grande, ils glissent davantage sur l'air que sur l'eau, pour éviter la perte de puissance due au frottement.

En envisageant la question des navires, dans un milieu où la sustentation est indépendante de la propulsion (*dirigeables, sous-marins*), avec une puissance double on arrive au même accroissement de vitesse que pour les navires, soit 1,25. Mais ici interviennent des difficultés : déversements, cabrage, oscillations dangereuses, qui ont forcé à empenner les dirigeables. Nous en avons des exemples dans l'empennage cruciforme du dirigeable *Colonel-Renard* et dans l'empennage en papillon de l'ingénieur *Julliot*.



Lorsque la sustentation et la propulsion sont intimement liées, on se trouve dans le cas des aéroplanes, et l'inconvénient, nul tout à l'heure, devient très gênant. La puissance double engendre une grande réaction, et si  $F$  est trop grand l'aéroplane monte suivant une trajectoire fortement ascendante ; il monte en *cheminée*, perd de plus en plus de vitesse, car la résistance augmente, son angle d'attaque étant plus grand ; la chute survient fatalement, car, à partir d'une certaine déperdition de vitesse, les manœuvres de l'équilibreur  $A$  sont incapables de redresser la surface portante  $S$ . Il est donc nécessaire de réaliser des appareils à puissance variable.

La première idée qui se présente est d'agir sur le moteur ; avec les moteurs actuellement employés, leur grande vitesse de rotation ne permet pas de variations instantanées : de plus, on a plutôt intérêt à se maintenir dans un régime normal de marche, très régulièrement suivi. Toutefois, en faisant varier l'inclinaison de la surface portante  $S$ , en faisant varier son *angle d'attaque*, on peut absorber de la puissance ; ceci a lieu lorsqu'un pilote veut atterrir : il n'effectue pas sa descente suivant une pente régulière, comme on pourrait le supposer, car l'atterrissage serait trop long. Le plus souvent, l'atterrissage se fait « *en escalier* », suivant l'expression technique ; à cet effet, le pilote incline l'équilibreur  $A$  vers la terre : la vitesse croît, mais, afin de diminuer cette vitesse, à un moment déterminé, le pilote redresse  $A$  (vers la montée), annulant de cette façon la vitesse précédemment acquise. Il répète cette manœuvre jusqu'à l'atterrissage.

Avec les constructions légères actuelles, la surface  $S$ , précitée, n'offre de sécurité que si elle est rigide et stable ; si elle remue, sa solidité diminue.

La solution du problème a été trouvée et réalisée par *Wilbur Wright*, en substituant à la surface  $S$  seule, rigide et à faible amplitude, deux autres surfaces, indépendantes et mobiles. La surface  $S$ , *rigide*, donne de la résistance à tout l'appareil, tandis que  $A$  vient aider à la manœuvre souple, et permet l'ascension de l'appareil ou sa descente. Cette surface  $A$  vient former le réglage en absorbant l'excès de puissance fourni par le moteur, et qui vient entraver les évolutions rationnelles de l'aéroplane.



On donne le nom d'*équilibreur*, ou de *gouvernail de profondeur*, à cette ou à ces surfaces A, suivant les cas, que l'on place soit à l'avant soit à l'arrière de la surface portante, selon les types d'appareils. A l'avant, l'équilibreur fait l'office, pour l'aéroplane, de celui que fait un mors très sensible pour un cheval de selle ; l'effet de sa manœuvre est

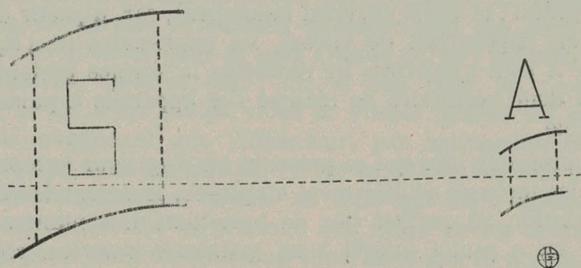


Fig. 2. — Schéma de l'aéroplane type Wright.

immédiat. Placé à l'arrière, l'effet est moins sensible, et cette disposition convient davantage aux pilotes peu expérimentés encore, et qui doivent faire preuve de beaucoup de prudence.

La variété des types d'aéroplanes réside dans les positions respectives de ces trois parties : la surface portante S, la

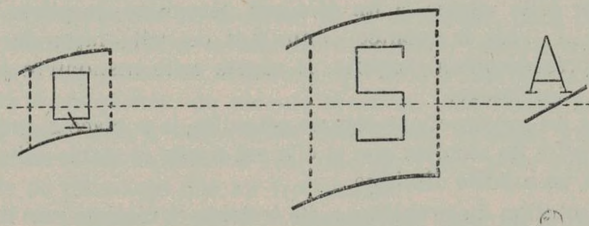


Fig. 3. — Schéma des aéroplanes types Voisin et Farman.

queue Q et l'équilibreur A.

Les premiers appareils *Wright* portèrent une queue trop grande, dont on vit les inconvénients ; par la suite, on la rogna de telle façon qu'elle disparut, mais, comme l'indique la figure 2, on écarta beaucoup S de A.

Dans les types *Voisin* et *Farman*, au contraire, la queue Q,



séparée de l'équilibreur *A*, vient donner une plus grande stabilité à l'appareil, et en rendre plus facile la manœuvre. (1). (Fig. 3.)

Sur les monoplans *Antoinette*, l'équilibreur est complètement à l'arrière. (Fig. 4.)

L'aéroplane *Blériot*, type 11, comporte, comme l'indique

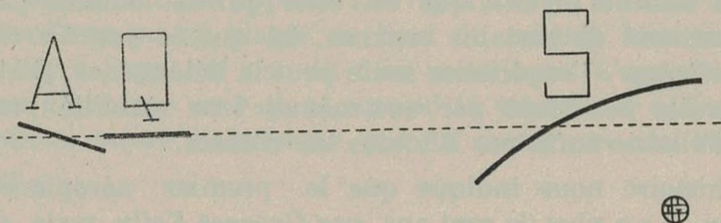


Fig. 4. — Schéma des aéroplanes type *Antoinette*.

la figure 5, une queue fixe *Q*, à droite et à gauche de laquelle sont fixées des surfaces mobiles *A*, jouant le rôle d'équilibreur, et augmentant la puissance de réaction de la queue.

Dans le dispositif des appareils *Esnault-Pelterie* et *Santos-Dumont*, l'équilibreur *A* et la queue *Q* ne forment qu'une surface qui, étant immobile, agit comme un simple empen-

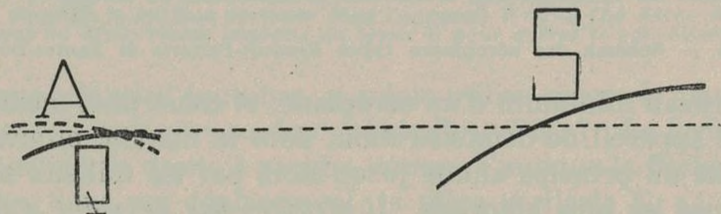


Fig. 5. — Schéma de l'aéroplane *Blériot* type II  
A : surfaces mobiles placées à droite et à gauche de *Q* qui est fixe.

nage, et forme gouvernail, quand le pilote la rend mobile. C'est précisément ce dernier dispositif que l'on retrouve, installé par la nature, sur le corps des oiseaux. (Fig. 6). Si l'on prend un pigeon, et qu'on l'incline brusquement après quelques instants de station horizontale, on voit la queue s'abaisser immédiatement ; ce mouvement réflexe

(1) La pratique rend compte de ce fait. En comparant au vol, comme ont pu le faire ceux qui assistaient aux derniers meetings d'aviation, des appareils *Wright*, avec des *Farman* ou des *Voisin*, on pourrait établir la marche des premiers par un graphique sinusoïdal à période courte, et celle des autres par un graphique presque rectiligne.



de l'oiseau se répète lorsqu'il voit sa trajectoire s'incliner par suite de circonstances extérieures.

Dans tout appareil en marche, il y a lieu de considérer la stabilité propre, indépendante des organes en œuvre, et qui n'est assurée que par l'envergure de l'aéroplane : cette stabilité est proportionnelle à la vitesse.

La stabilité dynamique est celle qui est donnée par le mouvement de certains organes, tel que le *gauchissement des ailerons* : l'expérience seule peut la déterminer. Certains appareils possèdent par eux-mêmes leur stabilité propre, mais elle ne suffit pas à toutes les vitesses.

L'histoire nous indique que le premier aéroplane fut conçu, il y a plus de cent ans, par *Georges Kelly*, mais, après lui, deux Français : *Alphonse Penaud* et *Ader*, mirent au point la question des aéroplanes.

En 1872, *Alphonse Penaud* établit les théorèmes relatifs

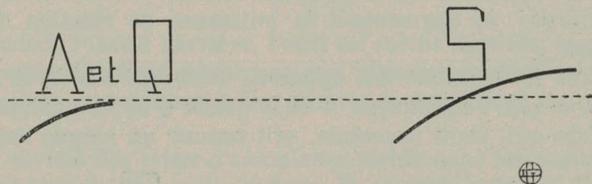


Fig 6. — Schéma des aéroplanes types *Esnault-Pelterie* et *Santos-Dumont*.

au travail minimum d'un aéroplane, et construisit même un petit appareil de démonstration, dont la marche prouva l'innanité du principe admis jusqu'alors par les milieux scientifiques les plus autorisés : *Il n'existe pas de point d'appui sur l'air*.

*Ader*, en 1897, se souleva le premier de terre sur son « *Avion* », à Satory. Son essai fut contesté, car la distance parcourue en vol fut très restreinte, et la sustentation de l'appareil discutée. Mais toutefois, un vol fut réalisé ; c'était là déjà un résultat appréciable.

Le 17 décembre 1903, à *Kitty-Hawk*, les frères *Wright* commencèrent leur série d'expériences, accueillies d'abord avec dédain et scepticisme. On a vu depuis ce qu'il en était ! Il faut cependant déplorer, après la sympathie et la cordialité dont on a fait preuve en Europe, et particulièrement en France, pour les deux Américains, que l'accueil de



l'Amérique pour les aviateurs Français fut aussi peu courtois qu'il le fût dernièrement. Le Syndicat du dollar ne trouva pas mieux, en témoignage de bienvenue, que d'envoyer à *Paulhan* du papier timbré. Notre compatriote a répondu par son envolée au-dessus des Montagnes Rocheuses, à *Los-Angelos*, à plus de 1.200 mètres d'altitude.

Le lancement des appareils *Wright* s'opère à l'aide de la chute d'une masse placée en haut du pylône, bien connu, et reliée à l'appareil par un filin métallique. L'appareil entraîné glisse sur un rail, et, quand la vitesse est suffisante, le pilote enlève l'aéroplane par la manœuvre de l'équilibreur.

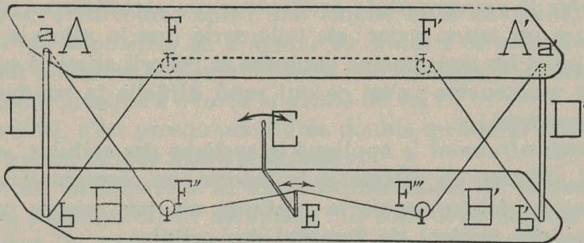


Fig. 7. — Schéma du mécanisme permettant le gauchissement des extrémités des plans de la surface portante dans l'appareil *Wright*. (La flèche indique le sens du déplacement imprimé au levier *C* pour opérer le gauchissement).

Pour rétablir l'équilibre, le pilote utilise encore le gauchissement des grandes surfaces portantes. (Fig. 7) Le levier *C*, manœuvré de droite à gauche, comme l'indique la flèche, entraîne, dans son déplacement, la pièce verticale *E*, au sommet de laquelle sont fixées, sans glissement, les extrémités des filins *EF'''a'* et *EF''a*, dont les autres extrémités sont attachées aux parties extrêmes *A'* et *A* du plan supérieur : ce sont les ailerons représentés en *A*, *A'*, *B*, *B'*. Considérons les deux plans, reliés intimement aux extrémités par les entretoises *a' b'* et *a b*. Si nous déplaçons *C* vers la gauche, par exemple, une traction va s'opérer en *E* sur le filin *EF'''a'*, traction qui aura pour effet d'abaisser toute la partie *A'* du plan supérieur. Ce mouvement se produira aussi sur la partie *B'* du plan inférieur, les deux parties étant intimement liées, comme nous l'avons vu, par l'entretoise *a' b'*. Mais, du pied *b'* de cette entretoise, part un filin *b' F' F b*



qui, lui aussi, se trouve en traction, et relève par suite la partie *B* du plan inférieur, entraînant l'ascension d'une valeur égale de la partie *A* du plan supérieur, cette fois par l'entretoise *a b*. Les glissements des filins sont assurés par les poulies *F*, *F'*, *F''*, *F'''*. De toute cette manœuvre, il résulte que les déplacements des extrémités des plans de la surface portante se produisent en sens inverses. Le gauchissement est surtout utilisé pour la manœuvre de l'appareil dans les virages.

Dans les appareils *Wright*, le levier *C* qui, manœuvré de droite à gauche, permet le gauchissement des ailes ou plans de la surface portante, permet aussi le déplacement du *gouvernail de direction*.

Pour le *gouvernail de profondeur*, ou *stabilisateur*, il faut encore un autre levier ; de telle sorte que le pilote a constamment les deux mains occupées et l'esprit absorbé par ces trois manœuvres ; c'est ce qui rend difficile la conduite de cet appareil.

*Santos-Dumont* a appliqué le système des cellules, sur lequel, d'après les calculs et la théorie, on escomptait un résultat supérieur ; mais la pratique n'a pas encore prouvé l'avantage évident de l'emploi des cellules.

La classification rationnelle des aéroplanes n'est pas, comme on le croit, établie suivant deux types : monoplans et biplans. On distingue comme principales classes :

1° Appareils à queue (école française)	à ailerons ou à gauchissement	monoplans	Blériot types 11 et 12 (queue monoconcave),
		biplans	Antoinette (queue monoplane),
	sans ailerons ou gauchissement	biplans	Farman (queue biplane et concave), Curtiss (queue monoplane), Voisin cellulaire (queue biplane et concave);

2° Appareils sans queue : à gauchissement. Biplans : appareils des frères *Wright* (école américaine) ;



en lesquelles chaque appareil a des qualités spéciales, mais non des principes généraux.

Dans tous ces appareils, il doit exister une continuité parfaite entre l'aile gauche et l'aile droite, et toutes précautions doivent être prises pour éviter un élément de rupture entre elles, au cas où la vitesse vient à croître. (Accident *Delagrangé*.)

Il est intéressant de suivre le développement, l'expansion énorme et prodigieuse de l'aviation.

En 1908, *Farman* établit le kilomètre en *1 minute 28 secondes*. On arrive ensuite à voler 3 minutes, puis *Delagrangé*, à Rome et à Milan, vole officieusement pendant *une demi-heure*. *Farman* enlève ensuite le record officiel ; mais *Wright*, à Auvours, après une longue mise au point, parcourt *124 kilomètres en 2 heures 20 minutes 33 secondes*.

Tout cela a été fait en une année ; de *1 minute et demie*, on a passé à presque *2 heures et demie* de vol !

En 1909, c'est presque une durée double qu'atteint *Farman*, avec *quatre heures dix-sept minutes*.

Certes, les appareils se sont modifiés, mais les pilotes ont appris à conduire leur aéroplane : ils sont devenus plus confiants en lui, et leur audace aidant, on les voit, tel *Lambert*, au-dessus de Paris, à 400 mètres de hauteur, ou tel *Paulhan*, à plus de 1.000 mètres, au-dessus des Montagnes Rocheuses, s'aventurer dans des lieux et à des hauteurs réservés jusqu'ici aux gros visiteurs de l'atmosphère : les ballons.

C'est surtout du côté du moteur que se sont portés les efforts, et on peut dire aujourd'hui que le cheval-vapeur pèse, en tant que partie motrice, 3 kilogrammes environ. Toutefois, le rendement du carburant, dans la combustion interne, n'est pas encore ce qu'indique la théorie ; il y a beaucoup à faire pour augmenter la puissance des moteurs.

Si la puissance est accrue, la vitesse sera aussi plus grande, mais l'atterrissage sera aussi plus difficile et plus dangereux. En réalisant des vitesses de 150 kilomètres à l'heure, la stabilité dans l'air sera supérieure à ce qu'elle est pour des vitesses moindres ; c'est précisément cette vitesse d'équilibre qui donne un régime forcé : pour une vitesse moindre, la trajectoire se modifie, devient rapidement descendante. Avec la vitesse précédemment indiquée, de 150 kilomètres à l'heure, cette trajectoire provoquerait un atterrissage brus-



que et, si on réalise une incidence rasante, il y aura aussi à considérer les obstacles fixes.

Il faudra donc choisir des freins, agissant suivant la direction de l'effort, et employer des patins de glissement, présentant seulement quelques parties élastiques, de préférence aux roues.

On peut considérer que la limite du poids enlevé par un aéroplane sera de une tonne, car il ne faut pas oublier, même si la puissance du moteur augmente, que le travail utile est égal à

$$T = K.S.V^3;$$

il est donc proportionnel au cube de la vitesse, et n'est pas indépendant de la surface  $S$  qui croît avec le poids à porter.

Au point de vue commercial, on peut prévoir que des services seront organisés pour transporter rapidement les personnes d'une grande ville à l'autre. Le snobisme aidant, ces lignes aériennes prendront rapidement un grand développement.

L'application militaire des aéroplanes n'est pas à négliger, malheureusement (1); ici encore, la Science et le Progrès tendent à aider la destruction. L'aéroplane militaire sera un engin rapide d'observation, et offrira sur le ballon sphérique ou fusiforme, captif ou dirigeable, l'avantage de ne tenir que peu de place, et de passer presque inaperçu au-dessus des points stratégiques. Le harcèlement des ballons par les aéroplanes forcera les premiers à des évolutions : montée, descente qui les épuiseront en leur faisant perdre l'hydrogène, dont ils ne pourront pas toujours se ravitailler immédiatement.

Comme utilisation moins homicide des aéroplanes, il est intéressant d'envisager la question des transports rapides, où l'on paiera sûrement cher, à cause des poids faibles emportés, si on compare ces transports à ceux effectués par les chemins de fer et les navires. Le touriste pourra, sur un appareil léger, pratique, effectuer d'agréables excursions, mais encore faudra-t-il quelque temps avant de réaliser cette conception.

On peut donc dire, en résumé, que l'argile a pu s'échap-

---

(1) A l'heure où ces lignes sont écrites, les gouvernements s'occupent activement de cette question, et plusieurs appareils militaires sont en construction.



per de son entrave éternelle, la pesanteur, qui nous attachait à la glèbe terrestre.

L'aéroplane est venu bien à son heure, car, dix années plus tôt, le moteur léger n'existait pas, et la vitesse de 60 kilomètres, réalisée de suite, n'ayant pu être acquise, il y aurait eu impossibilité de permettre à un appareil de s'enlever de terre. La puissance du moteur aurait été absorbée de suite par la résistance de l'appareil dans l'air et la force de sustentation aurait été trop faible.

N. B. — Les personnes qui s'intéressent à l'aviation pourront lire avec profit l'ouvrage du *Commandant Paul Renard* : L'AVIATION, édité par MM. *Dunod et Pinat*, et dont il a été question dans le *Bulletin n° 15*, page 94, *bibliographie*.

Paris, le 16 janvier 1910.

---

## VISITES ET CONFÉRENCES

---

### Association des Elèves des Laboratoires Bourbouze

Au Siège social : 58-60, Rue Saint-Antoine, à 8 h. 1/2 du soir

#### LES COMBUSTIBLES

##### Étude scientifique.

par M. DENET, préparateur à la Faculté des Sciences, Collaborateur de M. *Mahler*, Ingénieur des mines.

Avec la collaboration technique de MM. DEMESSE et POURQUERY, Chimistes, Elèves à l'Institut de Chimie appliquée de la Faculté des Sciences de Paris.

##### Jeudi 7 Avril

*Différentes sortes de combustibles* : gisements ou production industrielle.

*La houille* : historique, propriétés, extraction, analyse élémentaire, étude des différentes sortes de houille.

##### Jeudi 21 Avril

*Détermination du pouvoir calorifique des combustibles* : principes scientifiques de cette détermination.



*Les bombes calorimétriques* : types Berthelot et Mahler, étalonnage des appareils par la combustion de la naphthaline.

Nous ne saurions trop engager nos Collègues à assister à ces deux Conférences, au cours desquelles M. DENET, dont on connaît la compétence, traitera, d'une façon à la fois scientifique et pratique, la question si importante des combustibles. La « houille blanche », qui engendre la puissance électrique, est, en effet, un concurrent redoutable des combustibles industriels ; on cherche donc, avec ces derniers, à produire le maximum de pouvoir calorifique par leur utilisation rationnelle dans des appareils de combustion de plus en plus perfectionnés, dont les données scientifiques seront particulièrement développées par M. DENET. Ses deux dévoués collaborateurs contribueront par leur habileté au succès de ces Conférences.

Quand la série de nos visites et conférences reprendra, et d'ailleurs bientôt, M. DENET viendra parmi nous, nous en avons la promesse, pour traiter ce sujet auquel il s'intéresse tant.

---

Le 17 Février dernier, notre collaborateur DEGAAST a solennisé l'inauguration de la Salle de Cours de l'Association amicale des Commis-Libraires français par une Conférence sur « *La Théorie et la Technique de l'Impression typographique moderne* » ; cette Conférence était accompagnée d'expériences et de projections provenant de la collection de l'auteur.

A la suite de sa Conférence, M. DEGAAST réunit ses auditeurs, le 27 Février suivant, à l'Ecole Estienne, où, avec la collaboration de M. SCHOTT, Professeur d'Impression typographique, il put démontrer sur les machines mêmes, à commencer par la presse à bras pour finir aux presses à cylindre, en blanc et à retiration, les diverses phases de l'impression d'une feuille de papier.

Nous applaudissons vivement au succès que remporta le jeune Conférencier à cette occasion, et nous espérons qu'il voudra bien recommencer ses élégantes démonstrations au profit de notre Association.

LE COMITÉ.

---

Le Secrétaire-Gérant . E. DELAUPE.

---

Paris. — Imp. Stemmer, 175, Rue Saint-Honoré.



# CONFÉRENCES PUBLIQUES DU DIMANCHE

DU

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS & MÉTIERS

(Suite)

---

## LE MAROC, SON ÉTAT ACTUEL ET SON AVENIR,

PAR M. AUGUSTIN BERNARD, PROFESSEUR A LA SORBONNE.

(Notes recueillies par M. E. DELAUPE, lauréat du Conservatoire, secrétaire général de l'association.)

---

Personne n'a été sans entendre parler du Maroc, soit par le reportage des grands quotidiens, soit par les articles des revues. Pourtant le public ignore assez ce qu'est le Maroc, et ne s'y intéresse pas. La raison en est simple : les quotidiens et les revues ne renseignent mal le public que par suite de ce fait qu'ils sont continuellement en contradiction, et qu'ils sont loin de constituer un enseignement homogène.

La question du Maroc est toute d'actualité ; elle a un intérêt vital et mérite d'être développée.

\*

\* \*

L'état actuel du Maroc peut être comparé à celui de l'Algérie avant 1830, et son avenir n'est pas différent de celui que l'Algérie et la Tunisie eurent à cette époque.

Il existe des rapports fort étroits entre le Maroc d'une part, l'Algérie et la Tunisie d'autre part. Le Maroc, d'ailleurs, ressemble énormément à ces deux derniers pays, et l'ensemble des 3 contrées constitue ce que l'on appelle la *Berbérie*.

Le Maroc est un Etat de l'Afrique septentrionale, borné au Nord par la Méditerranée et le détroit de Gibraltar, à l'Ouest par l'Océan Atlantique, au Sud et au Sud-Est par le désert du Sahara, au Nord-Est par l'Algérie. Il a une superficie de 800.000 kilomètres carrés et possède 8.000.000 d'habitants. Fez est la capitale du Maroc.



Ce pays se présente, au point de vue commercial, sensiblement sous des conditions plus favorables que l'Algérie et la Tunisie ; il en est de même pour l'élevage et l'agriculture grâce à sa position géographique et à l'altitude de ses montagnes, qui atteint 3 à 4.000 mètres. Celles-ci sont fréquemment couvertes de neige ; la fonte de ces neiges au printemps alimente des cours d'eau, qui viennent apporter aux plaines une irrigation bienfaisante. La culture profite beaucoup des pluies qui sont ici plus abondantes qu'en Algérie et en Tunisie, pays méditerranéens d'ailleurs, où les pluies sont peu abondantes.



Cliché du Comité du Maroc.

#### CARTE DU MAROC

Le Maroc est situé sur deux des mers les plus importantes du globe. D'un côté, sur la Méditerranée, il commande le détroit de Gibraltar ; de l'autre côté, sur l'Atlantique il est placé sur le chemin de l'Afrique Occidentale et de l'Amérique du Sud. Il forme la partie occidentale de la Berbérie, alors que l'Algérie en forme la partie centrale et la Tunisie la partie orientale.

Les régions de l'Ouest du Maroc sont les plus fertiles ; ses plaines peuvent être comparées à celles de la Russie méridionale pour leur fertilité.



Si l'on consulte une carte hypsométrique de la région, on y remarque le Rif, système montagneux de la côte méditerranéenne, et la grande chaîne de l'Atlas, qui s'étend jusqu'en Algérie et en Tunisie, dont les altitudes varient entre 2.000 et 4.500 mètres au moins, dans le Maroc, alors qu'elles n'atteignent même pas 2.300 mètres en Algérie et en Tunisie.

Le Maroc possède quelques ports importants, tels que Mogador, Mazagan, Rabat, Tanger, Casablanca, Larache et Saffi, mais très pauvrement outillés, et quelques cours d'eau qui baignent les plaines fertiles.

Au point de vue des productions naturelles, le pays semble riche en régions minières ; on est actuellement dans la période des recherches et l'on ne peut pas encore préciser l'avenir exact des exploitations futures.

L'indigène se livre principalement à la culture d'arbres à fruits, tels que les figuiers, les amandiers, et la vigne, car, quoique l'on en dise, le Marocain n'est pas un musulman bien fervent, et il ne refuse pas de boire le jus de la treille à l'occasion, en dépit des préceptes de sa religion. On cite ce pieux musulman qui disait : « Puisque je suis touché des grâces du Ciel, le vin, lorsqu'il touche mes lèvres, se transforme en lait » ; on peut croire que l'effet produit par ce vin magique devait tout de même être différent de celui qu'aurait pu produire le lait. Les vergers marocains sont magnifiques ; les arbres sont superbes et rapportent beaucoup.

L'élevage se fait mieux qu'en Algérie. Les bœufs, en général, se présentent bien et n'ont jamais l'aspect malingre.

\*

\* \*

Les habitants du Maroc diffèrent peu de ceux de l'Algérie et de la Tunisie. Dans l'ensemble, on les appelle des Berbères. Ils se composent de plusieurs races confondues, qui présentent des types bruns et des types blancs. Débarrassés des burnous et des vêtements flottants qui leur donnent un certain pittoresque, ils ressemblent assez aux habitants de l'Europe méridionale. D'autres représentent le type égyptien. Les blancs sont très nombreux parmi les populations du Rif et de l'Atlas.

Les indigènes qui s'occupent d'agriculture sont de bons cultivateurs, qui aiment la terre.



Le commerçant, lui, est fort habile, intelligent, et ne demande qu'à favoriser les échanges. Cependant les affaires sont entravées par l'anarchie continuelle, qui domine dans l'état actuel de la contrée. Si l'on consulte un cultivateur marocain, il dit : « A quoi bon récolter beaucoup; il faudra travailler le jour, et veiller la nuit de crainte que les maraudeurs ne viennent voler les bestiaux et le blé. Quand les maraudeurs s'abstiennent, ce sont des gens à la solde d'un chef de tribu qui opèrent ces larcins, et contre lesquels je



Cliché du Comité du Maroc

MAROCAINS DU TYPE BRUN

ne puis rien ». Lorsque, dans une nuit, on lui a enlevé tout ce qu'il possédait, il ne lui reste plus qu'à emprunter de l'argent chez un usurier qui ne le lui donne qu'à condition de percevoir 50 % d'intérêt, etc. Devant cet état de choses, il ne cultive donc que juste ce qui est nécessaire à ses besoins personnels.

\*

\* \*

Dans une famille, l'autorité du père est absolue, elle peut



aller jusqu'au droit de vie et de mort. La femme joue un rôle plus considérable que l'on se l'imagine ordinairement. En pays Berbère, les époux consultent leurs femmes avant d'engager une affaire. Les chefs de tribu sont parfois des femmes; elles montent à cheval. Dans les campagnes, les femmes ne sont pas voilées. Les Marocains ne possèdent en général qu'une femme; la polygamie, d'ailleurs, est assez rare; seuls, les riches habitants des villes la pratiquent. Il y a un proverbe marocain qui prétend que « *deux femmes font un enfer, et que trois font un paradis* ».

Le Maroc se compose de 4 à 500 petits Etats (tribus) qui se gouvernent eux-mêmes. C'est ce qu'on appelle le *Régime de la tribu*. Le chef de tribu est un *caïd*, nommé par le Sultan. De ces tribus, quelques-unes sont relativement soumises au sultan; d'autres, au contraire, ne le sont pas du tout. En présence du désordre actuel, on a prétendu que le Maroc était un empire qui croulait: c'est inexact; c'est un empire qui ne s'est pas encore constitué. C'est une ère féodale qui subsiste encore dans ce pays. Les cheïks ont commencé par grouper autour d'eux un certain nombre de gens, qu'ils nourrissaient, et avec lesquels ils faisaient la guerre et la chasse. Par la suite, une population plus dense est venue s'y joindre, leur demandant aide et protection.

Il n'existe dans tout le Maroc aucun outillage économique; aucune route ne parcourt le pays: seule, une route de deux kilomètres existe à Tanger. Il n'y a pas de ponts pour franchir les rivières, pas de ports outillés, pas de quais.

Si l'on joint à tous ces défauts l'insécurité qui y règne, cela indique que tout est à organiser au Maroc.

\*

\* \*

Il y a encore 15.000 Européens qui habitent cette contrée, dont 10.000 Espagnols, 4.000 Français, 1.000 Anglais, 200 Allemands, etc., etc. Le système de l'association agricole existe au Maroc. Cette association est soustraite à l'autorité marocaine. Les indigènes qui sont sous l'autorité de l'Européen sont soustraits par ce fait à la domination du caïd. Cet état de choses a créé un certain nombre d'abus; malgré cela, il est nécessaire pour permettre à l'Européen de s'y établir.

Le commerce général se chiffre à 100.000.000 de francs,



environ dont 30 millions avec la France, 11 millions avec l'Allemagne, 4 millions avec l'Espagne, etc.

Il y a dans cet Etat beaucoup de richesses latentes, mais il ne sera possible de les exploiter que lorsque deux choses nécessaires auront été réalisées : 1° la sécurité ; 2° l'installation d'un outillage économique.

L'outillage actuel ne donne aucune idée de l'avenir du Maroc

\*

\* \* \*

Si le Maroc est resté fermé si longtemps à l'Européen, cela tenait d'abord à la nature du pays ; mais aussi en grande



Cliché du Comité du Maroc

#### MARCHANDS DE PAIN A CASABLANCA

partie aux rivalités européennes. C'est du mois de juillet 1830 que datent les relations entre la France et l'Algérie. Le Maroc, en s'appuyant sur l'Angleterre, réussit à rester fermé pendant longtemps encore à la France. Plus tard, la France occupa les oasis sahariens proches de l'Algérie, qui étaient des repaires de bandits ; ceux-ci s'avançaient jusqu'en territoire algérien pour voler et piller ; il fut temps de mettre un terme à leurs excès. Enfin, il y a quelques années, il y eut une collaboration entre le Sultan et les Français pour exercer la police et assurer la perception des impôts dans les



régions frontières de l'Algérie : une part des impôts était remise au Sultan.

Abd-el-Aziz était épris de l'Europe, mais c'était une affection toute enfantine; il ne se créait cette amitié de la part de l'Europe que dans le but d'obtenir plus de facilité dans la réalisation de ses plaisirs; ainsi, sa grande joie consistait à allumer des feux d'artifice, et il passait des heures entières à cet amusement. Il s'était procuré un appareil photographique, tout en or, ainsi qu'une automobile, qu'il conduisait lui-même, et assez maladroitement, dans ses jardins. De plus, il s'était entouré d'Anglais. Les Marocains voyaient d'un mauvais œil ces genres d'amusements; ils préféraient mieux sans aucun doute ceux de Moulaï-Hafid, qui consistaient à couper les têtes, les jambes et les bras de ses ennemis.

Il y a quelques années, un accord était intervenu entre la France et l'Angleterre, et entre la France et l'Espagne, au sujet du Maroc. Ces pays commirent l'erreur grave de ne pas consulter l'Allemagne. De cette période date l'intervention de l'Allemagne dont l'empereur débarqua un beau jour à Tanger; l'Allemagne prétendit avoir des droits sur ce chef-lieu. De là résulta une réunion internationale, d'où est sorti l'acte d'Algésiras, qui reconnaît la situation particulière de la France au Maroc.

En 1907, un attentat, commis au Maroc contre un Français, amena une intervention particulière de la France.

En 1908, il y eut un nouveau Sultan, moins porté vers les Européens que son prédécesseur.

Depuis, la situation s'est encore modifiée; le 9 février 1909, un accord fut conclu entre la France et l'Allemagne; celle-ci reconnut les intérêts de la France au Maroc, et promit de ne pas les entraver.

\*

\* \*

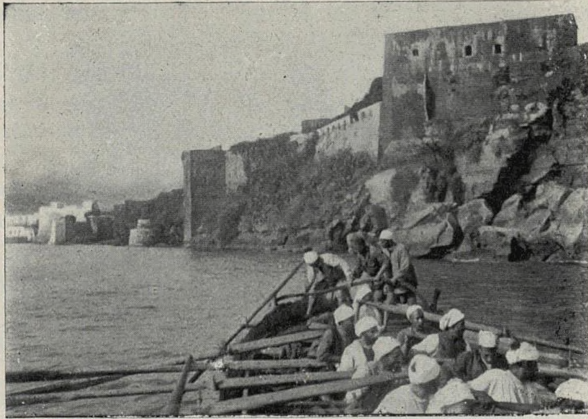
Les intérêts français sont, en effet, considérables au Maroc. La France a donné une expansion remarquable aux entreprises commerciales, industrielles et agricoles, ainsi qu'à la navigation. Actuellement, onze Compagnies françaises desservent les ports marocains. Il faut noter également les concessions des ports, l'organisation de la police des ports, les actions importantes entreprises sur la frontière



algérienne et sur les pays limitrophes, les importants capitaux engagés. Tanger possède 300 maisons françaises ; Casablanca en possède également un nombre important. Il a été créé des minoteries et autres industries.

Pour mener la chose à bien, il faut continuer l'effort commencé, laisser une part de bénéfices à l'étranger, laisser survivre les coutumes indigènes, car les musulmans ne sont pas envers les Européens ce que les Gaulois étaient envers les Romains : les Gaulois auraient voulu imiter en tout les Romains, mais les Marocains, au contraire, ne veulent en rien imiter les Européens.

Pour eux, notre genre de vie n'a aucun attrait. On cite cet



Cliché du Comité du Maroc

#### RABAT, ET LE BOU-REGREG

envoyé marocain qui, retournant dans sa patrie, disait de Paris, quand on le consultait : « Paris est une grande ville ; il y a beaucoup de gens, de chevaux, de voitures ; on y trouve de grandes maisons en fer remplies de victuailles. Les hommes sont propres et aimables, mais faibles, parce qu'ils se laissent commander par leurs femmes, que, fussent-elles laides, ils doivent garder toute leur vie. Ils ont tellement du travail qu'ils n'ont pas le temps de prier, etc. » Le brave homme ne s'était fait aucune idée de l'existence commerciale, industrielle et artistique de Paris.



Il ne faut pas envoyer les philanthropes amener la pacification au Maroc ; c'est-à-dire des avocats, des docteurs, etc., mais des hommes ayant une connaissance approfondie de la vie coloniale, et ayant fait un long stage dans les pays coloniaux.

Dans les pays du Maroc voisins de l'Algérie, grâce à la sécurité qui y règne, chacun cultive sa terre sans rien avoir à craindre, soit pour ses cultures, soit pour ses biens. Ces populations sont sensibles à leurs intérêts vitaux ; pour ces raisons, ces populations sont pacifiques.

En un mot, pour mener à bien les choses, il faut savoir reconnaître les droits des indigènes, et être énergique avec eux.

\*  
\* \*

Au point de vue national, la France a montré qu'elle avait marqué sa place dans la conquête qui a conduit les pays européens vers la possession de pays nouveaux, sources de bonheur et de profits. De cette action il résulte que le commerce extérieur de la France a augmenté de trois milliards depuis vingt ans : un milliard avec les colonies lointaines, deux milliards avec l'Algérie et la Tunisie.

Cette politique de colonisation, on la veut généreuse. La France a un intérêt unique au Maroc ; elle ne peut pas y laisser s'établir une puissance étrangère, d'autant plus que le pays est mieux situé que l'Algérie. Elle ne peut admettre non plus qu'une puissance étrangère y vienne pousser les musulmans contre nous. L'empire colonial français périra si on ne vient pas y prendre la place prédominante.

Dans un pays comme la France, l'opinion publique est souveraine ; c'est à elle qu'il faut s'adresser. L'Algérie n'est pas assez populaire en France ; les étrangers, au contraire, sont remplis d'admiration pour elle. L'Algérie n'est pas une colonie comme une autre, c'est plutôt une seconde France ; on ne peut contester l'intérêt unique que présente pour nous la question marocaine. De la solution de la question dépend l'avenir de notre pays.

Le Maroc est la seule chance qui nous reste pour agrandir notre destinée.

*Paris, le 23 janvier 1910.*

---



## LES GRANDS RÉSEAUX DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE EN FRANCE

PAR M. BLONDIN, AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ, PROFESSEUR  
AU COLLÈGE ROLLIN, DIRECTEUR DE LA REVUE ÉLECTRIQUE.

(Notes recueillies par M. DELAUPE, lauréat du Conservatoire, secrétaire général de l'association.)

---

### Introduction

L'une des premières applications de l'électricité est l'éclairage, mais la traction suit de près, avec la force motrice ; l'électro-chimie, quand elle s'en mêle, absorbe à son tour des torrents d'énergie.

En 1885 encore, ces applications étaient très limitées ; la distribution de l'énergie inquiétait peu les ingénieurs électriciens. Une dynamo, actionnée par un moteur de 5 à 6 chevaux, se fermait sur un circuit de quelques hectomètres, et l'on en était satisfait.

Ensuite, on reconnut qu'il y avait intérêt à concentrer la production de l'énergie. La Compagnie Continentale Edison éclaira d'abord des îlots de maisons, puis des quartiers de villes. Maintenant, une usine alimente couramment plusieurs départements.

Il est intéressant d'examiner quelle est, à l'heure actuelle, la répartition en France des réseaux de distribution d'énergie électrique.

### Région du Sud-Est

Cette région est particulièrement importante sous le rapport de l'emploi de la houille blanche, dont le berceau en France fut le Dauphiné et la Savoie.

L'usine du Haut-Grésivaudan, établie vers 1900, dans les gorges du Bréda, alimente les environs d'Aix-les-Bains et de Chambéry. Une chute de 42 mètres y produit 3.000 che-



vaux, et le courant est distribué sous 10.000 volts, ce qui, relativement, est une basse tension. Or, cette chute provient de la fusion des glaciers, abondante en été, mais parfois nulle en hiver. Une autre usine, installée sur la rive droite de l'Isère, rivière qui au contraire est particulièrement haute en hiver mais se tarit l'été, a donc été adjointe à la première. On obtient ainsi une production régulière.

Les environs de Grenoble sont desservis par le réseau de la Société Grenobloise de force motrice, dont la tension est de 24.000 volts.

L'usine d'Avignonet, établie en 1901, auprès d'un barrage d'une grande hardiesse, produit directement du courant à 10.000 volts, ce qui est peu commun, et l'élève à 26.000 volts.

Une usine, installée dans la vallée de la Romanche, fournit principalement son courant aux usines électro-chimiques voisines.

L'usine de Moutiers est installée en vue de venir en aide à ses voisines, et elle envoie vers Lyon du courant à 57.000 volts. Par exception, ce courant est continu. En général, le courant transporté est alternatif, et le plus souvent triphasé.

Une autre usine de la région utilise une chute de 37 mètres.

Deux usines, installées à 6 à 700 mètres au-dessus de Vizille, sont mises en jeu par des chutes de 375 et 550 mètres de hauteur.

La Compagnie des forces motrices de la Ville de Grenoble possède deux usines utilisant ensemble 15.000 chevaux, et dont l'une est actionnée par une chute de 210 mètres.

Une usine secondaire fournit du courant sous 36 à 37.000 volts.

Une ligne mise récemment en exploitation, dans les premiers jours de décembre 1909, transporte le courant, de la Roizonne à Grenoble, sous 24.000 volts, et à Saint-Etienne et Roanne sous 55.000 volts. Saint-Etienne est d'ailleurs desservi depuis 1900 par la Compagnie électrique de la Loire.

### Région du Centre

La Société d'Energie du Centre de la France emprunte son énergie au Lignon.

L'usine qui dessert Montluçon et ses environs comporte un barrage de 40 mètres de hauteur, en contre-bas duquel



sont placées les machines. C'est une disposition qui paraît tout au moins fort dangereuse; l'usine est à la merci d'une crue, d'un mouvement du barrage, etc. Pour faciliter la construction du barrage, on détourna provisoirement la rivière par un canal latéral en tunnel.

La Société du Gaz et de l'Electricité de Clermont-Ferrand possède l'usine de la Sioule dont le barrage est remarquable. Ce barrage, haut de plus de 45 mètres, retient 25 millions de mètres cubes d'eau. Là encore, les machines sont fort dangereusement placées, car le bâtiment qui les abrite est construit au pied et contre ce barrage. La puissance de cette usine est actuellement de 3.000 chevaux-vapeur, mais on projette de l'élever à 8.000.

La région est desservie par 24 à 25.000 chevaux.

### Région du Sud

Cette région est exploitée par la Société du Littoral Méditerranéen, dont le capital atteint 85 à 90 millions

La Société Biterroise dessert les environs de Béziers, Carcassonne et Toulouse.

Le littoral méditerranéen comporte: l'usine de Mescia, dont le barrage, de 42 mètres de haut, fut parfois submergé, mais sans dommage; l'usine du Plan-du-Var, actionnée par une chute de 70 mètres et dont les 30.000 chevaux sont à peu près totalement absorbés par les besoins de l'électrochimie; l'usine du Saut-de-Loup, située dans une belle gorge bien connue des touristes, dont elle utilise l'un des « sauts », qui a 250 mètres, au pied de l'aqueduc vulgarisé par les affiches du P.-L.M. Ces trois usines produisent du courant à 10.500 volts. Deux usines voisines de Nice sont installées pour leur porter secours.

L'usine d'Entraigues alimente Toulon et ses environs.

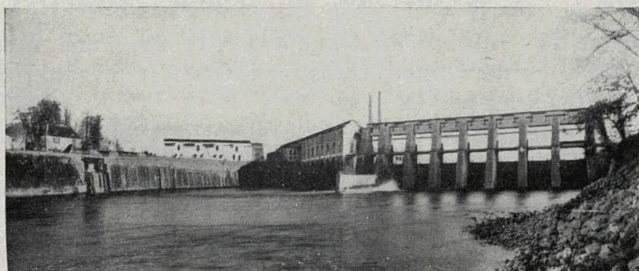
Le département du Var et particulièrement Toulon sont encore desservis par l'usine de la Siagne, dont les bâtiments ont de 15 à 20 mètres de hauteur, et qu'actionne une chute importante.

L'usine de la Brillanne emprunte son énergie à la Durance au moyen d'un canal de 9 à 10 kilomètres de longueur. Les fondations des bâtiments sont particulièrement conséquentes. Le courant est produit à 13.500 volts, puis transformé à

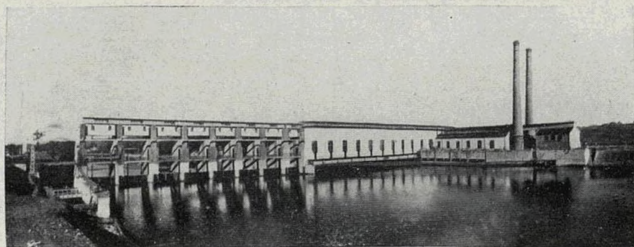


55.000 volts ; des dynamos au poste de transformation, les câbles sont dissimulés dans un passage couvert. Chaque alternateur est actionné par deux turbines jumelées donnant ensemble 3.500 chevaux, et l'usine comporte six groupes semblables. Cette usine dessert Marseille et Arles.

Arles est le point de départ du réseau du Sud Electrique, un gros client de la Société du Littoral Méditerranéen ; le courant y est ramené à 13.500 volts dans une usine de trans-



VUE EN AVAL



VUE EN AMONT

Clichés de la *Société d'Encouragement*

#### USINE DE TULIÈRE

formation. L'usine comprend également un groupe de secours actionné par une turbine à vapeur Curtis.

Le Sud Electrique utilisant le courant avec une alternance de 50 périodes à la seconde, en vue d'alimenter des lampes à incandescence qui se ressentiraient trop des 25 périodes par seconde de l'usine de la Brillanne, on abaisse donc, dans cette usine, à 5.500 volts, le courant destiné au Sud Electri-



que, puis on l'envoie dans un moteur calé sur le même arbre avec un alternateur à 50 périodes par seconde qui produit un nouveau courant, qu'un transformateur libère ensuite avec une tension de 13.500 volts.

Le courant, qui est triphasé, est distribué à trois fils, placés à 1<sup>m</sup>75 l'un de l'autre, sur des poteaux. Certains poteaux comportent des coupe-circuits pour permettre la réparation des lignes sans danger pour les ouvriers. Ces poteaux sont des pylones en treillis le plus souvent ; le montage en est difficile.

L'usine du Ventavon, analogue à celle de Brillanne, utilise avec cette dernière une puissance de 100.000 chevaux, que l'on espère élever bientôt à 300.000.

Enfin, le Sud Electrique est également tributaire d'une usine de l'Hérault, actionnée par une très haute chute.

### Région du Sud-Ouest

L'Energie électrique du Sud-Ouest, fondée en 1906, a créé à Tuilière, sur la Dordogne, près de Bergerac, une usine électrique particulièrement importante.

L'énergie produite est transportée vers Bordeaux par deux lignes à 55.000 volts d'une part, et Angoulême, avec embranchement sur Périgueux, d'autre part, de la même manière. Ces lignes sont doublées en outre par d'autres à 13.500 volts. Pour des raisons économiques particulières, l'usine thermique, destinée à suppléer à l'usine hydraulique en cas de besoin, est placée près de cette dernière. Le barrage de l'usine est long de 70 mètres ; il est unique en son genre car il est formé de vannes de 13 mètres de hauteur encastrées dans des piles, sans que l'étanchéité soit inférieure à celle d'un barrage en maçonnerie ; en temps de crue, une simple manœuvre permet de supprimer la chute, haute de 12 mètres, qui actionne l'usine.

Le courant, produit à 5.000 volts, est élevé à 55.000 volts.

### Région du Nord

Dans le Nord de la France, les industries sont particulièrement développés (elles fournissent, en effet, le dixième des impôts), et là aussi l'énergie électrique est un besoin.



Mais la houille blanche y est inconnue, et c'est la houille noire qui la remplace.

Le Réseau de l'Energie Electrique du Nord de la France possède une usine équidistante de Lille, Roubaix et Tourcoing, analogue à celle de Saint-Denis ; cette usine fournit 25.000 kilowatts sous 10.000 volts, basse tension justifiée par la faible étendue du réseau, 7 kilomètres à peine.

Le Réseau de Jeumont produit 7.500 kilowatts sous 7.500 volts, et n'est pas achevé.

Valenciennes possède une usine spéciale.

Les mines de Lens possèdent des moteurs à gaz de 1.200 chevaux. On a souvent posé cette question : Que vaut-il mieux transporter, le courant ou la houille ? et les réponses ont été fort diverses. Toutefois, il est incontestable qu'il y a économie à transformer la houille en coke au carreau de la mine plutôt qu'aux lieux d'emploi de ce dernier combustible, surtout dans le cas où le gaz issu de cette transformation est destiné au moteur. C'est en 1898 que le premier essai d'utilisation de ce gaz, pour la production de l'énergie électrique, fut tenté avec un moteur de 2 chevaux ; l'essai fut mauvais, car l'on n'avait pas pris soin d'épurer convenablement le gaz. Un second essai, effectué avec un moteur de 500 chevaux, avec du gaz épuré, fut excellent. A Lens, le gaz provient de 140 fours à coke qui occupent 700 mètres carrés de superficie ; l'épuration met en liberté des sous-produits utilisables d'autre part ; un tiers du gaz est envoyé au moteur, et le reste sert au chauffage des fours à coke mêmes. Trois moteurs de 1.200 chevaux sont actuellement installés, et trois autres sont en projet. C'est là une énergie dont la gratuité, quoique relative, est de l'ordre de celle de la houille blanche.

A propos de l'économie que l'on peut réaliser dans l'emploi judicieux de la houille noire, il est à noter qu'aux mines de Lens la vapeur d'échappement des machines d'extraction, qui absorbent 2.000 chevaux, est envoyée dans des récupérateurs de chaleur, puis dans des turbines à basse pression qui développent encore 1.800 chevaux.

### Région de Paris

Le réseau de cette région est peut-être le plus important du monde entier, mais il est peu étendu. Sa puissance re-



présentative en est de 250.000 kilowatts ou 340.000 chevaux; la production en est de 190 millions de kilowatts-heures.

Le kilowatt-heure d'éclairage se vend 0 fr. 70.

M. Blondel a évalué à 685 millions de kilowatts-heures la production que la région parisienne est susceptible d'absorber.

#### Région de l'Est

Une usine à vapeur de 3.000 chevaux produit du courant sous 30.000 volts et l'envoie dans le territoire de Belfort et le département du Doubs.

L'usine hydraulique du Refrain, qui alimente les eaux du Doubs par 2 tuyaux de 3 m. de diamètre, vient se joindre à la précédente. Des turbines à axe horizontal actionnent des alternateurs donnant du courant à 5.000 volts, élevé par la suite à 30.000 volts. L'usine est située en un point de la vallée en aval des Rochers



de la Mort, où le Doubs forme des rapides. La prise d'eau, également en aval, comporte un tunnel de 9 m. de section et de 3 km. de longueur; quoiqu'il fût percé dans la roche granitique, il fût enduit entièrement en ciment, dont la quantité fut telle qu'il en fallut 300 wagons de 10 tonnes.

Les lignes de distribution sont interrompues en certains endroits par des postes de coupure, où des couteaux sont isolés par des plaques de marbre. Des édicules en en béton armé servent de point de départ aux réseaux spéciaux à une commune ou une usine particulière; d'autres édicules forment passage de fils aériens à des fils souterrains.

Des postes de transformation comportent des cages d'arrivées de câbles, des appareils de commutation, des transformateurs du courant alternatif en courant continu. Les poteaux supportant les fils [sont] parfois constitués par des fers I particuliers.

Cliché de la Société d'Encouragement

USINE LA SIOULE



### Projet de transport de l'énergie électrique du Rhône à Paris

Le courant serait transporté sous une tension de 120.000 volts, quoique M. Blondel eût prévu une tension de 200.000 volts. Ces tensions sont réalisables, car, en Amérique, le transport à 110.000 volts est courant, et un projet de transport à 200.000 volts entre les chutes du Zambèze et le Transvaal est prêt à être réalisé. Le barrage du Rhône serait fait à Génissiat, et il aurait 70 m. de hauteur. L'usine, d'une longueur de 200 m., produirait 240.000 kilowatts; le courant, après avoir traversé une station de transformation, partirait vers Paris sous 120.000 volts, vers les pays circonvoisins à 30.000 volts et vers les environs immédiats à 13.500 volts. Un ascenseur permettrait aux bateaux de franchir la dénivellation produite par le barrage.

### Conclusions

L'avenir de la distribution de l'énergie électrique paraît être aux usines puissantes vendant leur courant au demi-détail, ces usines étant reliées entre elles de façon à se porter mutuellement secours.

On a songé à chauffer les chaudières de certaines usines avec le courant électrique.

Le réseau français tend à s'accroître considérablement, mais il nécessite des quantités importantes de cuivre que l'on pourrait réduire si le gouvernement français levait l'interdiction d'effectuer le retour du courant par la terre; des essais ont été effectués avec un entier succès à ce dernier sujet.

La France utilise actuellement 55 millions de tonnes de houille par an, dont 15 à 16 proviennent de l'étranger représentant un tribut de 250 millions dont la houille blanche pourrait l'exonérer.

En Italie, en Suède, bientôt en Suisse, on procède à l'électrification des voies ferrées; la France est en retard à ce point de vue.

Certaines industries importantes, l'agriculture en est une, utiliseraient encore le courant s'il leur était amené. C'est ainsi que le Sud Electrique fournit nombre d'agriculteurs.

Enfin, les barrages établis pour le besoin des usines hy-



drauliques ont pour effet de régulariser le débit des cours d'eau; on le remarqua particulièrement à Montluçon par un hasard heureux. Le fléau qui vient de s'abattre sur Paris ne peut, en ce sens, que servir d'encouragement dans l'utilisation de la houille blanche.

*Paris, le 30 janvier 1910.*

---

## VISITES ET CONFÉRENCES

---

### VISITE DES ÉTABLISSEMENTS LEPET

effectuée sous la direction de M. LÉON GUILLET, professeur du *Cours de Métallurgie et Travail des Métaux* au Conservatoire National des Arts-et-Métiers.

Dans son ensemble, ainsi qu'on le verra au cours de cette visite, ces établissements sont en quelque sorte le type de l'ancienne fonderie parisienne, en voie de transformations modernes. L'usine fait plus spécialement la moyenne et petite pièce, de fabrication soignée. Les coulées ont lieu tous les jours.

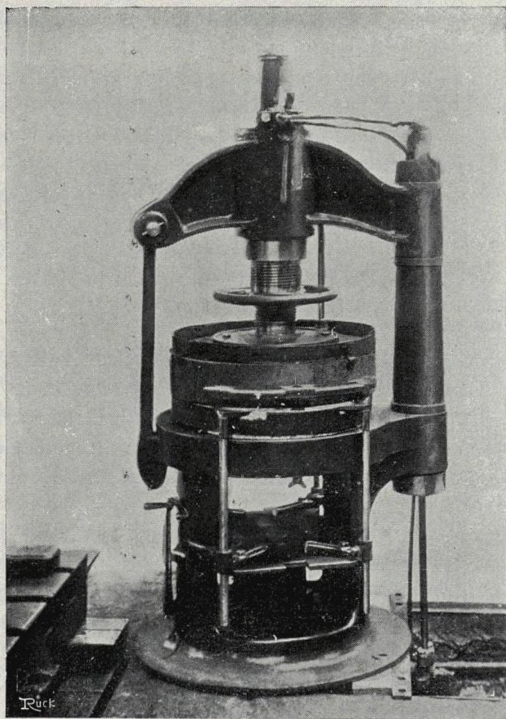
La direction technique de l'usine donne d'abord quelques explications sur un accumulateur hydraulique desservant les machines à mouler. Cet accumulateur est du même type que ceux précédemment vus au cours de la visite du *Laboratoire d'essais du Conservatoire*: une série de poids en fonte, appuyant sur un piston, donne une pression toujours uniforme. Une petite pompe, seulement de la force d'un cheval, assure le plein du cylindre dans lequel se meut le piston. Dans cette fonderie, les machines à mouler se trouvent très loin de l'accumulateur: à l'autre extrémité de l'atelier. Une canalisation les réunit, ce qui place la pompe et l'accumulateur sous la surveillance du chauffeur chargé de la machine à vapeur.

Dans l'atelier d'ébarbage et de dessablage, le travail se fait à la main et à la meule à émeri. On y voit les premiers spécimens de la fabrication des pièces minces et difficileu-



ses : des cylindres de moteurs d'aviation (type *Anzani*, monoplan *Blériot*), où le cylindre et la culasse, couverts d'ailettes, sont venus du même jet. Ces pièces, ainsi que d'autres destinées aux appareils cinématographiques Pathé, sont moulées à la machine.

Au 1<sup>er</sup> étage, dont deux côtés sont en galerie, se trouvent :



MACHINE A MOULER

à droite, le dépôt des châssis ; au milieu, l'atelier des essais ; et, sur le 3<sup>e</sup> côté, le chargement des cubilots.

On essaie un bloc de deux cylindres jumelés *Mors*. A cet effet, on place le cylindre dans une sorte de cadre très rigide, en fer forgé. Des vis assurent, par des plaques de fer et des joints de caoutchouc, la fermeture du cylindre et des orifi-



ces d'admission et d'échappement. Une petite pompe à main fournit la pression, que l'on fait monter à 5 kg. pour les cylindres de moteurs d'automobiles. On essaie ici à 10 kg. Les cylindres des moteurs d'aviation sont essayés à 25 kg. Un type de cylindre d'aviation, autre que celui précédemment vu, possède une circulation d'eau, avec chemise en cuivre rouge rapportée.

Un monte-charge relie le sol de la fonderie au 1<sup>er</sup> étage ; il sert à monter les matières nécessaires à l'alimentation des cubilots, dont les gueulards débouchent au niveau de la galerie. A proximité des cubilots, se trouvent, sur la galerie, les charges, en tas séparés, le coke (coke métallurgique lavé), la fonte en gueuses et en déchets : masselottes, rebuts et la castine. Des wagonnets assurent le service. Une bascule sert à peser les charges de fonte et de castine. On mesure le coke, à cause de l'humidité.

En face des cubilots, se trouve une grande étuve. Deux grues, à grand rayon d'action, prennent les châssis et les déposent sur un chariot à claire-voie, qui rentre dans l'étuve.

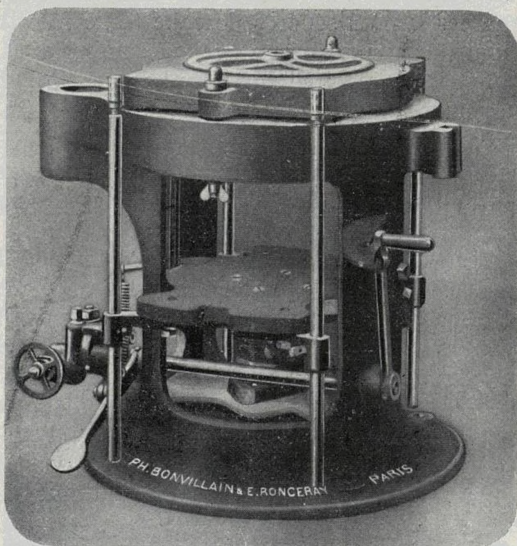
Par les regards du cubilot en marché, on voit la fonte commencer à tomber en gouttelettes, l'air venant d'être insufflé. Les tuyères s'obstruent quelquefois par des laitiers ; cet accident est appelé *accrochage* en terme de métier : lorsqu'il se produit, on débouche à coups de ringard. Quand cette manœuvre ne suffit pas, on arrête le vent de la tuyère bouchée, on laisse la température s'élever, et l'on rend la pression quelque temps après. De la boîte à vent part un conduit aboutissant au manomètre, qui indique à chaque instant la pression de l'air insufflé.

On fabrique, à la main, quelques moules, et l'on moule, dans le sol même, des colonnes en fonte. A côté, un mouleur « *passe la couche* » sur un moule qu'il vient de terminer ; c'est-à-dire qu'il a enduit de noir animal la surface des moules avant de les étuver ; le but en est d'empêcher le sable d'adhérer à la fonte.

La partie la plus moderne de l'usine est celle où s'effectue le moulage à la machine. Ici, ce sont les moules les plus difficiles qui sont exécutés à la machine. Ce fait, paradoxal en apparence, est logique : une machine, travaillant autant que 8 à 12 mouleurs, sera d'autant plus économique que la main-d'œuvre remplacée sera plus chère. Ces machi-



nes sont facilement maniées par de simples manœuvres. Les couches sont particulièrement intéressantes, car on moule des pièces difficiles. Dans les moules des cylindres *Anzani*, le peigne surtout attire l'attention. Il est fait remarquer qu'un tel peigne, extraordinairement difficile à obtenir par des assemblages mécaniques, est obtenu à très peu de frais, dans le sable lui-même. Sur une machine voisine, la couche présente un intérêt semblable ; la forme de la pièce ne permettait pas l'escamotage : l'on a fait, comme en pareil cas, des pièces rapportées qui s'emboîtent l'une dans l'autre par



MACHINE A DÉMOTTER

des queues d'aronde. Le plus remarquable n'est pas le procédé en lui-même, puisqu'il est usité en certains cas dans le moulage à la main, mais en ce que toutes ces parties sont brutes de coulée, sans ajustage, ce qui résout d'une façon très avantageuse la question du prix de revient des couches.

Quelques pas plus loin, un ouvrier mouleur (et non pas ajusteur) confectionne une couche destinée au moulage de volants de moteurs d'automobiles ; la forme en est bien connue : des ailettes curvilignes, reliant le moyeu à la jante,



font, en tournant, l'office de palettes de ventilateur. En ce moment, la couche, qui vient d'être coulée, est serrée dans l'étau ; l'ouvrier l'ébarbe et la polit. Il n'existe pas d'outils, pour ainsi dire, si ce n'est quelques grattoirs, ni machine à percer, ni aucun instrument de traçage. Sur l'établi, se trouve le modèle en bois et, à terre, le moule qui sert à couler la couche inférieure, en ce moment dans l'étau. A côté, se trouve la pièce peut-être la plus instructive de la journée : la couche supérieure, coulée d'un seul jet avec son peigne et ses dépoussoirs de noyaux. De petites attaches, venues de fonte, les tiennent ensemble ; on brise ces attaches, et l'on a ainsi des pièces d'une correspondance parfaite, car elles sont coulées ensemble, en une même opération. Cette façon de procéder est relativement récente et a été brevetée il y a 3 ans. Le prix de revient de ces couches n'est pas excessif, au contraire. Ces couches sont faites en un alliage Sn Pb Sb, qui a un retrait de 2/1.000. Une addition de Bi lui enlève ce défaut.

Une aire de coulée, sur laquelle s'alignent des mottes brunes, représente la coulée en sable vert, dans des mottes, des pièces de cinématographe, précédemment vues à l'ébarbage. La production est intense ; une machine à démotter, avec un nouveau système de double verrouillage, attire particulièrement l'attention. Un autre avantage des machines à mouler est de produire des pièces toujours plus légères que celles moulées à la main. En effet, la machine démoule verticalement, tandis que les mouleurs ébranlent leur modèle pour le dégager du sable, en créant ainsi une cavité plus grande que celle correspondant au modèle. Si cette qualité est peu appréciée du fondeur, elle l'est davantage du constructeur, qui paie la fonte au poids.

Dans l'atelier de noyautage, les mouleurs tassent le sable dans les boîtes à noyau ; on a vu tout à l'heure, au dessablage, comment ces noyaux étaient tenus et armaturés par des fils de fer. La fonderie va essayer, d'après les conseils du constructeur des machines à mouler, un nouveau mode de fabrication des noyaux, pour éviter ces armatures, et, partant, les difficultés et le prix du dessablage. On ne voit aucun trousseau, l'usine ne faisant pas ce genre de travail, excepté pour les noyaux.

Puis on assiste à la coulée : après chaque remplissage de



poche, un ouvrier bouche le trou de coulée avec un tampon d'argile. Un accrochage se produit-il, que quelques coups de ringard sont donnés, et la tuyère reprend son action.

Tout près, on effectue une soudure, en faisant couler de la fonte liquide, opération délicate, pour chauffer, juste au ramollissement nécessaire à la soudure, sans que la pièce se déforme. La coulée se continue ; le spectacle n'est pas sans charme, de ces hommes qui, deux à deux, dans la nuit qui tombe, vont emplir leurs poches de fonte liquide. Après qu'ils l'ont déversée, les orifices de coulée rougeoient dans la surface du sable noir, tandis que dansent, aux extrémités des trous d'air, les flammes de gaz qui s'échappent et brûlent.

Les machines à mouler, que l'on a vu fonctionner, sont construites par les établissements de constructions mécaniques Bonvillain et Ronceray.

---

## VISITE DES ÉTABLISSEMENTS BONVILLAIN & RONCERAY

effectuée sous la direction de M. LÉON GUILLET, professeur du *Cours de Métallurgie et Travail des Métaux* au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Le premier étage, où l'on est introduit d'abord, est réservé aux services commerciaux et techniques de la maison.

Le service de la correspondance occupe une large place, ces messieurs, en plus de la construction des machines à mouler, étant de gros importateurs de machines-outils. Le service des études occupe une autre partie de l'étage, dont le reste est affecté à l'exposition des machines importées, et des spécimens de production des machines à mouler. Les machines à mouler sont visibles dans un local spécial, et seulement en fonctionnement.

Puis on descend à l'atelier. Ici, comme tout à l'heure à la fonderie, on a l'impression de machines un peu tassées les unes près des autres. L'atelier a dû augmenter sa fabrication sans qu'on puisse augmenter sa surface. Au premier coup d'œil, on a l'impression d'un atelier outillé de façon mo-



derne ; toutes les machines-outils sont de modèle récent, desservies par wagonnets, pont roulant et palans.

M. *Ronceray*, qui, très aimablement pilote les visiteurs, les conduit au magasin des pièces brutes divisé en deux parties (pièces de fonte, barres, etc.). Chaque lot de pièces ou barres porte une fiche, où se portent les entrées et les sorties.

On traverse, pour se rendre au magasin des pièces finies, le bureau du chef du magasin. Aucune autre communication n'existe. Le magasin des pièces finies est disposé comme le précédent avec des casiers remplis de pièces usinées. Au milieu, il y a une vaste table, sur laquelle le vérificateur contrôle et poinçonne les pièces, avec des calibres « *maxima et minima* », appropriés à chaque pièce. Point essentiel : aucune pièce n'est mise dans un des casiers si elle n'a reçu le coup de poinçon de la recette. La preuve en est faite séance tenante : chacun étant invité à prendre des pièces au hasard. Un autre point intéressant est celui-ci : les pièces sont toujours menées en série, même pour les machines de vente peu courante. De fait, on ne trouve pas de casier contenant 1 ou 2 pièces, mais toujours une série. C'est la seule façon d'opérer pour avoir un prix de revient raisonnable, à l'usinage d'abord, au montage ensuite ; ce montage est d'autant plus aisé que les pièces en magasin, et par conséquent poinçonnées, satisfont à toutes les conditions qu'on est en droit d'exiger d'elles.

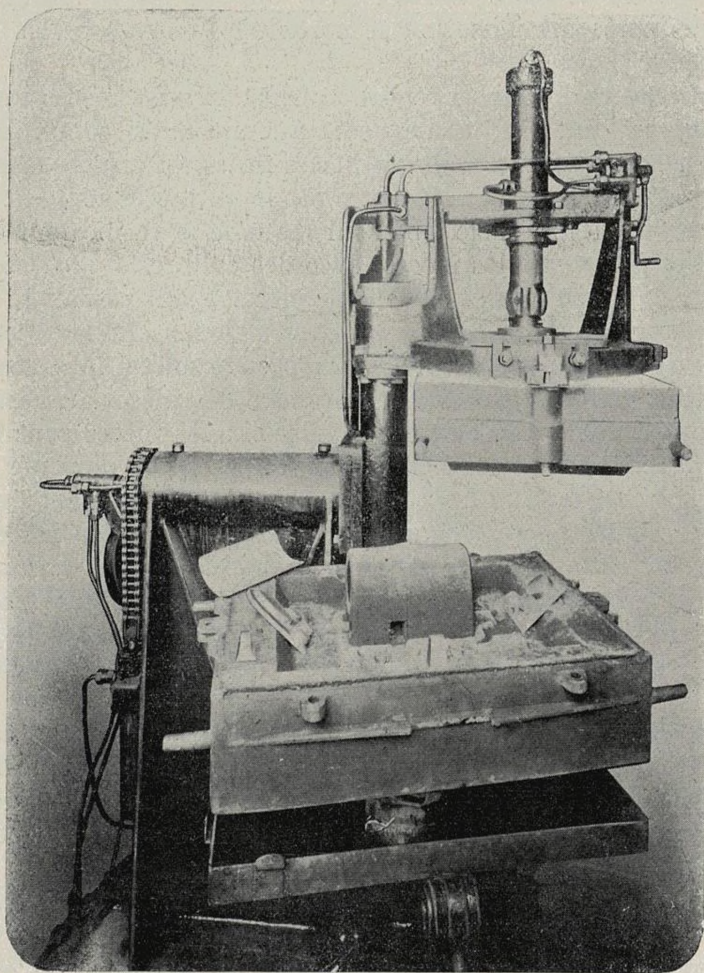
Un autre magasin, séparé du précédent, est affecté à la distribution et à l'entretien de l'outillage ; rien de particulier, si ce n'est quelques tourniquets, assez semblables à ceux en usage dans la librairie et très commodes pour y disposer le petit outillage à main le plus courant.

Rien à signaler sur l'agencement du bureau du chef d'atelier et des pointeurs, si ce n'est que sa disposition ne permet que d'embrasser la moitié de l'atelier, écueil que l'on évite autant que possible dans les ateliers modernes lorsque la place le permet.

Dans l'atelier même, la surface est répartie entre les machines-outils et le montage. Les tours sont tous de modèle récent. On a ensuite sous les yeux des organes précédemment vus à la fonderie, puis en pièces détachées dans le magasin. Il y a lieu de signaler la commande monopoulie des gros



tours, et l'emploi d'un peigne, monté dans un porte-outil à ressort, pour l'usinage des grosses vis en fonte : la profondeur totale de passe est 18/10, le diamètre de la vis d'environ 150 mm., le pas de 8 mm. ; 2 dents sont en prise : chaque



MACHINE ROTATIVE

dent faisant une passe de 0 mm. 6 de profondeur. Aucun dispositif particulier n'est en usage pour le filetage des écrous de ces vis, écrous obtenus par le procédé habituel.

Près des tours, se trouvent groupées les machines à percer, à aléser et à fraiser. La maison *Bonvillain et Ronceray* a créé



un type de machine à percer sensitive, pour l'emploi des aciers à coupe rapide.

L'atelier possède un tour *Hartness*, (tourelle plate, déplacement transversal de la poupée), permettant d'ouvrer des pièces forgées, fondues, et des pièces dans la barre même, par petites séries, avec une vitesse inconnue sur le tour parallèle. L'atelier de montage est amplement pourvu d'organes de levage et de manutention, et même de fosses pour le montage des machines rotatives.

On assiste à la fabrication d'un modèle à escamotage. C'est un modèle de marmite, à 2 anses et 3 pieds. A l'atelier de démonstration des machines à mouler, on fait fonctionner les modèles de machines qui n'existaient pas à la fonderie, surtout deux machines rotatives, l'une de gros modèle, à renversement automatique, et l'autre de moyen modèle, à mouvement commandé à la main. Ces machines permettent le moulage au-dessus de la plaque-modèle, et le démoulage au-dessous, la plaque restant fixe. Cette catégorie de machines (rotatives) est particulièrement intéressante pour les pièces à gros noyau.

Sur la machine rotative du petit modèle, on exécute le noyau d'une boîte à graisse de chemin de fer ; les initiales nous indiquent que cette boîte à graisse est celle des chemins de fer de l'Etat Prussien.

Puis on examine longuement une plaque de modèle complexe ; c'est un carter de moteur automobile à 4 cylindres. Devant cette plaque, on abandonne un préjugé courant relatif au prix de revient d'une couche aussi complexe. M. *Roncera*y fait voir, en les mettant en mains, que les pièces rapportées, moulant avec le sable, et ajustées à queue d'aronde, ne sont pas usinées mécaniquement. Elles sont brutes de fonte, et l'obtention d'un modèle complet est en somme relativement simple.

Enfin, on moule à la machine un cylindre de motocyclette. Il faut noter la façon dont on jette le sable entre les ailettes avant le remplissage de la rehausse.

---

C'est fini ; chacun emporte en partant, non pas un souvenir confus, mais des notions exactes, vivantes, qui donnent



à ces visites un attrait que ne procure aucun autre mode d'enseignement.

Les clichés qui illustrent ce compte rendu nous ont été obligeamment prêtés par MM *Bonvillain* et *Roncera*, et nous les prions, au nom de l'Association, d'agréer nos remerciements les plus vifs.

G. REVOL,  
*Membre de l'Association,*  
*Auditeur du Cours de Métallurgie et Travail*  
*des Métaux.*

---

## EXCURSION TECHNOLOGIQUE DANS LE NORD DE LA FRANCE

SOUS LA DIRECTION DE

M. LÉON GUILLET,

PROFESSEUR DU *Cours de Métallurgie et travail des métaux.*

---

Sortant un peu du cadre habituel de l'enseignement du Conservatoire, M. le *professeur Guillet* a voulu affirmer une fois de plus la valeur pédagogique de son *Cours de Métallurgie et Travail des Métaux*. A l'issue du succès des visites d'usines précédemment organisées, le récent voyage à *Lens* et à *Denain* a dépassé toute espérance, quoi qu'il n'y ait pas lieu de s'en étonner.

A l'avenir, nous ne manquerons jamais, par l'intermédiaire de notre *Bulletin*, de porter à la connaissance de nos Collègues ce que M. *Guillet* aura décidé ou organisé; c'est notre devoir de l'aider, en présence de tant de dévouement et d'activité.

Nous pouvons même, dès à présent, annoncer que notre professeur, en présence du succès de cette excursion, projette d'effectuer en Juin un voyage en Belgique. Après une visite à l'*Exposition de Bruxelles*, les différents centres métallurgiques : *Liège*, Usines *Cockerill*, à *Seraing*, etc. seront parcourus en détail.



Nous tiendrons nos collègues au courant de ce voyage, qui sera particulièrement intéressant, et nous renseignerons personnellement ceux qui voudront bien s'adresser à nous (M. G. DEGAAST, *vice-président de l'Association*, 113, Rue Broca).

Depuis la réception somptueuse organisée à *Lens*, toute à l'honneur de M. *Reumaux*, *Directeur général des Usines de Lens*, et de ses nombreux collaborateurs, jusqu'aux visites si captivantes des ateliers de la *Société française de Constructions mécaniques* et de l'usine des *Aciéries de Denain-Anzin*, nous avons partout rencontré l'accueil le plus affable, et le dévouement le plus entier, pour la perfection de notre éducation technique.

Qu'il me soit permis de remercier ici encore : M. *Thomas*, *Directeur général de la Société française de constructions mécaniques*, qui avait mis à notre disposition, sous la direction de M. *Gunsbourg*, *Ingénieur*, tout son personnel intellectuel, soit dit sans discréditer la valeur technique du nombreux personnel ouvrier dont nous avons pu admirer les travaux.

Merci aussi à M. *Wærth*, *Directeur général des Aciéries de Denain-Anzin*, et à ses deux ingénieurs, dont je regrette de passer le nom sous silence. Grâce à eux, cette puissance moderne : la *Métallurgie*, nous a révélé ce qu'elle avait de plus beau et de plus grandiose. Qui ne se rappellera l'apothéose des *Bessemer* crachant la flamme, la majesté des blocs d'acier flamboyant dans le clair-obscur des grands halls vitrés, sans cesse embrumés comme d'une vapeur d'encens, mais d'un encens de travail.

Il ne faut pas oublier cependant celui qui nous a permis de vivre ces minutes inoubliables : M. *Guillet*. Secondé utilement par son collaborateur : M. *Griffiths*, il a su nous distraire, et surtout nous instruire plus encore, malgré certaines craintes injustifiées et injustifiables. Aussi, combien nous l'avons compris, quand, dans son toast, à *Denain*, M. *Guillet* regrettait le départ de M. *Griffiths*, nommé chef de la section de Chimie au *Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers* ; mais ses regrets seront oubliés dans la joie de voir son collaborateur arrivé à ce poste de choix.

Bientôt, nous entreprendrons en détail le compte rendu



de ce voyage, et nous tâcherons de faire revivre, aux collègues qui n'ont pu se joindre à nous, nos impressions : de la mine de houille obscure et angoissante au haut fourneau rutilant et fumant.

*Denain, le 30 mars 1910.*

G. DEGAAST.

*Vice-Président de l'Association.*

Afin de pouvoir faire bénéficier nos collègues des vues documentaires prises par divers membres, à *Lens* et à *Denain*, un service d'échange et d'achat a été organisé. Ces vues se rapportent à l'industrie métallurgique, depuis la mine de houille jusqu'à la fabrication de l'acier et son utilisation. S'adresser à M. G. DEGAAST.

---

**Dimanche 1<sup>er</sup> Mai**

*A 2 h. 1/2 de l'après-midi*

## ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

*(Amphithéâtre A du Conservatoire National  
des Arts-et-Métiers)*

---

### Ordre du Jour :

Révision des statuts ;

Titularisations ;

Causerie de M. G. MERCIER, vice-président de l'association : « *Le béton armé. — Les accidents du bâtiment et des travaux publics.* »

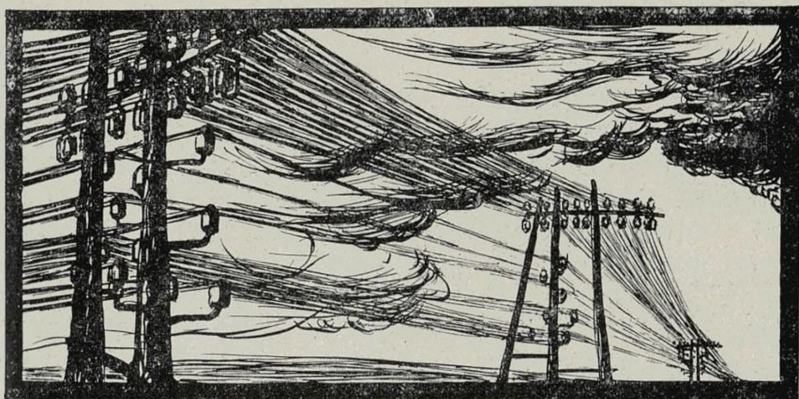
Les Sociétaires sont instamment priés d'assister à cette assemblée, tant en raison de l'importance que présente la révision des statuts qu'en raison de l'intérêt de la question qui sera traitée par notre camarade MERCIER, architecte, spécialiste du béton armé, qui sera heureux de faire connaître quelques aperçus personnels et nouveaux sur certains accidents dont les causes sont fort délicates à déterminer en général.

LE COMITÉ.

---



## BOITE AUX LETTRES



PARIS - 1910

Hippolyte Bernier.

Il sera répondu à cette place aux demandes de renseignement qui seront adressées au Secrétaire-Gérant du Bulletin. Les demandes devront être accompagnées d'une bande d'envoi du *Bulletin*.

**M. E. C., à Rouen.** — Dans le plancher en béton armé que vous me signalez, l'établissement d'une trémie ne présente aucun danger ; il ne peut qu'alléger la construction, puisque vous supprimerez une partie de ce plancher. En ce qui concerne le chevêtre, il y aurait lieu de vous assurer si les diamètres des aciers inférieurs des deux poutres qui doivent le porter sont suffisants, et si leur position dans la masse du béton est favorable au travail. Il vous faudra soigner tout particulièrement les étalements et arroser avec de la barbotine de ciment, après les avoir soigneusement lavées, les parties du liaisonnement.

**M. G. C., à Ivry.** — Le prix d'une villa, telle que vous la concevez, ne peut guère dépasser 15.000 fr., mais il serait imprudent de traiter à forfait autrement que sur des plans bien arrêtés, et des devis très précis établis par un homme de l'art. Vous paraissez, je crois, peu disposé à recourir à un architecte : c'est une fausse économie, car l'architecte empêchera bien des fraudes qui vous eussent coûté ultérieu-



rement davantage que ses honoraires et son autorité sur les différents corps d'états peut seule activer les travaux quand les circonstances le nécessitent.

**M. A. T., à Saint-Mandé.** — Vous pouvez prendre pour certain que l'*homme-accumulateur* de la foire du trône n'est pas d'une essence spéciale. Il suffit qu'un courant, quelles qu'en soient l'intensité et la tension, soit à *haute fréquence* pour qu'un être vivant placé sur son trajet n'en soit aucunement indisposé : c'est une expérience de cours ; quant aux contorsions et grimaces du sujet, c'est pour le public. D'autre part, il suffit encore que le sujet se trouve placé dans le champ d'un courant à haute fréquence pour qu'un conducteur placé entre ses mains puisse être parcouru par ce courant : incandescence d'un filament, illumination d'un tube de Geissler, etc. ; c'est de même une expérience classique, quoique peu connue ainsi que la précédente.

**M. A. R., à Paris.** — Il existe diverses peintures spéciales pour protéger les fers contre les fumées corrosives, mais lorsque l'esthétique peut être négligée rien ne vaut encore un enrobage en ciment. A cet effet, on utilise avec avantage les plaquettes de fibro-ciment découpées à la demande et soudées au coulis.

**M. L. T. à Paris.** — Les manuscrits de Léonard de Vinci sont évidemment fort intéressants en ce qui touche les conceptions mécaniques de cet homme universel ; mais aucun mécanisme ne paraît avoir été réalisé, et il est d'opinion courante qu'ils sont à peu près irréalisables en raison de leur complexité, et de l'ignorance de leur auteur au sujet de la notion de l'inertie.



---

Le Secrétaire-Gérant . E. DELAUPE.

---

Paris. — Imp. Stemmer, 175, Rue Saint-Honoré.



## NOS MEMBRES HONORAIRES

---

Des adhésions nous sont parvenues récemment, dont nous publions ci-dessous la liste ; elles émanent de nos professeurs, des amis les plus distingués du Conservatoire. Nous ne pouvons leur en exprimer notre gratitude par des phrases d'usage qui exprimeraient mal notre reconnaissance.

Nous leur sommes reconnaissants pour avoir apporté à notre œuvre l'éclat de leur personnalité, et surtout pour l'intérêt qu'ils portent à notre groupement, car nous sommes profondément fiers de la sympathie de ces hommes d'élite ; c'est une preuve que nous avons fait de la bonne besogne, que nous sommes dans la bonne voie.

Il n'est pas jusqu'à M. le ministre MILLERAND, pourtant profondément absorbé par le pouvoir, qui n'ait tenu à détourner vers nous une part de son profond attachement envers le Conservatoire.

Nous ne pensons pas être indiscrets en transcrivant ici les appréciations que quelques-uns de nos membres honoraires ont bien voulu joindre à leur adhésion, et qui sont pour nous les plus vifs des encouragements :

De M. ARMENGAUD aîné. — ... *La pensée qu'ont eue les élèves et anciens élèves du Conservatoire national des Arts et Métiers de créer entre eux un lien de solidarité ne peut être que vivement approuvée et encouragée par tous ceux qui ont pu apprécier la valeur de l'enseignement donné dans notre grand établissement national...*

De M. le professeur JOB. — ... *L'utilité de votre groupement n'est pas douteuse, et je suis vos efforts avec beaucoup d'intérêt et de sympathie...*

De M. le professeur LEVASSEUR. — ... *Je félicite les élèves et anciens élèves du Conservatoire des Arts-et-Métiers de s'être groupés en association et d'avoir ainsi rendu durables les liens qui les ont unis pendant le temps de leurs études...*

De M. le professeur Th. SCHLESING père. — ... *Je suis persuadé que l'institution des exercices sur les cours du Conservatoire exécutés par des élèves de bonne volonté est*



*destinée à porter des fruits précieux, et que plusieurs de ces jeunes gens honoreront plus tard notre Conservatoire des Arts et Métiers. La société des anciens élèves est le très utile complément de cette institution...*

LE COMITÉ.

M. ARMENGAUD aîné, *Ingénieur-conseil* ;

M. C. BLÉTRY, *Ingénieur-conseil* ;

M. R. BRICARD, *Professeur du Cours de géométrie appliquée aux arts* ;

M. Camille CHABRIÉ, *Professeur à la Sorbonne, Directeur de l'enseignement de la chimie appliquée* ;

M. DOMANGE, *Constructeur-mécanicien* ;

M. FLEURENT, *Professeur du Cours de Chimie industrielle* ;

M. E. FOURNIÈRE, *Professeur du Cours d'Associations ouvrières* ;

M. Léon GUILLET, *Professeur du Cours de Métallurgie et travail des métaux* ;

M. le Dr HEIM, *Professeur du Cours d'Hygiène industrielle* ;

M. JOB, *Professeur du Cours de Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie* ;

M. E. LEVASSEUR, *Professeur du Cours d'Economie politique et législation industrielle, Membre de l'Institut* ;

M. A. MILLERAND, *Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes, ancien Président du Conseil d'administration du Conservatoire* ;

M. L. NOÉ, *Docteur en médecine* ;

M. Paul PAINLEVÉ, *Membre de l'Institut, Président du Conseil de perfectionnement du Conservatoire* ;

M. Th. SCHLÆSING fils, *Professeur du Cours de Chimie agricole et analyse chimique, Membre de l'Institut* ;

M. Th. SCHLÆSING père, *Professeur titulaire du Cours de Chimie agricole et analyse chimique, Membre de l'Institut* ;

M. J. VIOLLE, *Professeur du Cours de Physique appliquée aux arts, Membre de l'Institut.*



## RENOUVELLEMENT DU COMITÉ

Conformément à l'article 20 des statuts de la Société, il a été procédé, au cours de la réunion du Comité du 28 avril 1910, à la nomination des membres sortants du présent exercice ; ce sont MM. DEGAAST, DUMAS, FRANÇOIS, SAGERET et SCHIRCH.

Les membres titulaires de la Société qui désirent poser leur candidature aux fonctions de membre du Comité sont priés d'en adresser la demande à M. *F. Boullie*, président, avant le 31 mai 1910.

LE COMITÉ.

## CONFÉRENCES PUBLIQUES DU DIMANCHE

DU

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS & MÉTIERS

(Suite)

### LES TACHES SOLAIRES ET LE MAGNÉTISME TERRESTRE

par M. PUISEUX, ASTRONOME A L'OBSERVATOIRE DE PARIS.

(Notes recueillies par M. E. DELAUPE, membre de la Société astronomique de France, lauréat du Conservatoire, secrétaire général de l'Association).

Parmi les connaissances que peut nous apporter l'étude des corps célestes, les plus curieuses sont bien celles que nous devons au Soleil ; sa proximité relative de la Terre nous a permis de l'observer avec soin et tout à loisir.



La lumière intense que nous déverse le Soleil, 600.000 fois supérieure environ à celle de la plus belle nuit, est le facteur le plus important de l'entretien de la vie organisée sur la Terre : l'arrêt des radiations solaires correspondrait pour nous à une mort irrémédiable. Les données actuelles de la Science nous portent assez peu à croire que notre génération, et beaucoup d'autres à la suite, puissent être les témoins infortunés de cet anéantissement, mais il est hors de doute maintenant que le Soleil subit des variations d'éclat suffisamment sensibles pour que l'œil simplement protégé d'un verre noir puisse le constater sans autre appareil.

Les anciens croyaient à l'inaltérabilité du Soleil ; cela tenait d'abord à certaines conceptions métaphysiques qui étaient en grand honneur, et ensuite à ce qu'aucun d'eux ne songea à s'en rendre compte. L'observation télescopique dénonça par la suite, à la surface du Soleil, des taches dont le diamètre pût atteindre  $1/20$  de celui de l'astre ; on les compara d'abord aux cyclones et anti-cyclones du globe terrestre : leur surface était éminemment variable. Indépendamment de leur variation propre, l'observation de ces taches amena Galilée et ses contemporains à reconnaître, en 1611-1612, que le Soleil possédait un mouvement de rotation propre, qui s'effectuait en 25 jours par rapport aux étoiles, et en 27 jours  $1/2$ , par rapport à la Terre ; on reconnût aussi l'inclinaison de l'équateur solaire sur l'écliptique.

Les taches solaires ne sont pas répandues indifféremment sur la surface de l'astre ; elles restent cantonnées dans des bandes voisines de l'équateur, et qui lui sont parallèles. Ces bandes, situées généralement de part et d'autre de l'équateur, se rejoignent parfois. On observe peu les taches solaires directement, en abritant l'œil d'un verre fumé ; on préfère projeter sur un écran l'image du Soleil, au moyen d'un dispositif optique quelconque. La multiplicité des taches solaires et leur étendue varient suivant les époques. Certaines semaines se passent sans que l'on en observe.

Au XVII<sup>e</sup> siècle, on eut d'abord l'idée de chercher un rapport entre les phénomènes terrestres et la formation des taches ; celles-ci étaient censées provenir de la déchirure d'un voile lumineux, laissant transparaître un noyau obs-



cur. Le perfectionnement des instruments d'observation, provoqua une étude plus approfondie, et l'on eût des notions beaucoup moins vagues sur la constitution de ces taches.

On distingue, dans une tache solaire, le noyau, la pénombre et les facules. Le noyau, observé avec des verres foncés, paraît noir ; en réalité, il est plus lumineux que le fond du ciel, car son éclat est environ le  $\frac{1}{20}$  de celui du soleil ; de plus, sa masse est aussi chaude que celle de la photosphère. On remarque souvent des traits de feu à la surface du noyau. Le contour en est très irrégulier, et peut être comparé comme aspect à un entrelacs de brins de paille. L'éclat du noyau subit une recrudescence suivant ce contour. La pénombre est une plage qui entoure le noyau, plus éclatante que lui, mais un peu moins que la photosphère. Les facules représentent les limites de la tache ; elles forment des langues de feu, perpendiculaires au plan de la tache, mais qui atteignent parfois le noyau et finissent par le masquer. On a beaucoup discuté sur le fait de savoir si les taches solaires sont des cavités ou des saillies de la photosphère ; rien n'a encore été prouvé. Les taches solaires sont, à l'heure actuelle, l'objet d'une étude très minutieuse, principalement à l'Observatoire de Meudon.

Les taches solaires s'observent le plus souvent par groupes ; ces groupes tendent constamment à se transformer et les taches à se disperser. Les groupes de taches ont été parfois considérables, et l'on a pu craindre que leur profusion n'amenât un affaiblissement sensible du rayonnement solaire, quoique passager.

Jusqu'au commencement du  $\text{xix}^{\text{e}}$  siècle, la variation des taches solaires ne fut pas étudiée. Le premier, un pharmacien de Dantzig, observa cette variation durant 20 ans, et en déduisit que l'importance des taches solaires évoluait suivant un cycle de 11 ans, le minimum étant séparé du maximum par un intervalle de 7 ans. A l'Observatoire de Greenwich, depuis 1874, on prend chaque jour des photographies du Soleil afin d'étudier le cycle des variations ; un travail analogue est effectué, depuis 1885, aux Indes Anglaises et à l'Ile Maurice, à titre de complément. Les mesures des surfaces de ces taches sont faites d'après les pho-



tographies prises, et le Bureau des Calculs, à Greenwich, en publie les résultats chaque année.

Si l'on examine un diagramme représentant ces résultats, on remarque que l'importance des taches varie de 1 à 20, et que l'hémisphère solaire Sud est chargée davantage de taches, dans la période d'accroissement, alors que, au contraire, c'est l'hémisphère Nord qui est la plus chargée, dans la période de décroissance. Un minimum a eu lieu en 1878, et le maximum précédent en 1874. A la suite d'un minimum, les taches commencent à réapparaître dans les latitudes élevées, vers  $20^{\circ}$  ; les taches suivantes se rapprochent ensuite peu à peu de l'équateur, et il se produit une concentration vers cette région au moment du maximum.

Malgré nombre d'allégations, parfois autorisées, il est difficile d'admettre que les taches solaires puissent exercer une action quelconque sur les phénomènes météorologiques locaux de notre globe, mais il est hors de doute maintenant que ces mêmes taches ont une action marquée sur le magnétisme terrestre.

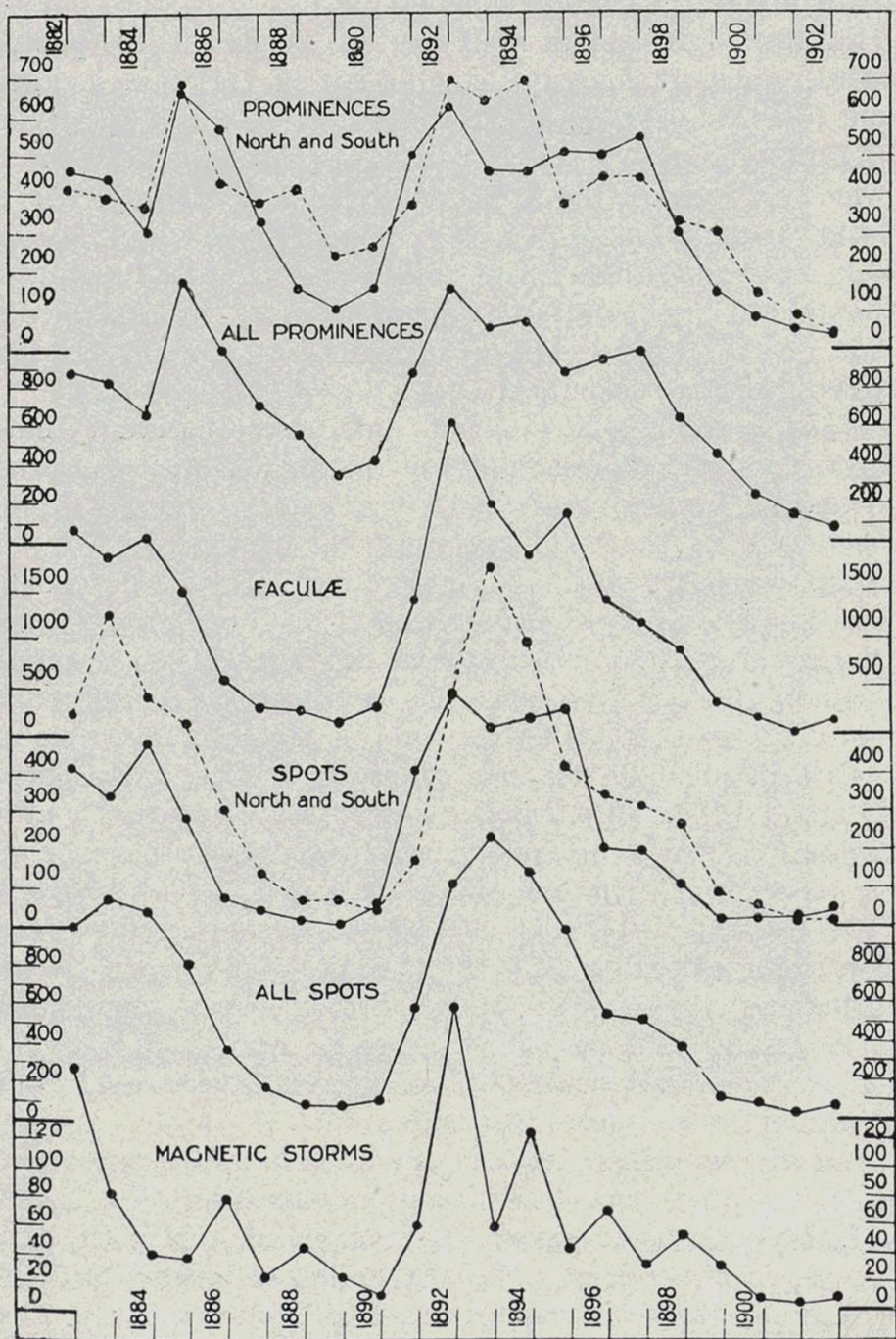
En Chine, de toute antiquité, et en France, depuis le Moyen-Age, l'aiguille aimantée n'a cessé d'être utilisée ; son emploi est trop connu pour qu'il faille en parler. Libre dans l'espace, l'aiguille aimantée occupe une certaine position, dont la projection horizontale est dite : déclinaison, et, la projection verticale : inclinaison ; cette position paraît être due à des courants parcourant la surface de la Terre, qui agissent sur les lignes de force de l'aimant. On appelle plus spécialement déclinaison l'angle formé par le plan vertical contenant l'aiguille suspendue librement, et le plan méridien du lieu où elle se trouve. Il est inutile d'insister sur l'intérêt que comporte la connaissance de la déclinaison.

La déclinaison de l'aiguille aimantée est une quantité susceptible de diverses variations ; la variation séculaire, la variation annuelle, la variation diurne ; ces variations sont périodiques et on peut les prévoir. Il existe une autre sorte de variation, que l'on remarque parfois, et que l'on appelle orage magnétique ; l'aiguille est affolée pendant un temps plus ou moins long, et ses écarts sont parfois considérables : l'origine de ces perturbations n'a été découverte que ces temps derniers.

En 1841, on remarqua, dans les Colonies Anglaises, que,



sur 4 points du globe, les aiguilles aimantées avaient été dérangées de la même façon et au même instant; on expliqua le fait en admettant qu'une influence cosmique avait été exercée sur la haute atmosphère. Puis, des phénomènes analogues furent encore observés, mais d'une façon inégale.



Cliché de la Royal Astronomical Society



Par la suite, un astronome allemand établit que la variation diurne dépendait en importance des perturbations annuelles, et il admit qu'une relation existait entre ces perturbations et le cycle des taches solaires ; quoique parfois l'influence de la saison l'emportât, sur celle des taches solaires, dans la variation magnétique.

En 1892, lord Kelvin niait que les taches solaires pussent exercer une influence quelconque sur la variation magnétique terrestre : à l'appui de ce dire, il montrait que, pour produire un champ magnétique tel que celui qui sévit en juin 1885, durant 8 heures, le Soleil eût dû dépenser en énergie celle qu'il dépense ordinairement en 4 mois, ce qui était inadmissible. Mais lord Kelvin admettait que le champ ainsi produit était sphérique ; or, ce champ pouvait être conique, et ainsi envisagée l'opinion de lord Kelvin perdait son autorité.

L'année suivante, un savant américain observa qu'entre 2 aurores boréales s'était écoulé un laps de temps correspondant à une révolution synodique du soleil ; de plus, chaque aurore boréale correspondait à l'apparition d'un groupe compact de taches sur le bord oriental du disque. Une statistique établie minutieusement mit en évidence, par la suite, la corrélation existant entre les perturbations magnétiques et la présence des taches solaires ; on remarqua aussi que les taches de certains fuseaux sont plus actives à ce point de vue que celles des autres. On a encore observé des perturbations qui se sont répétées en suivant les révolutions synodiques du Soleil. On ne peut donc nier que les taches solaires aient une répercussion sur notre globe.

On pourra constater, dans le diagramme ci-dessus, la relation qui eut lieu, de 1882 à 1903, entre la fréquence des perturbations magnétiques et celle des protubérances, facules et taches du soleil. Ce diagramme est extrait des *Monthly notices* (1) de la *Royal astronomical society*, qui l'a très obligeamment mis à notre disposition.

Lorsqu'une éclipse totale de Soleil se produit, on constate que le disque noir est hérissé de rayons lumineux, surtout vers les pôles ; ces rayons, qui rappellent les poils d'une brosse, se rétrécissent à mesure qu'ils s'éloignent du Soleil. On admet que ces rayons peuvent atteindre la Terre, alors

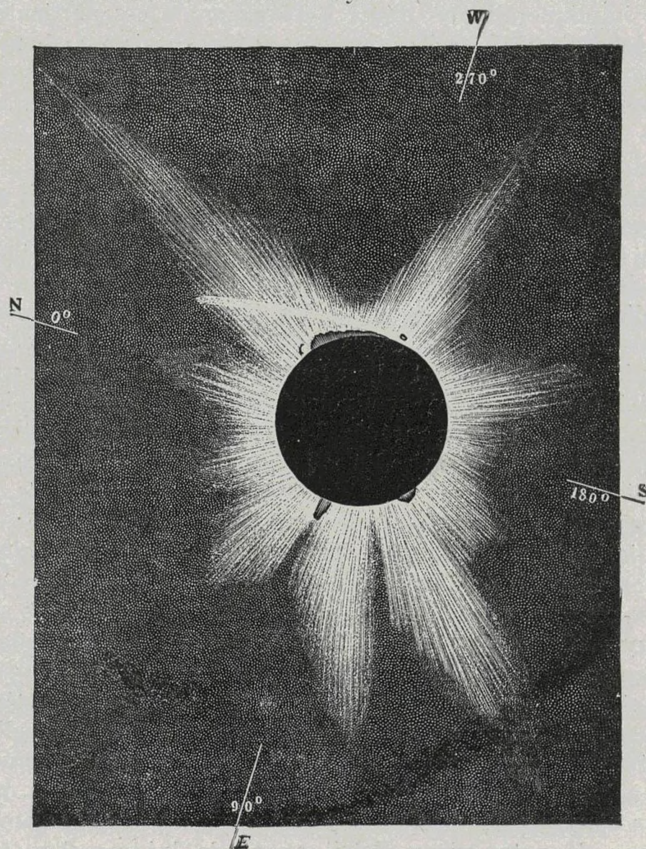
---

(1) Vol. LXV, p. 16.



qu'ils ont cessé d'être visibles à partir d'un certain éloignement, et qu'ils sont la cause des orages magnétiques qui accompagnent les éclipses solaires.

Nous devons à l'obligeance de *MM. Macmillan & Co, Ltd*, éditeurs, de Londres, l'autorisation de reproduire la figure 26 des *Contributions to Solar Physics* (édition de 1874) de sir



*N. Lockyer*, représentant la couronne de l'éclipse de 1868, et où le phénomène précité apparaît fort bien.

On pense que les taches solaires agiraient de même en émettant des particules électrisées négativement, qui seraient repoussées par le Soleil, avec une force que l'on a évaluée à  $1/2$  mmg. par mètre carré, mais qui, en raison



de la faiblesse des particules, peut être comparée à la pesanteur sur notre monde. Suivant Arrhénius, ces particules, en pénétrant dans notre atmosphère, modifieraient les courants telluriques, et le champ terrestre en subirait une variation instantanée. On a admis difficilement que les particules ainsi envoyées pussent être chargées d'électricité, ce qui impliquerait une limite à l'évasion de ces particules ; on tend plutôt à croire que leur action consiste à changer la conductibilité électrique des couches élevées de l'atmosphère, d'où résulte une décharge de l'électricité pouvant y être accumulée. L'énergie perturbatrice proviendrait alors non plus du Soleil, mais de la Terre.

Cette théorie des transports de particules, qui paraît gagner du terrain maintenant, eût d'autant plus de peine à être admise qu'elle se trouvait en opposition avec la théorie des ondulations. On sait aujourd'hui que les rayons cathodiques émettent des particules électrisées négativement, rendant lumineux les corps qu'elles frappent, et que ces derniers corps émettent à leur tour les Rayons X, dont la propriété est de rendre conducteurs des gaz généralement isolants tels que les gaz raréfiés. Le Soleil pourrait donc être le siège d'une émanation radio-active ; la vitesse des rayons cathodiques se trouvant être de 40.000 km. par seconde, et pouvant être accélérée par la pression due au Soleil, il est explicable que l'action des taches solaires sur notre globe soit presque instantanée.

En résumé, un fait existe : l'action des taches solaires sur le magnétisme terrestre ; quant à l'essence de cette action, on ne peut chercher à la connaître sans aborder le redoutable et mystérieux problème de la radio-activité, et, en dépit du génie de nos chercheurs, nos connaissances actuelles sont encore trop déconcertantes et trop vagues pour permettre à la Science de répondre à la question. Espérons que nous n'aurons pas besoin de tourner encore très longtemps autour de notre vieux Soleil avant de lui arracher son secret !

*Paris, le 6 février 1910.*



## LA MONTAGNE EN ÉTÉ ET EN HIVER

### TOURISME ET SPORTS

par M. Henri CUENOT, VICE-PRÉSIDENT DU CLUB ALPIN FRANÇAIS.

(Notes recueillies par M. E. DELAUPE, lauréat du Conservatoire, secrétaire général de l'association.)

---

De nos jours, on accède à la montagne, du moins en certains endroits, avec une facilité croissante. Non seulement des routes ont été établies, remontant les vallées et franchissant les cols, mais encore le rail, au prix de mille replis, boucles et spirales, s'est élevé à des altitudes inattendues, et la crémaillère, y portant sa dent d'acier, a transformé nombre de cimes vertigineuses en promenoirs à la mode. Cette facilité d'accès est le résultat heureux de la lutte, où l'homme conquiert quelques victoires sur la montagne, où il a succombé maintes fois, où des générations se sont épuisées ; viaducs, tunnels, routes sont autant de dépouilles opimes chèrement acquises.

Si la montagne sourit aux générations actuelles, elle fut une puissance redoutée du temps jadis. En 1544, on cita un pèlerin qui avait franchi les Alpes du Tyrol. En effet, encore à cette époque, les hommes ne tentaient la traversée des chaînes que poussés par les guerres, le négoce, et autres formes de leurs passions ; on aurait eu peine à concevoir que la montagne pût avoir des amants désintéressés, et il est probable qu'un touriste de nos jours eût passé pour fou dans ce bon vieux temps. Ce n'est guère que vers la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle que les hommes commencèrent à rendre à la montagne les hommages qui lui revenaient ; en 1786, le guide *Jacques Balma*t trouvait un chemin d'accès au sommet du *mont Blanc*, et il y conduisait l'année suivante l'illustre physicien et géologue suisse, *Horace-Benedict de Saussure*. A partir de cette mémorable ascension, les courses de montagnes se multiplièrent rapidement : elles étaient difficiles, car aucun aménagement n'existait et la pratique de l'alpinisme n'était pas encore acquise ; mais

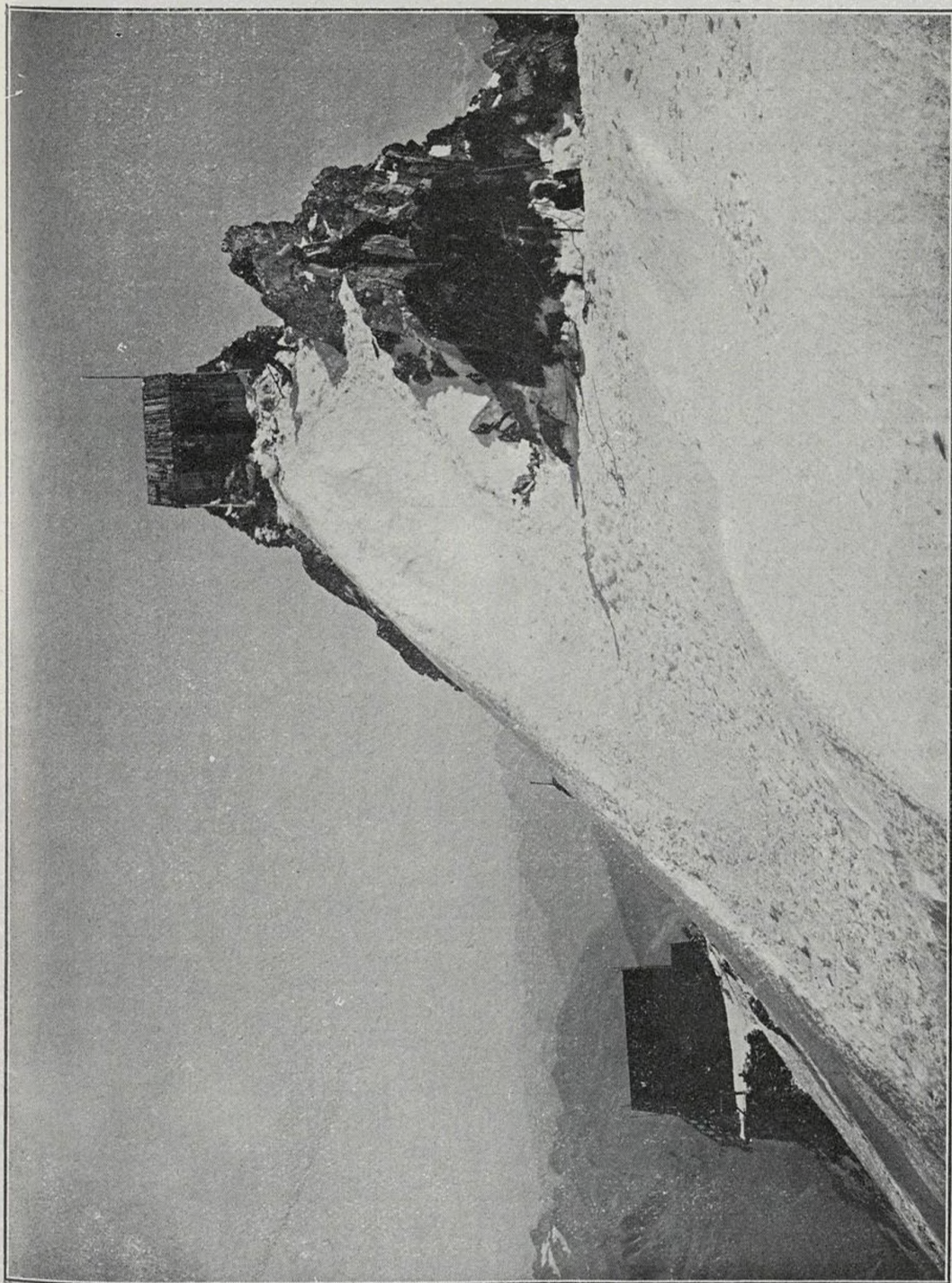


les hautes cimes des Alpes n'en furent pas moins vaincues successivement ; des associations alpines se constituèrent, se mirent en relation entre elles, firent connaître la montagne, publièrent des cartes, construisirent des refuges, tracèrent des sentiers ; l'industrie hôtelière intervint enfin.

En France, en 1874, le *Club alpin français* était créé, et se développait rapidement ; il compte aujourd'hui 6.000 membres, répartis en 47 sections, et son œuvre mérite d'être signalée. Le premier soin de ce club fut d'organiser des compagnies de guides, dont celle de la vallée de Chamonix est un exemple ; puis il créa 50 abris de montagnes, installa des tables d'orientation, fraya des sentiers, érigea de nombreuses plaques indicatives. Les abris sont généralement construits en bois, mais, dans les Pyrénées, on dû les établir en pierre, car les pâtres s'emparaient du bois pour se chauffer ; on tenta d'aménager des abris dans des grottes : les résultats en furent mauvais ; 400.000 francs ont été dépensés par le Club dans la création de ses refuges et abris : l'entretien en est très difficile, car ils sont parfois pillés et incendiés, et, d'autre part, les guides prennent trop peu de soins pour maintenir le matériel en bon état ; lorsqu'un hôtel est bâti à proximité d'un refuge, ce dernier est supprimé : le Club cédant la place à l'initiative privée. Le Club s'est occupé des guides, car les courses de montagnes ne peuvent, en général, être effectuées par des touristes isolés à moins qu'ils ne soient particulièrement expérimentés ; les guides forment à l'heure actuelle des corporations, où les difficultés d'admission sont une garantie de la capacité de leurs membres, mais auxquelles on peut reprocher de jouer un peu trop souvent à la « *carte forcée* » avec le touriste ; 137 guides et 49 porteurs procèdent du Club alpin français. Enfin, le Club organise annuellement des caravanes scolaires qui contribuent beaucoup à la vulgarisation de la montagne.

Il faut avouer que la vulgarisation de la montagne a souvent dépassé le but, *Chamonix* en est un exemple. *Chamonix* était un village de 600 habitants ; on y compte maintenant 6.000 touristes au cours de l'été ; c'est un endroit éminemment cosmopolite, où les *palace* ont poussé comme des champignons, au grand dam du site, et dont la vie intérieure est d'une banalité horrible. Un monument avait





Cliché du *Club Alpin Français*

REFUGE ET OBSERVATOIRE VALLOT, AUX BOSSES (4365 m.),  
MASSIF DU MONT BLANC.



été élevé, représentant le guide Balmat, dont de Saussure suivait la direction du bras étendu pour apercevoir le mont Blanc, qu'il devait bientôt gravir ; depuis peu, l'œil du savant ne se mire plus que dans la façade d'un hôtel gigantesque.

Quoiqu'il en soit, nos montagnes méritent qu'on les admire. Les Alpes françaises sont remarquablement riches en lacs bleus et en vallées verdoyantes. Les Pyrénées possèdent une des plus belles merveilles de la nature : le cirque de Gavarnie, justement célèbre ; les environs de Cauterets sont parfois le théâtre de chasses à l'ours fort mouvementées ; au sommet du pic du Midi, de Bigorre, 2.877 m. d'altitude, un observatoire a été érigé. Le plateau central est peu connu, malgré son intérêt : cela tient en partie à la difficulté d'accès de cette région, et, il faut le dire, à l'avidité des habitants, qui indispose fâcheusement les touristes.

L'aspect et les sports de la montagne varient avec la saison. L'été est réservé aux grandes ascensions, aux courses de glaciers, aux tours de montagnes. Puis, lorsque la neige est venue recouvrir le sol, le ski reprend ses droits, et, à sa suite, la luge, le bobsleigh et autres engins sportifs.

L'*alpinisme* est un sport éminemment hygiénique : tous les muscles du corps fonctionnent simultanément et d'une manière autrement rationnelle que dans l'exercice du football ou de la bicyclette ; la preuve en est que le corps s'adapte avec une remarquable facilité à la fatigue de l'ascension. Un entraînement est nécessaire, entraînement de fond plutôt que de vitesse. Un bon grimpeur arrive à s'élever de 400 m. à l'heure d'une façon régulière ; la hauteur qu'il peut gravir dans une journée dépend essentiellement de la nature du terrain, mais elle peut atteindre 3.000 m. L'escalade de certaines parties accidentées nécessite parfois l'emploi de la corde, et il faut se trouver dans un groupe de 3 personnes au moins. Les courses de glaciers exigent des précautions particulières : l'emploi de la corde d'abord ; le barbouillage du visage au moyen de noir de fumée ou de vaseline pour éviter un érythème, anodin mais désagréable ; le port de conserves fumées contre l'ophtalmie ; l'observation de certaines règles d'hygiène consistant à ne pas s'arrêter un instant sans se couvrir d'un manteau de laine ; à ne pas boire l'eau de fusion des glaciers, en dépit





*Cliché du Club Alpin Français*

LA MEIJE CENTRALE (LE DOIGT DE DIEU), (3987 mètres),  
VUE DE LA MEIJE OCCIDENTALE, MASSIF DE L'OISANS





LE CHAMONIARD ALFRED COUTTET, LE PREMIER FRANÇAIS AYANT PRIS PART, EN 1909, AUX CONCOURS DE SAUTS DE HOLMENKOLLEN (NORVÈGE)



JEUNE FILLE SUÉDOISE (COURSE DES ÉCOLES), CONCOURS ANNUEL DE SKI DE STOCKHOLM.



UN SKI (ET PROFIL)



de sa limpidité et de sa fraîcheur, sans la couper fortement d'alcool, etc. On a beaucoup parlé du *mal des montagnes*, dû à la raréfaction de l'air ; en Europe, la plus haute altitude est celle du mont Blanc, et l'on n'y a observé aucun cas de ce mal des montagnes ; à vrai dire, ce malaise ne paraît guère avoir été éprouvé... qu'en ballon, où, lors que la vitesse d'ascension dépasse une certaine limite, la rapidité de la raréfaction de l'air provoque, chez les aéronautes, des accidents de tous points analogues à ceux dont sont parfois victimes les ouvriers qui sortent des caissons à air comprimé, avec une durée de décompression insuffisante. Un guide expérimenté reconnaît à la vue les roches, désagrégées par les intempéries, sur lesquelles il serait imprudent de s'appuyer, et les reflets des glaciers lui indiquent, par une teinte azurée, les plages au-dessous desquelles des excavations se poursuivent. Les nuages sont très gênants lorsque l'on se trouve dans leur sein ; on y voit suffisamment pour se diriger sans accident, mais il est facile de s'égarer, et l'on ne peut jouir des merveilleux panoramas que la montagne prodigue à ses amis lorsque le ciel est pur. L'alpiniste n'a vraiment qu'un ennemi, mais il vaut de compter avec lui : c'est la tourmente de neige, qui survient à n'importe quelle époque, au cours des plus belles journées, de façon à peu près instantanée, et dont la durée varie de plusieurs minutes à plusieurs jours ; on marche à tâtons, le neige recouvre le sol, on risque une chute grave en voulant avancer, ou la congestion par le froid en restant sur place. A ce point de vue, on ne saurait trop multiplier les refuges des montagnes.

Autrefois, on fréquentait peu la montagne pendant l'hiver. Il est en effet très malaisé de marcher sur la neige qui recouvre les hauteurs pendant cette saison : la couche en est très épaisse et peu résistante, les pieds offrent une surface de sustentation trop faible eu égard au poids de notre corps, et l'on enfonce à chaque pas d'une certaine profondeur, correspondant à la compression qu'il faut à la neige pour qu'elle devienne suffisamment solide. Bien entendu on a pensé à augmenter la surface de sustentation du corps en s'attachant des raquettes aux pieds ; c'est un moyen de marcher sur la neige, mais ce n'est pas un moyen d'y marcher aisément. Le *ski*, au contraire, résout le problème



d'une manière si élégante que, non seulement, il a été employé par besoin, mais que, encore, il est devenu, en ces dernières années, un sport des plus distingués.

Le mot *ski*, étymologiquement, signifie frein, et, en effet, le *ski* joue bien le rôle d'un frein lorsqu'on l'emploie à descendre les versants des vallées à de vertigineuses vitesses. Chaque pied du skieur est attaché après une planchette de la largeur de la chaussure et longue de 2 m. 10 à 2 m. 25 ; cette planchette est flexible et bombée vers le milieu, à l'endroit du pied, de façon à répartir le mieux possible le poids du corps sur la neige, et elle est relevée à l'avant, de façon à ce que les menus amoncellements de neige pussent être surmontés facilement ; l'avant lui-même possède un excès de largeur destiné à permettre d'attaquer une trajectoire curviligne sans glissement latéral : une gorge semi-circulaire est d'ailleurs creusée longitudinalement sous le ski pour régulariser la direction prise. Le pied doit être fixé sur le ski de façon à ce que le talon soit seul rendu libre. On gravit les pentes en lacet, en s'aidant d'un bâton portant une couronne ajourée de 30 cm. de diam. près de l'extrémité inférieure, de façon à constituer un point d'appui résistant ; on descend en se servant du même bâton pour freiner à volonté et même s'arrêter au besoin. En ménageant un tremplin de neige sur une piste décline, on peut effectuer des sauts, d'une allure particulièrement gracieuse, qui peuvent atteindre 40 m. en longueur. Le ski est d'origine norvégienne ; il est très ancien, car on en trouve la trace dans la mythologie scandinave. Chaque année, un concours international a lieu à Holmenkollen près de Christiania, qui est un événement marquant du pays. Le ski attelé, en terrain plat, est une distraction favorite des norvégiens. Le premier emploi du *ski* en France date de 1838 et il eut alors peu de succès ; mais les troupes alpines françaises en reprirent l'usage par la suite et aujourd'hui chaque montagnard possède sa paire de *ski* comme le fermier normand possède sa paire de sabots. Le ski est venu combattre victorieusement l'oisiveté et l'isolement que la neige apportait sous son manteau glacé.

Si le ski s'est élevé au premier rang des sports d'hiver, d'autres sont également pratiqués, non moins hygiéniques et amusants.



En Norvège même, la *luge* possède une grande faveur ; on connaît la luge : un petit traîneau sur lequel on se couche et qui descend sur des pistes de neige aménagées spécialement. Dans les parties courbes des pistes, on prévoit des devers considérables pour empêcher les lugeurs de suivre la tangente : il arrive tout de même que quelques-uns, trop bien lancés, dépassent la crête du devers et soient projetés hors de piste, mais la neige est un matelas très doux qui évite généralement les accidents.

En Suède, on pratique le *patinage* et sous des formes très diverses. On organise des jeux sur la glace, tels que le hockey ; parfois, les patineurs se munissent de châssis garnis de toile qui, poussés par le vent, les entraînent à des vitesses vertigineuses : c'est un amusement dangereux ; d'autres fois, ce sont des yachts que l'on garnit de patins et qui glissent sur la glace avec une vélocité remarquable ; enfin, les formes de traîneaux varient à l'infini. On se sert du *renne*, dans certains cas, pour remorquer ces véhicules : mais cet animal est souvent capricieux, il lui arrive de se retourner soudain contre les voyageurs. Ceux-ci doivent se cacher aussitôt sous le traîneau ; son humeur passée, le renne reprend tranquillement sa course. L'armée suédoise a adopté le ski.

Ces divers sports se sont acclimatés plus ou moins en France, et surtout en Suisse ; des concours, parfois internationaux, ont lieu de temps à autres en divers centres alpins. Certains d'entre eux n'ont pas hésité à aménager à grands frais des pistes où non seulement la luge vient glisser à toute allure, mais où le bobsleigh est venu s'installer aussi. Le *bobsleigh* est un traîneau dont le moteur est la gravité : cinq à six personnes y prennent place à la file, la première manœuvrant la direction ; mais le bobsleigh n'est pas plus un sport que l'automobile, ce n'est qu'une distraction coûteuse.

Quoi qu'il en soit, le sport de la montagne, fût-il d'été ou d'hiver, doit être encouragé et à cet effet il faut le faire connaître ; combien de citadins confinent leurs loisirs dans les villes d'eaux et sur les plages et qui n'hésiteraient pas à aller vers la montagne s'ils étaient mieux renseignés à cet égard. A ce point de vue, il faut reconnaître, en terminant, que le *Club alpin français* a fait une besogne parti-



culièrement utile, qui lui a valu l'entière gratitude des amis de la montagne.

Paris, le 13 février 1910.

---

## L'INDUSTRIE DU TABAC

(Suite <sup>1</sup>)

Le cigare peut être constitué de 3 manières différentes :

1° Cigares ordinaires, dont le centre est formé de tabac haché ;

2° Cigares dont le centre est formé de tabac brisé à sec (les morceaux sont plus gros et dirigés dans tous les sens de la feuille) ;

3° Cigares spéciaux, entièrement constitués de feuilles râclées.

La fabrication du cigare se fait surtout à la main et le travail peut se diviser en deux parties :

A. *Fabrication de la partie interne.* — L'ouvrière prend du tabac haché, lui donne approximativement la forme du cigare (plus gros qu'il ne doit être réellement), l'entoure d'une feuille pour le maintenir, puis le place dans un moule de bois (Fig. 8), s'ouvrant longitudinalement, et dont la forme interne est exactement celle du cigare à fabriquer ; ces moules sont ensuite pressés pendant un certain temps, et enfin une ouvrière achève le cigare en coupant, avec des ciseaux, les parties du tabac qui, ayant été pincées entre les fentes du moule, font saillie sur le côté.

B. *Fabrication de la partie externe.* — Le cigare ainsi constitué est ensuite revêtu de ses deux robes, choisies dans de belles feuilles de Java ; ces deux robes sont enroulées à la main en sens inverse l'une de l'autre, de telle sorte que les nervures se coupent perpendiculairement ; à l'extrémité du

---

(1) Voir *Bulletin* n° 16.



cigare, elles sont collées avec de la colle de pâte de bonne qualité. Entre la pose de chaque robe, le cigare séjourne 24 heures dans une étuve chauffée à 90°. Pour les cigares ordinaires, les moules sont assemblés par séries sur la même planchette.

La fabrication du cigare est loin d'être aussi perfectionnée que celle de la cigarette ; néanmoins, la machine *du Brul* permet, pour la fabrication des « cigaros », d'opérer avec une certaine rapidité.

Voici, rapidement exposé, en quoi consiste cette machine :

L'ouvrière a devant elle un moule simple, qui se trouve ouvert, nous verrons comment un peu plus loin ; elle confectionne un cigare en enroulant le tabac haché dans une

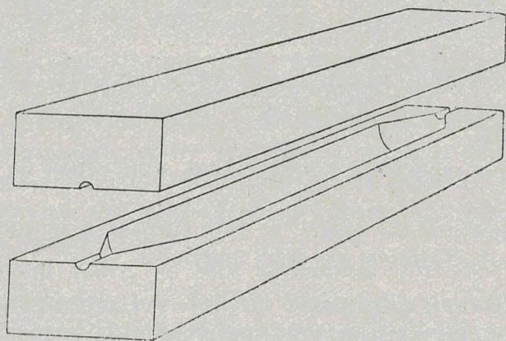


Figure 8

feuille humide, elle le place dans le moule et le referme ; à l'aide d'une pédale, elle actionne la machine, qui saisit le moule et lui fait subir quelques secousses, qui tassent le tabac, puis le moule est rangé à la suite des moules précédents ; quand une série est complète, elle va se placer sous une presse, où elle séjourne le temps nécessaire pour que les moules qui sont devant subissent le travail que nous allons voir. A gauche de l'ouvrière, se trouvent des séries de moules ayant déjà subi l'action de la presse ; chaque fois que l'ouvrière appuie sur la pédale, ces séries avancent de la largeur d'un moule, et le premier de ceux-ci est ouvert à l'aide d'une griffe qui saisit son couvercle, tandis qu'une pince saisit le cigare et va le placer dans une boîte ; le moule,



ainsi vidé, prend place devant l'ouvrière au prochain coup de pédale, tandis que le suivant est ouvert et dégarni de son cigare. C'est, comme on le voit, toujours la même série de moules qui sert. Dès qu'une série a parcouru une longueur voulue, une autre série vient prendre sa place, et ainsi de suite dans toute la machine. Ce dispositif permet le travail de 11 à 13 kg. de tabac par jour.

La mise en paquets présente la même particularité que pour celle des cigarettes, c'est-à-dire que l'ouvrière ne compte jamais ; les paquets sont triangulaires, et le calibre est formé par les deux mains, disposées de manière que les deux phalanges du pouce soient côte à côte, l'extrémité des deux index

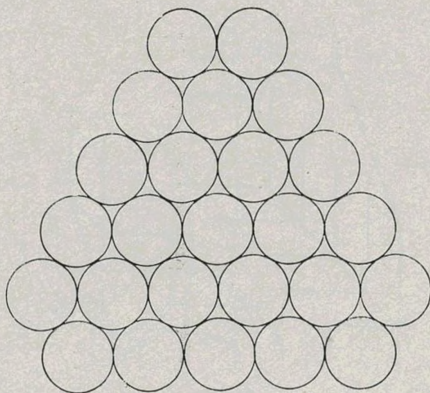


Figure 9

se touchant. Les paquets terminés sont liés avec des faveurs de couleurs diverses, et ont la forme représentée sur la Fig. 9.

Quant aux cigares ordinaires, ils sont simplement rangés dans des boîtes.

\*

\* \*

Le tabac en paquets, lui aussi, offre un intérêt dans sa manutention ; le tabac, pesé par une ouvrière, est placé dans l'ouverture d'une machine, puis un piston le comprime, de manière à lui donner la forme parallépipédique ; d'autre part, le papier destiné à l'envelopper est découpé, suivant le développement du parallépipède ; il est introduit dans



la machine qui, à l'aide de plaques métalliques s'abaissant à tour de rôle, vient former le fond du paquet en le collant, tandis que le piston vient y pousser le tabac ; un autre système analogue ferme le paquet, et une bande, portant la vignette de la Manufacture, vient se coller autour du paquet. Les paquets ainsi constitués doivent subir une vérification qui se fait également automatiquement.

Les paquets, étant placés dans une caisse, sont pris un à un par une sorte de griffe (Fig. 10), mue par un levier, qui, par sa rotation, l'entraîne sur une autre griffe analogue, qui constitue le plateau d'une balance, dont l'autre extrémité du fléau est lestée, de telle sorte que la position d'équilibre corresponde à la somme des poids du tabac et du papier. S'il

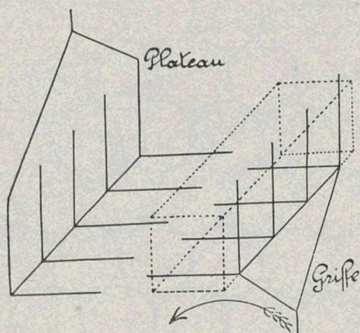


Figure 10

est conforme, un mécanisme fait basculer le plateau, et le paquet tombe dans une caisse, placée au-dessous de l'appareil (Fig. 11). S'il est trop lourd, la griffe tend à s'abaisser ; tandis que le contrepoids tend à se relever, il vient buter contre une bielle, qui abaisse un clapet, situé dans le conduit permettant l'évacuation des paquets ; le paquet dévié tombe à côté dans une autre caisse. S'il était trop léger, l'effet inverse se produirait ; le contrepoids descendant viendrait buter contre une autre bielle, qui actionnerait un autre clapet, et le paquet cette fois tomberait de l'autre côté.

Avant de quitter cette étude, on peut se demander ce que deviennent les poussières de tabac qui prennent naissance dans toutes ces manipulations ; elles sont mêlées intimement



avec de la chaux vive, avant de sortir de l'usine, afin d'empêcher sa consommation comme tabac.

\*

\* \*

Pour terminer, nous sortirions un peu du sujet, en décrivant la machine à vapeur actionnant cette manufacture, mais, comme elle présente quelque intérêt, nous croyons utile de nous y arrêter un peu.

Le groupe moteur de la Manufacture comprend deux machines de 85 chevaux chacune, du type dit *Machine-Pilon*, où le piston occupe la partie supérieure, alors que l'arbre et le volant sont à la partie inférieure ; chacune de ces machi-

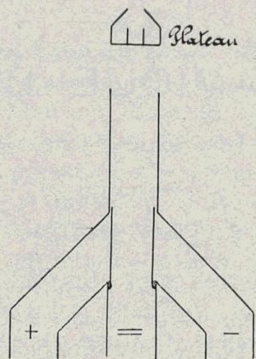


Figure 11

nes est montée en compound, c'est-à-dire que la vapeur, après avoir agi sur un piston, va se détendre complètement dans un deuxième cylindre, plus grand ; il en résulte une économie de vapeur appréciable. De plus, la vapeur passe dans un réchauffeur entre sa sortie du petit cylindre et son entrée dans le grand, ce qui augmente le rendement de la machine.

Il ne faudrait pas croire que ce soit là le seul procédé utilisé en vue d'obtenir de la puissance motrice aussi économiquement que possible, mais il nous a semblé utile de le mentionner.

En terminant, qu'il nous soit permis d'exprimer nos remerciements les plus sincères à *Monsieur le Directeur de la Manufacture des Tabacs*, qui a bien voulu nous ouvrir les por-



tes de sa Manufacture un jour non public, afin que les visiteurs, malheureusement trop peu nombreux, étant moins pressés, aient plus de loisirs pour étudier cette belle organisation mécanique, d'une manière plus fructueuse ; adressons également nos plus vifs remerciements à notre Professeur, *M. Schlœsing*, qui a bien voulu nous aider puissamment pour l'obtention de cette autorisation, qui devait nous permettre de voir de près ce que le cerveau humain est capable de créer, lorsqu'il s'agit de la satisfaction d'une simple fantaisie humaine !

G. H. PETIT.

*Membre du Comité de l'Association.*

## LA LA CÉRAMIQUE BERBÈRE.

(Suite) <sup>1</sup>

### FABRICATION

*Les terres.* — Les terres employées sont des argiles, que les femmes vont chercher, soit dans la montagne, soit dans les bas-fonds, près des oueds. Ces femmes kabyles se servent de petites hottes en olivier ; la charge varie entre 30 et 50 kilogrammes.

Le tableau suivant donne la composition de quelques échantillons pris sur divers points de la Kabylie :

	NUMÉROS DES ÉCHANTILLONS					
	I	II	III	IV	V	VI
Résidu insoluble dans les acides . . . . .	0,804	0,8250	0,6361	0,6575	0,5970	0,7142
Alumine et fer . . . . .	0,1051	0,0984	0,2104	0,1111	0,0666	0,0640
CO <sup>3</sup> Ca { Chaux . . . . .	0,0006	traces	absence	absence	0,1289	0,0796
{ CO <sup>2</sup> . . . . .	0,0007	»	»	»	0,1480	0,0952
Eau { Perte à 100° . . . . .	»	»	0,1134	0,0813	«	»
{ Perte au rouge vif	0,032	0,0766	0,0401	0,0501	0,0595	0,0497
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

(1) Voir *Bulletin* n° 16.



Les 4 premiers échantillons sont caractérisés par l'absence de chaux, et l'argile de ces terres est fortement hydratée, ce qui la rend très propre aux usages céramiques. La proportion relativement considérable du sable fin qu'elles contiennent doit réduire le retrait à peu de chose, retrait qui est d'autant plus accentué que l'argile est plus pure. Ces terres ne sont pas propres à recevoir les émaux opaques stannifères, mais elles s'allieraient bien avec les vernis alcalins.

Les deux derniers échantillons, au contraire, contiennent une quantité très notable de chaux, qui leur donnerait de la fusibilité dans les cuissons à hautes températures, d'où solidité, dureté, sonorité, imperméabilité relatives, et susceptibilité de recevoir les émaux opaques et de se combiner avec presque toutes les couvertes.

*Façonnage.* — La terre est *cassée*, au moyen de pilons de bois dur (chêne, ormeau ou olivier), puis jetée sur une aire, où elle est battue avec une batte. On procède alors au tamisage, et on mélange en petite proportion des débris broyés de vieille poterie (ciments). Ce mélange a un double but : dégraisser la pâte, et empêcher le retrait à la cuisson. Après cette opération, qui est faite à sec, contrairement aux procédés partout usités, on mouille la terre, avec une petite quantité d'eau, puis on façonne la pièce, soit d'un seul morceau de pâte, si elle est de petite dimension, soit par colombins, si elle est d'une certaine grosseur, avec l'unique secours des mains, sans moule, ni tour, et en polissant la surface au moyen d'un galet plat.

Ce procédé, qui consiste à donner par la pression, ou le modelage avec les doigts ou les mains, à des masses de pâte, la forme, les contours et l'épaisseur désirés, ne produit naturellement que des pièces grossières et incorrectes.

La poterie dite de luxe comprend la fabrication : des grandes amphores, plats, coupes, guebouches, poteries de fantaisie façonnées d'après les modèles donnés par les marchands.

Les amphores ont parfois 1 m. 07 de haut sur 0 m. 90 de circonférence ; ces amphores, sessiles (piédouches), sont de formes élégantes, assez correctement décorées (elles possèdent la configuration de la croix) ; elles ont sur le côté deux anses terminées en épine ; le col est allongé, et l'ouverture est évasée. La poterie usagère, qui est assez poreuse, résiste sou-



vent mal au feu ; elle consiste en petites amphores, guébouches, casseroles (touadjin), cruchons, jarres, plats à couss-couss, etc....

*Engobage.* — Lorsque le façonnage proprement dit est terminé, on laisse sécher les pièces (au soleil l'été, près du feu en hiver), pendant une demi-journée, puis on procède à l'engobage.

Certaines tribus, qui fabriquent de la poterie usagère, se servent, pour engober, d'une argile à foulon très riche en oxyde de fer ; d'autres, qui façonnent les poteries dites de luxe, enduisent leurs vases d'engobes creuses : ces produits colorants sont pulvérisés aussi finement que possible, délayés dans une petite quantité d'eau, puis étendus sur la surface du vase avec un chiffon mouillé.

L'engobe a pour but d'empêcher les gerçures.

*Décoration.* — L'engobe sèche rapidement, à cause de la propriété que possèdent les pièces de poteries préparées d'absorber l'humidité. On procède alors à l'ornementation.

Les femmes kabyles appliquent les couleurs : le noir, le rouge, et parfois le vert sale, au moyen de petits pinceaux en poil de sanglier.

Nous avons déjà dit que ces matières colorantes sont des ocre et de l'oxyde de manganèse, réduits par le broyage à la plus grande finesse possible, et que les décors constituent des dessins géométriques : triangles, méandres, pastillages, zigzags, damiers, dents de loup, souvent figuration de la croix : les décors sont posés sans symétrie.

On se contente, en Kabylie, de mouiller d'eau les matières colorantes, ce qui les rend peu adhérentes et trop fondues ; il serait nécessaire d'ajouter une certaine quantité d'essence grasse, qui, en donnant une certaine viscosité, retiendrait mieux ces couleurs.

La poterie ainsi décorée est laissée à l'air libre, mais sans être exposée au soleil, pendant cinq ou six heures. La pièce est alors prête pour la cuisson.

*Cuisson.* — Les Kabyles cuisent en plein air et sans four. « Ni tour, ni four », semble une formule consacrée en ces pays trop primitifs. Les opérations de l'encastage, de l'en-



fournement, de la cuisson, sont des plus délicates, et le potier doit y apporter toute son attention. Les Kabyles n'ont pas l'air de se douter de cela.

Quelques-uns se contentent de laisser sécher fortement au soleil ; d'autres cuisent très faiblement sur une aire plane. Ils empilent les pièces en tas, plaçant les plus grosses dessous, couvrant le tout de branchages secs auxquels ils mettent le feu.

Au bout d'une heure et demie au plus, le feu s'éteint naturellement, et les poteries restent dans les cendres jusqu'à ce qu'elles soient à peu près refroidies. Les poteries sont retirées de l'aire qui a servi de four, et celles destinées à la poterie dite de luxe reçoivent le lustre résineux. Les poteries usagères sont déposées sur les *barâas* (espèce de large selle) à mulets pour être ensuite portées au marché le plus voisin.

On conçoit aisément que cette cuisson très défectueuse, à température à peine rubescente, ne peut donner à la pâte assez de densité pour la rendre imperméable à l'eau ; c'est pourquoi les femmes kabyles, ainsi que nous l'avons observé, délaissent ces ustensiles peu solides, et nullement aptes à la conservation des liquides, pour les remplacer par des récipients en fer blanc, qu'elles peuvent se procurer à très bas prix.

Dans quelques tribus, éloignées des forêts, les potiers cuisent individuellement à peu de distance de leur maison ; mais, la plupart du temps, par crainte des incendies, la cuisson se fait en commun, à jour fixe, et en dehors du douar, sous la surveillance de l'amin.

Emile VIOLARD

---

## VISITES ET CONFÉRENCES

---

M. le professeur GUILLET ayant bien voulu nous communiquer le programme succinct de la prochaine excursion technologique qu'il organise, nous l'insérons bien volontiers. Les détails en seront publiés ultérieurement.



## EXCURSION TECHNOLOGIQUE A BRUXELLES ET A LIÈGE

---

*14 juillet.* — Départ de Paris à 8 h. du matin. Arrivée à Bruxelles à midi. Visite de l'Exposition.

*15 juillet.* — Départ de Bruxelles à 7 h. 30 du matin. Arrivée à Liège à 9 h. L'emploi de la matinée est encore inconnu. A 2 h., visite de la manufacture d'armes de Herstal.

*16 juillet.* — Le matin, visite des établissements Cockerill. A 2 h., visite des aciéries Ougrée et Marihay. Le soir, retour à Bruxelles.

*17 juillet.* — Visite de l'Exposition le matin. Visite de la ville l'après-midi. Retour pour Paris à 6 h. du soir.

Le prix approximatif du voyage est de *70 francs*, on devra s'inscrire et en effectuer le versement, avant le *15 juin*, au *Laboratoire du Cours de Métallurgie et Travail des Métaux*.

---

**Dimanche 12 Juin à 9 heures du matin**  
**VISITE DE L'USINE ÉLECTRIQUE**  
**DITE DES 100,000 CHEVAUX**  
**DE LA SOCIÉTÉ D'ÉLECTRICITÉ DE PARIS**  
**Rendez-vous à 9 h. précises du matin**  
**devant l'usine : 1, quai de Seine, à Saint-Denis**  
*(Se trouver à la gare du Nord, au moins à 8 h. du matin.)*

---

Un grand nombre de nos collègues ont déjà été prévenus de cette visite, grâce à l'amabilité de MM. les professeurs CARLO BOURLET, DEPREZ, GUILLET, PILLET et SAUVAGE, qui ont bien voulu l'annoncer à la fin de leurs leçons.

Notre sympathique professeur et membre honoraire M. SAUVAGE se joindra à nous pour cette visite, et c'est là une bonne fortune qui nous vaudra de captivantes explications ; une fois de plus nous sommes les heureux bénéficiaires du dévouement de notre professeur.

Dans cette usine, depuis le déchargement du charbon, jusqu'à l'enregistrement du courant libéré, toutes les manœuvres



vres sont automatiques. Les chaudières *Babcock et Wilcox* à surchauffeurs et réchauffeurs, ont une grille transporteuse à marche variable ; elles sont alimentées au charbon par un convoyeur *Hunt*, puisant le combustible dans des soutes de réserve de plus de 10.000 tonnes de contenance. La vapeur est envoyée dans les turbo-alternateurs *Brown, Boveri et Cie*, de plusieurs milliers de chevaux de puissance chacun. Nous ne voulons pas anticiper sur cette visite, mais simplement montrer par ces quelques renseignements la puissance de cette usine, véritable palais du génie moderne.

N.-B. — Dès leur arrivée, les visiteurs devront se présenter au bureau du gardien pour y signer une feuille de décharge, mettant la direction de l'usine hors de cause en cas d'accident. En raison des dangers qui peuvent être courus en approchant de trop près les engins mécaniques ou électriques tels que ceux qui fonctionnent à cette usine, la plus grande prudence est recommandée.

LE COMITÉ.

---

## PROCÈS-VERBAL

### DE L'ASSEMBLÉE DU 1<sup>er</sup> MAI 1910

---

La Séance est ouverte à 3 heures, dans l'amphithéâtre A du Conservatoire national des Arts-et-Métiers, sous la présidence de M. *F. Boullie*, président de la Société.

M. *F. Boullie* prononce une allocution, au cours de laquelle il fait part des adhésions de Membres honoraires récemment parvenues ; de vifs applaudissements éclatent à leur adresse, et de nombreuses acclamations saluent l'énumération qui en est faite.

Cette énumération est reproduite en tête du présent bulletin.

M. *E. Delaupe*, secrétaire général, présente un projet de statuts plus conformes que les précédents au fonctionnement de la Société. Ce projet est adopté.

Les membres, dont les noms suivent, sont présentés, sui-



vant les demandes qu'ils ont faites, en vue d'être titularisés.  
Ce sont :

MM. *BARDON Henri*, Horloger ;  
*BERNIER Hippolyte*, Dessinateur de constructions électriques et mécaniques ;  
*BOIVIN René*, Agent technique à la Société Industrielle des Téléphones ;  
*CONIN Fernand*, Verrier ;  
*DUVOLLET Louis*, Sapeur-télégraphiste ;  
*GUÉRINET Roger*, Dessinateur de constructions mécaniques ;  
*GUILMAIN René*, Ingénieur des papeteries de Vidalon ;  
*MALASSIS Lucien*, Employé de commerce ;  
*MANCINI Charles*, Chef d'atelier de constructions mécaniques ;  
*NAPOLÉON Raphaël*, Architecte ;  
*RÉGNIER Désiré*, Homme de lettres ;  
*REVOL Gustave*, Mécanicien ;

Ces titularisations sont approuvées.

M. *G. Mercier*, vice-Président de la Société, fait une causerie fort goûtée sur : « *Le béton armé. — Les accidents du bâtiment et des travaux publics* ». De nombreuses projections accompagnent les développements du sujet. M. *G. Mercier* est vivement applaudi par ses auditeurs qu'il a su intéresser profondément malgré l'aridité de la question traitée.

Les clichés des projections ont été très aimablement mis à notre disposition par M. *HENNEBIQUE*, le constructeur bien connu.

En raison de son importance, cette causerie sera publiée au *Bulletin mensuel*.

LE COMITÉ.



---

*Le Secrétaire-Gérant* . F. DELAUPÉ.

---

Paris. — Imp. Stemmer, 175, Rue Saint-Honoré.



# CONFÉRENCES PUBLIQUES DU DIMANCHE

DU

## CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS & MÉTIERS

(Suite)

---

### LE TRAVAIL ARTISTIQUE DU FER

PAR M. LUCIEN MAGNE, PROFESSEUR AU CONSERVATOIRE NATIONAL  
DES ARTS-ET-MÉTIERS.

(Notes recueillies par M. E. DELAUPE, auditeur de M. le professeur *Magne*, lauréat du Conservatoire, secrétaire général de l'Association).

---

Au cours d'un récent voyage effectué dans le nord de l'Espagne, l'auteur de la conférence fut amené, en étudiant les ouvrages de ferronnerie de la région, ouvrages dont les plus beaux, datant du XV<sup>e</sup> siècle, sont remarquablement ouvrés, à établir une corrélation entre l'art français et l'art espagnol, le premier ayant influé considérablement sur le second. En architecture, l'influence de notre art est frappante si l'on considère des églises, telles que celles de Léon de Burgos ou de Tolède, de style manifestement français ; mais il est particulièrement curieux de constater le développement extraordinaire que prit le travail artistique du fer en Espagne pendant qu'en France même il fut relativement restreint. Les travaux de l'art du fer en Espagne sont fort peu connus, et il sera intéressant de les étudier spécialement.

\*

\* \*

Dans l'antiquité, le travail du fer fut à peine pratiqué. En Grèce, on fit usage de tenons, d'agrafes, de fers I, tous noyés dans des chemises de plomb, pour relier les éléments de



pierre des édifices, et s'opposer à leur dislocation sous l'effet des tremblements de terre ; ces liens existent encore au Parthénon et à l'Erechteion. En Egypte, à partir de la période saïte (V<sup>e</sup> s. av. J.-C.), certains outils, et, à l'époque romaine, des armes, paraissent avoir été travaillés avec une recherche décorative marquée.

Mais il faut arriver à l'époque mérovingienne pour constater un style ornemental dans le travail du fer, exécuté d'ailleurs avec beaucoup de délicatesse. Des agrafes, des boucles de ceinture sont damasquinées avec des entrelacs d'argent d'un beau dessin. La collection Caranda, provenant de fouilles pratiquées dans des sépultures de l'Aisne, nous montre que le fer fut également employé pour les bandages des roues, les mors des chevaux, les pointes des lances.

Les ouvrages de ferronnerie vraiment intéressants n'apparaissent guère qu'au XI<sup>e</sup> ou au XII<sup>e</sup> siècle. En France, la grille du cloître de la cathédrale du Puy en est un vestige : les barreaux, verticaux, réunis en haut et en bas par des traverses, sont reliés par des volutes en fer plat, en plusieurs épaisseurs, fixées par des colliers ; à Conques (Aveyron), une grille de clôture protège le chœur de l'église : cette grille est très élevée, conçue à peu près comme la précédente, mais elle comporte des assemblages à *trous renflés*, et des pointes barbelées au sommet pour la protéger contre l'escalade. Au XIII<sup>e</sup> siècle, ces procédés apparaissent en Espagne, ainsi qu'en témoigne, à l'église San-Vincente d'Avila, une clôture de chapelle analogue à celle de Conques : quatre grandes volutes, portant chacune au centre sur un noyau soudé des feuilles à 5 lobes, se superposent entre les barreaux dans chaque encadrement.

Du XI<sup>e</sup> au XII<sup>e</sup> siècle encore, le fer constitua la penture des portes, plate-bande qui réunissait les planches qui les formaient : l'extrémité libre était enroulée suivant un œil d'accrochage, l'autre extrémité était refendue en deux branches qui se recourbaient en volutes. Un fort bel exemple de ce travail se trouve à l'église de Marcevals (Pyrénées-Orientales). Par la suite, en vue d'augmenter la résistance de la penture, on fut amené à y souder d'autres volutes, et elle prit bientôt un caractère de décoration admirable lorsque l'on profita de cette disposition pour rappeler la branche, ses ramifications et ses feuilles. Les pentures des portes de Notre-



Dame de Paris, du XIII<sup>e</sup> siècle, sont établies suivant ces principes, et l'on y voit des répétitions d'ornements exécutés au moyen de l'estampage.

Au XIV<sup>e</sup> et au XV<sup>e</sup> siècle, on chercha, en France, à reproduire des motifs, jusqu'ici localisés à la décoration de la pierre, au moyen de moulures en fer forgé rapportées sur un fond en tôle ajourée : on retrouve cette disposition dans une petite grille française de la collection Carrand, à Florence. A la faveur de la lutte entre les guelfes et les gibelins, ce procédé s'introduisit dans les villes de la péninsule, mais avec l'emploi à peu près exclusif de l'assemblage rivé, comme sur la belle grille de clôture de la chapelle du Palais public de Sienne ou sur les grilles de la sacristie et de la chapelle Renuccini à l'église Sainte-Croix de Florence. D'ailleurs, en France comme en Italie, on abandonne de plus en plus le travail de la forge pour celui de la rivure, et, par le repérage des fonds, on crée des contrastes de trous d'ombre et de plages éclairées comparables à ceux de la pierre ornée. De cette époque date l'armature d'un puits, conservé au château de Nantes, où les supports principaux viennent se réunir à la partie supérieure en forme de berceau. A Sienne, un porte-étendard de 1487, d'autres, à la façade du palais Strozzi à Florence, de la fin du XV<sup>e</sup> siècle, comportent, le premier un écusson suspendu, les autres des griffons à tête humaine montés sur des consoles.

A partir du XII<sup>e</sup> siècle, l'armure devint de plus en plus un objet de décoration, à laquelle elle se prêtait d'ailleurs remarquablement ; composée d'abord de plaques de fer battu, réunies plus tard par des articulations, elle fut bientôt travaillée précieusement par la gravure et le damasquinage. Cet art se développa beaucoup en Italie et en Allemagne. Le bouclier de François I<sup>er</sup>, portant un coq gaulois couronné, exécuté au repoussé, l'armure complète que portait Charles-Quint lors de son entrée à Tunis, nous renseignent sur la qualité du travail de l'armure. Il faut également citer le casque du dernier roi de Grenade, Boabdil, conservé à l'armeria real de Madrid.

En Espagne, à la fin du XV<sup>e</sup> siècle, pour isoler, dans les grandes cathédrales, la partie de la nef, voisine du transept, qui était réservée au chapitre, et pour clôturer des chapelles et des absidiales occupées par de riches sépultures de dona-



teurs, telle la chapelle du Connétable d'Haro, à Burgos, on fut conduit à établir de hautes grilles, qui furent de véritables chefs d'œuvre de ferronnerie. On y retrouve les éléments du décor architectural ; on reproduit, par le fer, des feuillages, des fleurs, comme à la grille du chœur de la cathédrale de Leon ou à l'entrée du cloître de la cathédrale de Ségovie. Sur la grille entourant le tombeau, en forme d'étoile, de Don Juan II et d'Isabelle, à la Cartuja de Miraflores, une arcature continue a été constituée par des losanges curvilignes et des brindilles incurvées, compris alternativement entre les barreaux. La grille du chœur des chanoines, à la cathédrale de Zamora, possède également un dessin d'arcature, mais tracé ici par des barreaux en fer chantourné ; la jonction des barreaux verticaux, exécutés en deux pièces en raison de leur longueur, est masquée par un lambrequin en tôle repérée.

Le travail artistique du fer en Espagne atteint alors une beauté merveilleuse ; le fer est martelé, godronné, ajouré, façonné de mille manières, et son travail devient assez délicat pour qu'il soit utilisé par la vaisselle. Le travail le plus remarquable que M. Lucien MAGNE eut la bonne fortune de rencontrer en Espagne fut la clôture d'un tombeau situé dans une chapelle funéraire ouverte sur le cloître de l'ancienne cathédrale de Salamanque, le tombeau de l'évêque fondateur ; les supports comprennent des remplissages en métal repoussé et doré ; la présence de porte-cierges au sommet de la corniche ont induit l'observateur de cette merveille à supposer qu'il s'agissait là d'une de ces chapelles ardentes, figurées sur quelques peintures anciennes, et dont aucun échantillon n'était encore connu de nous. La perfection même du travail était aidée par la qualité exceptionnelle des minerais du nord de l'Espagne, qui ont contribué à la célébrité des forges catalanes. A l'entrée du chœur de la cathédrale d'Avila, se trouvent deux ambons, dont l'un a nettement le caractère des ouvrages français du XV<sup>e</sup> siècle ; celui-ci est formé de panneaux de fer repérés dans le goût du panneau de grille de la collection Carrand cité plus haut, et la cuve en est supportée par un balustre orné de feuilles soudées d'un travail que l'on ne peut comparer en France qu'à celui des flambeaux, provenant du château d'Ecouen, conservés au Louvre. Ces procédés paraissent être repris de nos jours. Enfin, il faut voir la grille qui clôt le chœur de la cathédrale



de Tolède pour se rendre compte du degré de perfection qui fut atteint par l'art de la ferronnerie en Espagne.

Au XVI<sup>e</sup> siècle, cet art paraît être à son apogée ; la grille du chœur des chanoines, à la cathédrale de Ségovie, est une des dernières œuvres qu'il faille mentionner, et elle est déjà conçue dans un style plus simple que précédemment.

A ce moment, en France, le travail artistique du fer se localise dans la fabrication des coffrets et des serrures ; de fort belles pièces en sont conservées au musée de Cluny ; la décoration ne perd pas ses droits, mais l'ingéniosité du serrurier ne lui cède en rien : on retrouve dans ces serrures tous les principes de construction de nos *incrochetables* modernes, même la clef à pompe !

Au XVII<sup>e</sup> siècle, en France, la figure humaine commence à être réalisée en ferronnerie ; la plus belle œuvre qui nous soit restée de cette époque est la clôture actuelle de la galerie d'Apollon, provenant du château de Maisons. Les travaux de forge se retrouvent fréquemment.

A partir du XVIII<sup>e</sup> siècle, on crée en France des ouvrages vraiment remarquables et d'une délicatesse que l'on ne voit plus en Espagne, tels que les grilles des chapelles des bas côtés sud de la cathédrale de Noyon, par exemple. Les grilles du chœur de l'église Saint-Ouen, à Rouen, sont les témoins d'une souplesse de talent extraordinaire, et que ne valent peut-être pas les grilles de la place Stanislas, à Nancy, exécutées par le serrurier Lamour. Il faut encore citer, à l'ancienne maison professe des Jésuites, à Paris, maintenant le lycée Charlemagne, la rampe de l'escalier de la bibliothèque, où l'on a simulé, en les traitant, par le contour, des balustrades de pierre : c'est d'une habileté magistrale ; on retrouve ce genre de travail dans un vieil hôtel de Bordeaux de la même époque. Au musée de Cluny, on peut voir un lustre en fer où les contours ont été doublés de manière à en alléger le galbe : c'est une œuvre d'une élégance parfaite.

\*

\* \*

Puis survient la Révolution, et la suppression des corporations. L'art de la ferronnerie marque un long temps d'arrêt. Les corporations formaient, en effet, de véritables académies d'artisans ; l'apprentissage était long, mais complet, et l'ap-



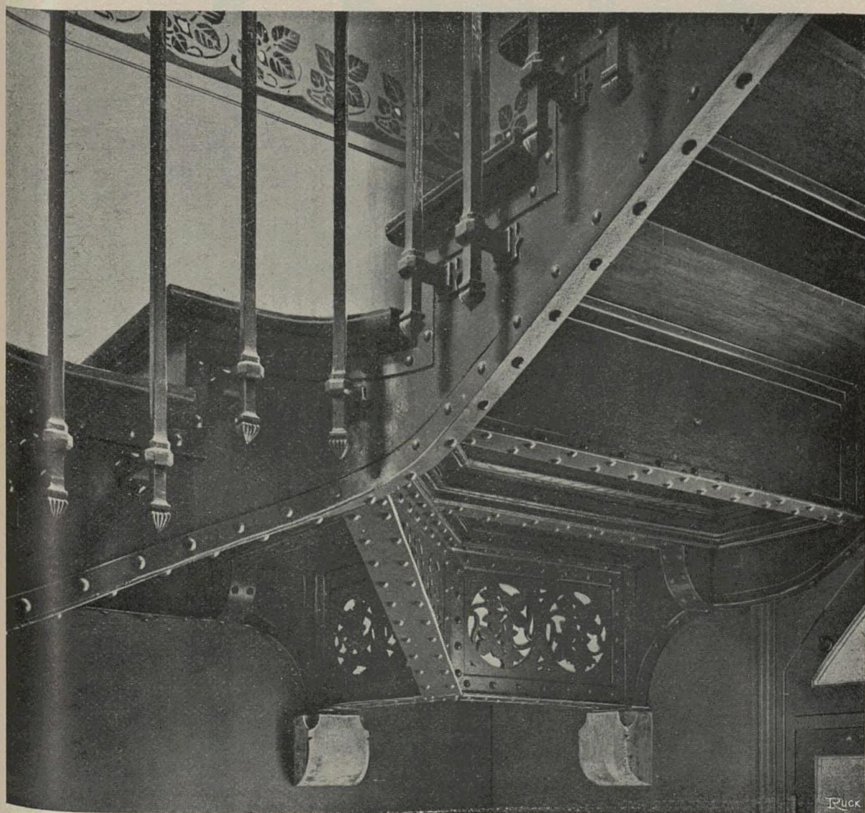
prenti ne passait au grade de compagnon qu'au prix d'un chef-d'œuvre. On a pensé que cet apprentissage pouvait être remplacé par un enseignement scolaire ; la chose était possible, mais la forme de cet enseignement ne fut pas bien heureuse et le feronnier d'art disparut à peu près complètement.

Toutefois l'industrie même du fer, loin d'en être atteinte, se développa extraordinairement au XIX<sup>e</sup> siècle. Les chemins de fer, d'abord, nécessitèrent des ouvrages spéciaux, auxquels l'emploi de la pierre ne convenait pas toujours, et l'on fut amené à les établir en fer. Le fer employé devait être de première qualité ; il fallut le produire sous forme de barres de profils variés, de manière à ce que la combinaison de ces divers éléments permit de réaliser des constructions où le travail mécanique devint à peu près exclusif. Par sa souplesse le fer permettait de résoudre scientifiquement les problèmes de résistance les plus différents, et, par ce fait, offrait à l'art, mieux que la pierre, un champ d'essai remarquable. Pourtant, pendant longtemps, on ne voulut pas admettre que le fer, ainsi ouvré, pût être décoratif, et l'on s'ingénia à le masquer le plus possible ; c'était évidemment une erreur, d'autant plus que, dans une porte de bois, on ne chercha jamais à dissimuler les éléments de charpente qui la composaient (*décharges, tournisses*, etc.), éléments dont la disposition plait à l'œil, car chaque pièce de bois est en quelque sorte l'image des forces qu'elle doit équilibrer. Le fer apparent s'allie fort bien d'ailleurs avec la céramique, avec le verre, etc.

Considérons un pont métallique ; il peut être réalisé soit par une poutre droite, soit par une poutre d'égale résistance, c'est-à-dire parabolique ; dans le premier cas, la solution est simple, mais n'est pas logique : l'œil n'est pas satisfait ; dans le deuxième cas, au contraire, l'œil saisit spontanément le profil de la pièce et s'en recrée : c'est une solution artistique. On pourrait citer d'autres exemples pour mettre en lumière la ressource que l'on peut tirer du fer apparent au point de vue esthétique. Le pont élevé sur le Forth, sur la ligne d'Edimbourg, de 1882 à 1890, possède des arches de 580 m. d'ouverture et de 105 m. de hauteur, qu'il eût été impossible de réaliser en pierre ; on a pu en critiquer légèrement la solution artistique, toujours est-il que son aspect, avec ses doubles consoles équilibrées sur les piles et réunies par des



tabliers au niveau de la voie, provoque une impression de stabilité et de logique qui est complète. Le viaduc du Vaur, sur la ligne de Carmaux à Rodez, de 220 mètres d'ouverture, fut construit un peu différemment au moyen de barres articulées précisant le passage des forces, disposition qui donna à



Cliche de la *Librairie Centrale des Beaux-Arts*.

HOTEL DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES REPORTS ET DÉPÔTS,  
58 RUE DE PROVENCE (L. MAGNE, ARCHITECTE). — DÉTAIL DU GRAND ESCALIER.

cet ouvrage une légèreté extrême. Le pont Alexandre III, de M. Résal, inauguré en 1900, est formé de 2 arcs paraboliques ; ce serait une œuvre parfaite s'il était débarrassé des ornements rapportés qui en masquent la ligne.



Dans le même ordre d'idées, Henri Labrouste, dès 1845, dans la salle principale de la bibliothèque Sainte-Geneviève, et plus tard, dans la grande salle de lecture de la bibliothèque



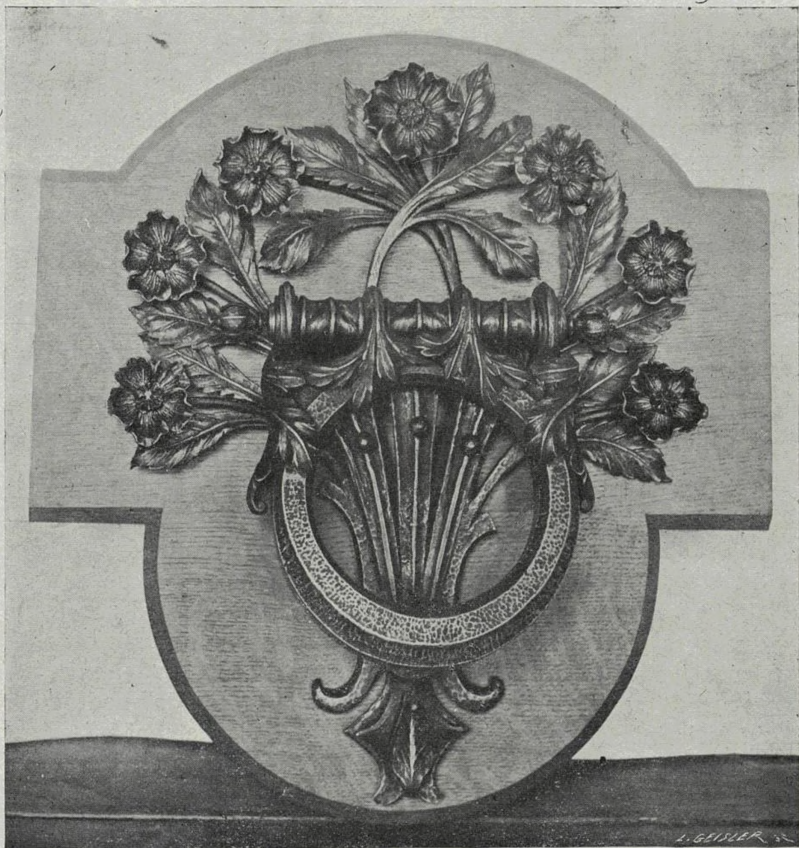
Cliché de la Librairie Centrale des Beaux-Arts

POIGNÉE EN FER FORGÉ EXÉCUTÉE PAR LE FERRONNIER ROBERT,  
D'APRÈS UNE COMPOSITION FAITE AU *Cours d'art appliqué aux*  
*métiers*, PROFESSÉ PAR M. L. MAGNE (MUSÉE INDUSTRIEL).

nationale (1859), qui sont d'admirables constructions appropriées à leur but, adapta fort judicieusement le fer à la construction des édifices, sans omettre de ménager des repères



pour l'appréciation de l'échelle. A l'Exposition de 1900, on pouvait voir dans le pavillon de la Grèce, dû à M. Lucien MAGNE, une trompe formant pendentif, réalisée au moyen



Cliché de la Librairie des Sciences et de l'Industrie.

POIGNÉE EN FER FORGÉ EXÉCUTÉE PAR LE FERRONNIER ROBERT, D'APRÈS  
UNE COMPOSITION FAITE AU *Cours d'art appliqué aux métiers*, PROFESSÉ  
PAR M. L. MAGNE (MUSÉE INDUSTRIEL).

du fer apparent ; l'effet en fut très heureux en même temps qu'il était original, et c'est encore une preuve que le fer peut se substituer à la pierre, sans erreur de goût, à condition de ne pas commettre la faute d'ouvrer et de disposer l'un comme



l'on procédait avec l'autre. Dans l'escalier monumental du grand palais, M. Louvet fit un essai de décoration par le fer, dont le succès ne fut peut-être pas très vif, mais qui n'en indiqua pas moins la route à suivre.

A la tour Eiffel, l'adjonction de massifs en pseudo-maçonnerie, bien impuissants à supporter les pieds qu'ils entourent, n'a pas été sans soulever de violentes critiques : la beauté de ligne de la construction elle-même montre que le fer est capable de se suffire à lui-même par sa forme seule, ici d'un très grand effet, et que des accessoires inutiles lui sont le plus souvent nuisibles.

\*  
\* \*

Ces gros travaux, malgré leur ressource artistique, ont détourné longtemps l'attention de la ferronnerie d'art, mais, de nos jours, cette branche paraît reprendre une activité nouvelle dans les menus objets, car il nous faut des grilles, des balustrades de balcon, des rampes d'escalier, des poignées de tirage, des espagnolettes, des crémones, des serrures, et les procédés manuels du travail du fer ont trouvé parmi nos artisans des interprètes aussi habiles que le furent jamais ceux du Moyen-Age et de la Renaissance. A ce point de vue, sans sortir du Conservatoire, il suffit de jeter un regard sur les quelques pièces de forge, conservées au Musée industriel, et exécutées d'après les compositions du *Cours d'Art appliqué aux métiers*, par des maîtres ferronniers dont la modestie égale le talent. On voit que la flore a été largement mise à contribution : le chardon, la rose de Noël, etc., ont donné lieu à des interprétations vraiment charmantes.

Mais il faut reconnaître que le développement du travail artistique a sa source vive dans une communion entre l'artiste et l'artisan, l'architecte et le ferronnier, qui n'existe pas toujours : le premier ignorant la technique du travail, le second négligeant de former son goût et d'ouvrir son esprit. A ce dernier point de vue, un dernier effort est nécessaire, car les œuvres de goût sont encore exceptionnelles ; mais une école d'apprentissage est en formation, sous la direction du bon ferronnier ROBERT, où se forment les artisans qui développent chaque jour davantage le travail artistique du fer.



Mais il reste à faire l'éducation du public, insuffisamment intéressé aux efforts de nos artistes et de nos artisans, insuffisamment ami des choses de l'art, qui devrait d'autant moins négliger le développement général de son goût qu'il y trouverait pour lui-même des jouissances infinies, et qu'il contribuerait au mouvement artistique qui constitue un des éléments de la prospérité nationale.

Paris, le 20 Février 1910.

---

## LA FABRICATION DES NITRATES PAR L'ÉLECTROCHIMIE

Cette conférence, dont M. le professeur Th. SCHLÖESING fils a bien voulu nous communiquer le texte *in-extenso*, doit être insérée en premier lieu dans « *La Technique Moderne* », à la suite d'une entente intervenue entre son auteur et M. G. Bourrey, rédacteur en chef de cette publication.

La continuation de la série des comptes rendus des *Conférences publiques du dimanche du Conservatoire National des Arts-et-Métiers* sera reprise, au plus tard dans le n° 22, dès que nous aurons obtenu l'autorisation nécessaire.

---

En dépit de l'empêchement qui n'a pas permis à M. **Marchis**, *Professeur à la Faculté des Sciences*, de tenir sa conférence sur “ **Le Gaz pauvre et les moteurs à gaz de grande puissance** ”, le 13 Mars dernier, au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, nous sommes heureux de porter à la connaissance de nos collègues qu'ils ne seront pas privés du plaisir de lire cette conférence, à défaut de n'avoir pu l'entendre.

M. **Marchis**, en effet, a voulu marquer la part d'intérêt qu'il porte à notre groupement en mettant à notre disposition le manuscrit même de sa conférence, à fin d'être publiée *in-extenso* dans notre *Bulletin mensuel*. Nous en remercions bien profondément l'éminent professeur.

G. DEGAAST,  
*Délégué aux Conférences.*

---



## LES MATIÈRES COLORANTES

par M. Robert ALTERMANN,

*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

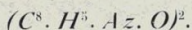
Les matières colorantes, employées en teinture, sont les unes naturelles les autres artificielles.

Parmi les *matières tinctoriales naturelles*, une seule est d'origine animale : la *cochenille*, contenue dans le corps d'un insecte du genre *coccus*, qui donne de beaux rouges (carmin) mais peu solides. Toutes les autres sont d'origine minérale ou végétale. Les premières ont l'inconvénient d'empâter les fibres textiles et de durcir les tissus ; ce sont donc les secondes que l'on emploie pour la teinture des étoffes, objet de cette étude.

Nous citerons parmi celles-ci : la *garance*, matière colorante rouge, extraite de la racine de la plante qui porte le même nom ; la *chlorophylle*, matière colorante verte des feuilles ; l'*indigo*, couleur bleue, qu'on retire du suc d'une plante, l'*indigofera tinctoria* ; la *noix de galle*, excroissance du chêne, dont on tire le *tannin*, couleur noire.

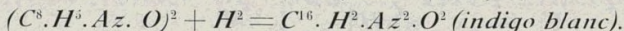
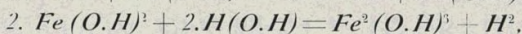
Pour qu'une matière colorante soit propre à la teinture, il est nécessaire qu'elle soit *soluble*, sinon dans l'eau, du moins à la suite d'une action chimique simple. Dans ce dernier cas, deux moyens artificiels sont employés : la *réduction par l'hydrogène* et la *sulfoconjugaison* par l'acide sulfurique.

Un exemple de *réduction* est donné par le traitement de l'*indigo*, qui est un corps solide, bleu foncé, dont le principe colorant est l'*indigotine*, *insoluble* dans l'eau, et dont la formule chimique est :

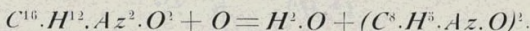


Si on met, dans un même vase, un mélange de sulfate ferreux, de chaux éteinte et d'indigo bleu pulvérisé dans de l'eau, l'hydrogène produit transforme celui-ci en *indigo blanc* incolore, mais *soluble* dans l'eau :

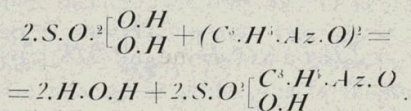




On profite de cette solubilité pour plonger dans ce liquide le tissu à colorer, l'étoffe s'imprègne d'indigo blanc qui, sous l'influence de l'oxygène de l'air, redevient de l'indigo bleu :



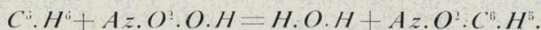
C'est encore l'indigo qui nous donnera un exemple de *sulfoconjugaison*. On broie l'indigo brut avec de l'acide sulfurique ; il se passe alors la réaction suivante :



Le corps ainsi obtenu est l'*acide sulfo-indigotique*, soluble dans l'eau, capable de teindre directement la laine ou la soie.

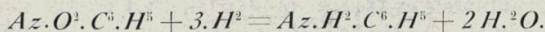
Les couleurs naturelles sont donc d'un emploi courant ; mais les *couleurs artificielles* les remplacent souvent. L'expérience a montré, en effet, que certains *carbures*, traités par des produits nitrés, puis réduits par l'hydrogène, donnent des matières colorantes.

On sait, en effet, que la *benzine*, par exemple, sous l'effet de l'acide azotique, devient de la *nitrobenzine* :



C'est de la benzine, dont 1 hydrogène a été remplacé par 1 Az. O<sup>2</sup>.

Si l'on réduit cette nitrobenzine par de l'hydrogène, on obtiendra l'*aniline*, base d'un grand nombre de couleurs artificielles :

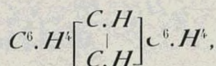


Les couleurs dérivées de l'aniline sont, en effet : la *fuchsine* ou *rouge d'aniline*, le *jaune*, le *violet* et le *noir d'aniline*.

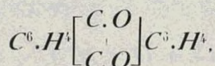
De même, l'industrie de la synthèse chimique de l'*alizarine* a presque fait disparaître l'industrie agricole de la garance, qui en contient les principes colorants.



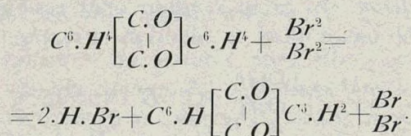
Pour cela, on prend de l'*anthracène* :



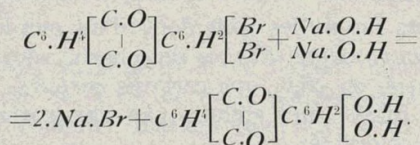
et, par oxydation, on le transforme en *anthraquinone* :



capable de donner des dérivés avec le brome :

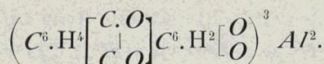


C'est l'*anthraquinone bromé* qui, traité à son tour par la soude Na.O.H, donne la réaction suivante :



Ce dérivé hydraté de l'*anthraquinone* est l'*alizarine*, solide qui se présente sous forme d'aiguilles jaunes, et donne avec les alcalis une solution violette et avec l'acide sulfurique une solution rouge foncé.

Les *bases insolubles* agissent sur cette matière colorante, pour former de véritables combinaisons, auxquelles on donne le nom de *laques*. En particulier, avec une base d'aluminium, on obtient une *laque d'aluminium* rouge :



C'est elle qui sert aujourd'hui à teindre le drap de solcat et qui a presque détrôné l'*alizarine* naturelle, c'est-à-dire la garance.



## FABRICATION DES CHAUX HYDRAULIQUES ET DES CIMENTS DE GRAPPIERS

---

La chaux, employée dans cette fabrication, se trouve dans la nature, sous forme de carbonate de chaux  $Ca.CO^3$ , qui, sous l'action d'une certaine température (900° environ), se décompose en chaux  $Ca.O$ , et en anhydride carbonique  $C.O^2$ .

Si le carbonate de chaux est pur, comme la craie par exemple, on obtient de la chaux grasse qui, après hydratation, donne de l'hydrate de chaux  $Ca(H.O)^2$ . Dans un mortier préparé avec cette chaux, le sable joue le même rôle que le dégraissant en céramique, se bornant à s'opposer à ce que le retrait, suivant la dessiccation, ne se fasse pas sentir sur toute la masse, en se traduisant par des fentes. La prise d'un pareil mortier est due, en effet, exclusivement à la dessiccation, et la chaux, sous forme d'hydrate, étant soluble dans l'eau, la chaux grasse ne pourra donc être employée dans des travaux en contact avec l'eau. Dans les travaux à l'air, cette dessiccation est suivie, mais beaucoup plus tard, d'une seconde phase, très lente, dite période de carbonatation, qui résulte de l'absorption, par l'hydrate de chaux, de l'anhydride carbonique de l'air, qui le transforme, tout au moins superficiellement, en carbonate de chaux. Les mortiers de chaux grasse ne pouvant être employés qu'à l'air, c'est de là que vient le nom de mortiers aériens qui leur est souvent donné.

Si le carbonate de chaux est argileux, on obtiendra après calcination, mais celle-ci ayant été effectuée à plus haute température (1500° environ), de la chaux hydraulique. Cette chaux hydraulique est essentiellement formée d'un mélange de chaux grasse  $Ca(H.O)^2$ , et de silicate tricalcique anhydre  $Si.O^2$ ,  $3 Ca.O$ , et plus la proportion d'hydrate de chaux libre diminuera en faveur de celle de silicate tricalcique, plus nous nous éloignerons de la chaux grasse pour nous rapprocher du ciment portland, en passant par les différents intermédiaires qui constituent la gamme des produits hydrauliques: la chaux légère, la chaux lourde et le ciment de grappiers.



Les Romains avaient remarqué que les terres volcaniques des collines de Pouzzoles, près de Naples, avaient la propriété, quand elles étaient mélangées avec de la chaux grasse, de communiquer à cette dernière des propriétés hydrauliques, d'où le nom de pouzzolanes donné à certains produits ayant cette propriété, et qui sont, en général, des argiles déshydratées; les débris de poterie pulvérisés en sont le type. C'est à cette sorte de produits que se rattachent les ciments de laitiers, les ciments portlands de fer allemands et le ciment indécomposable de la Société Pavin de Lafarge.

### Historique

L'emploi de la chaux, comme liant, dans les constructions, remonte à la plus haute antiquité. Mais avant les travaux de Vicat, c'est-à-dire au commencement du siècle dernier, on ne savait rien de précis au sujet des différentes chaux qui avaient été employées jusqu'alors, et les seuls liants considérés comme hydrauliques étaient des mélanges de chaux et de pouzzolanes. La chaux hydraulique ayant, comme la chaux grasse, la propriété de s'éteindre à la sortie du four, il est à peu près certain que l'on avait déjà fabriqué de la chaux hydraulique sans le savoir; d'ailleurs, les écrits des anciens semblent confirmer cette assertion, et nous verrons, par les passages suivants, tirés de Saint-Augustin, de Vitruve et de Pline, que plusieurs modes d'extinction étaient employés, et que la chaux était destinée à différents emplois suivant les sortes de calcaires dont elle était tirée.

(1) *Nous disons que la chaux est vive, comme si le feu qu'elle contient était l'âme invisible d'un corps visible; mais ce qu'il y a d'étonnant, c'est qu'elle s'échauffe quand on l'éteint, car, pour lui ôter ce feu caché, on la fait infuser dans l'eau ou bien on l'y trempe, et, de froide qu'elle était auparavant, elle devient chaude, tandis que tous les corps enflammés sont refroidis par le même procédé; et lorsque cette chaux se décompose, son feu caché se manifeste en la quittant; et ensuite, comme un corps privé de la vie, elle devient*

(1) DE LA FAYE. — *Recherches sur la préparation que les Romains donnaient à la chaux (1777)*. Traduction du 4<sup>e</sup> chapitre du XXI<sup>e</sup> livre de la cité de Dieu, de Saint-Augustin.



*si froide que, en y ajoutant de l'eau, elle ne peut plus s'échauffer ; alors, au lieu de la nommer vive, nous l'appelons éteinte.*

(1) Après avoir parlé des différents genres de sables, il faut actuellement traiter de la chaux, qui se fait avec de la pierre blanche ou avec de la pierre dure, qu'on fait cuire au four-neau. Celle qu'on fera avec de la pierre compacte et dure sera meilleure pour la construction, et celle qu'on fera avec de la pierre poreuse sera plus propre pour les enduits. Lorsque la chaux sera éteinte, il faudra la mêler avec les matières qui doivent entrer dans la composition du mortier. Si vous avez de bon sable de terre, vous en joindrez trois volumes à un de chaux ; si c'est du sable de rivière ou de mer, vous en mêlerez seulement deux mesures avec une de chaux. Telle est la juste proportion qu'on doit observer dans ces mélanges ; mais il est bon de remarquer que le mortier serait meilleur pour l'usage, si l'on mêlait un tiers de tuiles ou de poteries pulvérisées avec deux tiers de sable de mer ou de rivière.

(2) CATON LE CENSEUR n'approuve point la chaux faite de pierres de différentes couleurs. La pierre blanche donne la meilleure. La chaux faite de pierres dures vaut mieux pour les bâtisses ; celle de pierres poreuses pour les enduits. Pour ces deux emplois, on rejette la chaux faite avec la silice. La pierre extraite des carrières fournit de meilleure chaux que celle qu'on prend sur les rives des fleuves. La chaux de la pierre meulière est la meilleure, parce que cette pierre est naturellement plus grasse que les autres. Chose singulière, de voir une substance qui, ayant passé par le feu, s'allume dans l'eau. Il y a trois espèces de sable : le fossile, auquel on doit ajouter un quart de chaux, le fluvial et le marin, auxquels on doit en ajouter un tiers. L'addition d'un tiers de poterie pilée rend le mortier meilleur. La cause de la ruine de tant d'édifices à Rome, c'est que, par une épargne frauduleuse, les moellons sont réunis sans ce qui doit les souder. Plus la chaux fusée est vieille, mieux elle vaut. Dans les lois qui réglaient anciennement les constructions, il est dit que l'entrepreneur n'emploiera pas de chaux à moins de trois ans : aussi aucune crevasse n'est venue défigurer les enduits des anciennes murailles.

---

(1) VITRUVÉ. — Chapitre II du VII<sup>e</sup> livre.

(2) PLINÉ. — Chapitre LIII, LIV et LV du XXXVI<sup>e</sup> livre



De tout cela, il me semble que nous pouvons déduire que les Romains employaient deux espèces de chaux : celle obtenue par la calcination du carbonate de chaux presque pur, et qui est la chaux grasse, et celle obtenue par la calcination de calcaires argileux, qui donnait une chaux plus ou moins hydraulique. Ils avaient reconnu également qu'on augmentait le durcissement du mortier, et qu'on le rendait hydraulique, en y ajoutant de l'argile cuite, mais il paraît certain qu'il n'avaient jamais remarqué que les chaux obtenues par la cuisson de pierres dures, dont ils avaient pourtant reconnu la supériorité, étaient aussi douées de la propriété d'être hydrauliques. Il est intéressant de remarquer en passant l'intérêt que l'on portait déjà à la question du silosage, puisqu'on avait été jusqu'à en régler la durée, mesure des plus sages qui pourrait encore être appliquée à notre époque à certains fabricants peu scrupuleux, qui n'hésitent pas à livrer à la clientèle des produits très mal éteints, et mis en sacs à la sortie des bluteries ou des moulins. Je ferai remarquer aussi en passant que l'idée de la malfaçon hantait déjà l'esprit des entrepreneurs de cette époque si lointaine, et qu'en cet art ils avaient atteint un degré que je souhaite à nos contemporains de ne pas chercher à dépasser.

Les premières indications sur l'hydraulicité remontent à Smeaton, ingénieur anglais, qui, dans son mémoire sur le fanal d'Edystone, imprimé en 1791, et dont des extraits ont paru dans les I<sup>er</sup> et III<sup>e</sup> volumes de la bibliothèque britannique, en 1796, signale la présence de l'argile dans les calcaires à chaux hydraulique. Mais Smeaton n'était pas chimiste et son observation passa inaperçue.

Plus tard, un savant suédois, Bergmann, ayant entrepris des études sur les liants des mortiers, attribua au manganèse les qualités hydrauliques de la chaux ; puis ensuite, en France, Guyton de Morveau et Saussure se rangèrent du même avis. En 1813, Collet-Descotil, alors professeur de chimie à l'école des mines, attribua le durcissement lent de la chaux à l'action de la silice, par opposition au durcissement des chaux pures.

Puis, quelques années plus tard, en 1818, Vicat publia son célèbre mémoire intitulé : *Recherches expérimentales sur les chaux de construction, les bétons et les mortiers ordinaires*. Il y a démontré, par de nombreuses analyses, que



toutes les chaux hydrauliques proviennent de calcaires argileux, et que, réciproquement, tous les calcaires renfermant de l'argile pouvaient servir à la fabrication des chaux hydrauliques. Sa découverte eut une portée considérable ; l'industrie des chaux hydrauliques était née, et, pour confirmer sa théorie, il fit de la chaux hydraulique de synthèse, en cuisant un mélange d'argile et de carbonate de chaux. C'est alors sur ses indications que MM. Briau et Saint-Léger créèrent, en 1826, l'usine des Moulineaux, une des seules qui fabrique encore de nos jours de la chaux hydraulique artificielle. Il reconnut enfin, après une série d'expériences analytiques et synthétiques, que, des deux éléments de l'argile, la silice jouait le rôle prépondérant, sinon exclusif, dans le durcissement des mortiers.

Berthier, puis Rivot, confirmèrent par la suite l'exactitude des expériences de Vicat, et émirent des théories sur la composition et le durcissement des chaux. Frémy fit de même, mais en plus montra que les aluminates de chaux faisaient prise et que certains silicates de chaux jouaient le rôle de pouzzolanes. Puis nous arrivons aux théories de M. Landrin, et à celle toute particulière de M. Mercerou-Vicat, qui attribue le durcissement à la dessiccation de l'argile sous l'influence de la chaleur dégagée par l'hydratation de la chaux. Pour terminer, nous avons les travaux remarquables de MM. Le Châtelier, Candlot, Leduc et Laborde, qui ont résolu le problème de la constitution des chaux hydrauliques et des ciments, et ont démontré le mécanisme de la prise.

(A suivre.)

Emile LÉPAULLE,  
*Membre du Comité d'organisation  
de la Société anonyme des chaux et ciments  
de Vaison (Vaucluse).*





## LES INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES

(Suite <sup>1</sup>)

---

Nous avons vu précédemment qu'il serait illusoire de vouloir rendre les appareils téléphoniques insensibles à l'induction, car, si l'on arrive à neutraliser les effets de l'induction mutuelle des lignes entre elles, quoique pratiquement cela soit assez difficile, les courants téléphoniques étant eux-mêmes des courants d'induction, cela reviendrait à rendre ces appareils muets. On pourrait interposer dans le système des organes propres à absorber l'induction, tels que des parafoudres à pointe ; malheureusement, les expériences qui ont été tentées n'ont pas donné de bons résultats : sur des téléphones très puissants, l'on n'arrive seulement qu'à détruire des inductions pas trop violentes sans annuler la voix téléphonique, mais cette action n'est pas très utile car le téléphone suffit à surmonter les bruits incommodes ; pour les téléphones faibles, la voix serait trop diminuée pour que l'anti-inducteur puisse être mis en usage. Nous ne reviendrons plus sur cette question de l'induction, dont il a été parlé dans les numéros précédents.

La figure 1 représente un type de tableau central à 50 directions. Ce type est employé couramment dans les grandes banques et les administrations.

La figure 2 représente un tableau de type standard à 480 numéros. Un tableau semblable est actuellement en service au Grand Hôtel Majestic à Paris. Ce tableau possède un montage différent de celui que nous avons vu dans les schémas précédents. Nous allons passer ses principaux organes en revue. Comme tableau standard pour téléphonie privée, c'est un des plus grands types existants ; seuls, les tableaux multiples, que nous verrons plus tard, le dépassent dans de grandes proportions, et l'on est arrivé à construire un tableau de 80.000 abonnés. (*Deutsche Telephon-Werke, Berlin.*)

---

(1) Voir *Bulletins* nos 5, 6, 7, 9, 11 et 13.



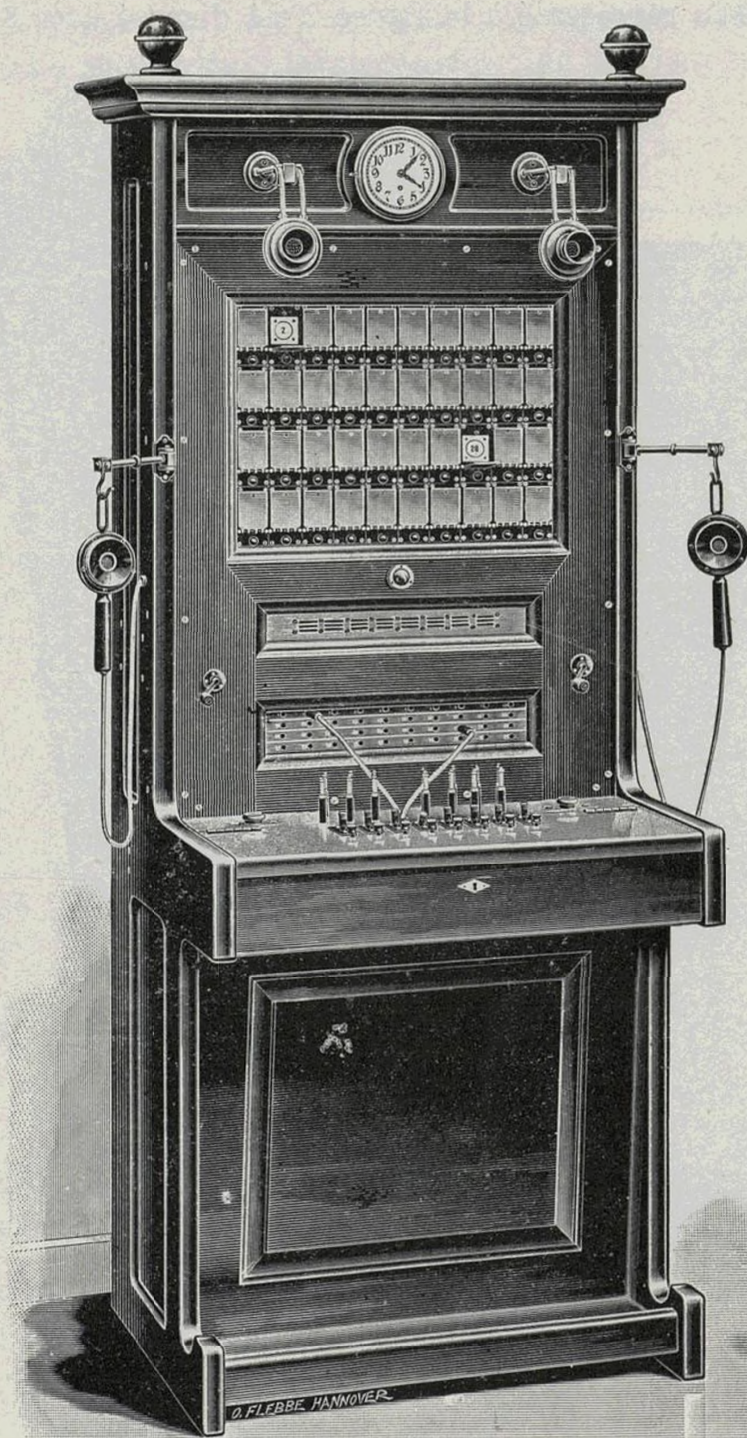


Fig. 1



Le tableau représenté à la figure 2 est disposé avec 3 pla-

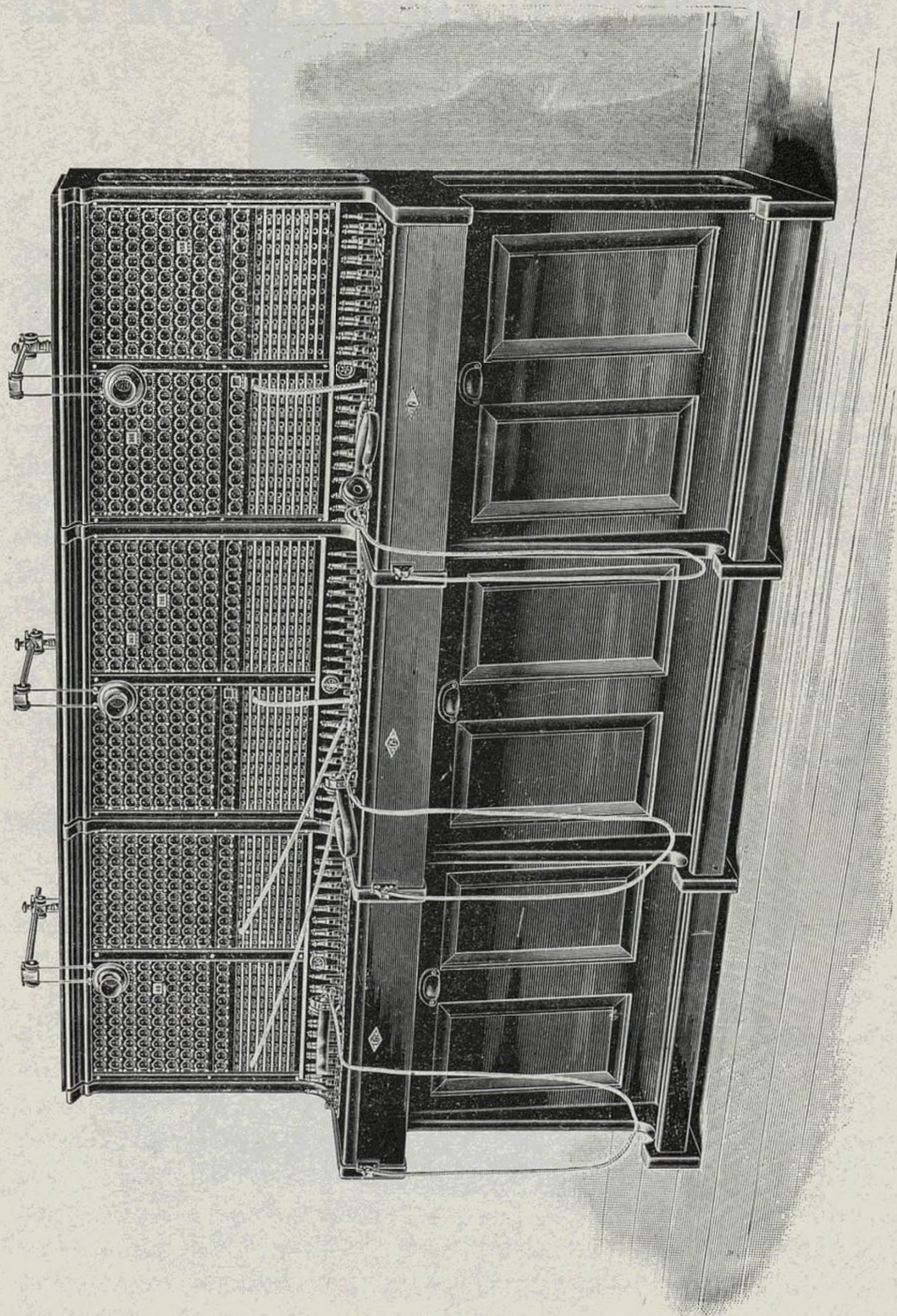


Fig. 2

ces de travail, et il peut être, suivant l'intensité du service,







simple fil, passant sur des poulies montées sur des potences, et sont supportés par des contrepoids. En avant du tableau, se voient les cordons des trois récepteurs.

Le schéma de la figure 3 représente les connexions intérieures d'un tableau standard : A représente l'annonceur d'appel, B l'annonceur de fin de conversation, C les organes de la clef d'appel, FF' les fiches d'appel et d'écoute, I la bobine d'induction, J les jacks, M la magnéto d'appel, CS le commutateur de sonnerie, S la sonnerie, PP' l'enroulement primaire de la bobine, SS' l'enroulement secondaire de la bobine, M le microphone, R le récepteur. En CS, le commutateur de sonnerie permet de laisser, à l'aide d'un mouvement de la manette, la sonnerie du tableau fonctionner, par intermittence ou continuellement, dès que l'on a pressé sur le bouton d'appel d'un poste.

En ce qui concerne l'appel par le tableau des postes supplémentaires, on peut se servir indistinctement soit de la magnéto d'appel soit d'une batterie d'appel. Dans les deux cas, une seule source d'énergie doit rester sur le circuit, car, si elles y étaient toutes les deux, la batterie de pile, placée aux bornes C'-Z', serait en circuit fermé sur l'enroulement de l'induit de la magnéto, et débiterait constamment, ce qui la polariserait très vite. Le même cas se produirait avec la magnéto ; le courant émis par elle trouverait un circuit peu résistant à travers la batterie, et la dérivation, allant sur l'une des deux fiches du cordon à double fiche, serait très faible, car il y aurait une chute de potentiel très élevée, la résistance intérieure de la batterie d'appel dérivée sur le circuit étant très faible.

Il nous est facile de suivre le fonctionnement du tableau standard en se reportant aux figures 2 et 3. Les lignes des postes supplémentaires viennent se relier au tableau aux bornes L'L', etc. Lorsque le poste central appelle un poste supplémentaire, on introduit une des fiches F dans le jack J correspondant du poste, et l'on envoie un courant d'appel en baissant le levier de la clef d'appel C, suivant l'indication du schéma de la figure 3 (position d'appel) ; le fait d'introduire la fiche dans le jack isole l'un de l'autre l'annonceur et le tableau, et le courant issu de la batterie de piles ou de la magnéto franchit le circuit par les lignes doubles en L'L' et va actionner la sonnerie du poste supplémentaire. Après



l'appel, l'opérateur du poste standard place le levier de la clef C sur la position de conversation (figure 3).

La marche des courants ondulatoires transmettant la parole se fait de la manière suivante : les courants issus du poste relié arrivent en L/L' au tableau, passent par le jack J, la fiche F, les contacts du commutateur C, et viennent se boucler sur le récepteur de l'appareil combiné du standard, en traversant la bobine d'induction par l'enroulement secondaire SS'. L'opérateur du tableau, pour entrer en conversation avec le poste supplémentaire, ferme le circuit de la pile microphonique CM-ZM sur le même microphone, en appuyant sur la pédale de l'appareil combiné, en P", et le même phénomène d'émission de courants ondulatoires se passe. Les variations de résistance du microphone, sous l'influence de la voix, provoquent des variations d'intensité dans le circuit primaire P-P de la bobine d'induction, lequel engendre à son tour les courants secondaires propres à la conversation.

Lorsque le poste central est appelé par un poste supplémentaire, l'annonciateur A, intercalé dans le circuit de la ligne du poste, fait déclancher, au moment où le courant issu du poste supplémentaire vient se boucler sur lui, un volet qui, en tombant, vient fermer le circuit d'une batterie de piles locales, intercalées entre C et Z sur la sonnerie S. Cette sonnerie fonctionne suivant la position du commutateur CS. Dans la position de la manette du commutateur CS, placée à gauche, suivant la figure 3, la sonnerie ne fonctionne que pendant la durée des appels du poste supplémentaire ; dans la position de droite, elle fonctionne continuellement, tant que le volet de l'annonciateur du tableau n'a pas été relevé. Après l'appel au tableau standard, l'opérateur introduit une des deux fiches F du cordon à double fiche dans le jack-knive correspondant à l'annonciateur qui a reçu l'appel, baisse son levier de la clef d'appel sur la position de conversation, et entre en communication avec le poste appelant ; ce dernier, demandant la communication avec un des postes renés au tableau, l'opérateur introduit la deuxième fiche du cordon dans le jack-knive du poste correspondant, envoie une émission de courant en mettant par plusieurs coups successifs le levier de la clef d'appel sur la position de l'appel, et, en dernier ressort, remet son levier



dans la position du repos. Dans cette dernière position, les deux postes simples sont reliés entre eux, mais il existe une dérivation du courant sur le circuit du cordon à double fiche qui va se fermer sur l'annonceur B, appelé annonceur de fin de conversation. Lorsque les deux postes reliés ont terminé leur conversation, il suffit que le bouton d'appel de l'un des deux soit pressé pour envoyer un courant qui fait déclancher le volet de l'annonceur de fin de conversation, ce qui annonce à l'opérateur que la communication est terminée.

Dans la pratique, et je m'en prends à tous ceux qui ont à se servir assez fréquemment du téléphone, on oublie assez souvent, après une communication, d'annoncer la fin de cette communication en pressant sur le bouton d'appel, et s'il n'existe pas au tableau central de dispositif automatique permettant de se rendre compte que la communication est terminée, les postes précédemment reliés se trouvent momentanément hors circuit, tant que l'attention de l'opérateur n'a pas été attirée. Depuis plusieurs années, et notamment dans les tableaux centraux de l'Etat, la fin de la conversation est annoncée automatiquement, au moment où l'abonné raccroche son récepteur, après la conversation.

Nous verrons plus tard comment fonctionnent ces tableaux, dits tableaux à batterie centrale, et quels sont les différents avantages obtenus.

(A suivre.)

LAUR

*Membre de l'Association,  
Ingénieur de la Société française  
des Téléphones (système Berliner).*

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

4<sup>e</sup> CONGRÈS INTERNATIONAL D'AERONAUTIQUE (Nancy  
18-23 septembre 1909). Rapports et mémoires publiés par  
les soins de la *Commission permanente Internationale d'Aé-*



*ronautique*. Un volume in-8° (16×25) de 480 pages, avec figures, 1 planche et 1 carte hors texte. Broché, 8 fr. (H. DUNOD et E. PINAT, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris).

Les immenses progrès accomplis dans la conquête de l'air devaient donner, à un congrès aéronautique réuni à la fin de l'an dernier, un exceptionnel intérêt. Tel fut le cas du *Quatrième Congrès International d'Aéronautique*, qui tint ses assises à Nancy, du 18 au 23 septembre 1909, et auquel prirent part un grand nombre de ceux qu'ont rendus célèbres leurs travaux théoriques ou leurs expériences pratiques dans les diverses branches de l'aérostation ou de l'aviation.

Le volume, de près de 500 pages, qui reproduit la physionomie du Congrès et résume ses délibérations, contient comme en une série de tableaux de maîtres, une image très complète des préoccupations actuelles des aéronautes. L'aérostation proprement dite y tient encore une large place ; la construction des dirigeables et l'étude de leur marche ont, avec la production de l'hydrogène, donné lieu à des rapports ou à des mémoires d'un grand intérêt, tandis que les travaux relatifs à la détermination de la position d'un aérostat et à la construction de cartes spéciales à l'Aéronautique montrent le sens dans lequel doivent être orientées les recherches, si l'on veut donner aux aéronautes des moyens faciles de déterminer leur route.

L'aviation, qui constituait naturellement la grande attraction du Congrès, occupe dans le volume une place fort importante. Le déplacement et l'équilibre des aéroplanes, les hélices, les moteurs ont été l'objet de mémoires qu'aucun aviateur comme aucun constructeur d'aéroplanes ne saurait ignorer.

Enfin, les formes nouvelles de la navigation aérienne ont fait surgir des questions de droit qu'il est urgent de résoudre, et qui ont été mûrement discutées au Congrès, en vue de préparer des matériaux pour les conférences officielles qui auront à créer le droit aérien.

Les sondages de l'atmosphère ont fait mieux connaître le régime des vents et des températures dans ses couches supérieures. C'est là une météorologie nouvelle, excellemment exposée dans ce volume par un de ses créateurs.

Citer des noms nous entraînerait trop loin : le lecteur découvrirait sans peine, dans la table des matières, les plus connus et les plus aimés de la science aéronautique.

---

*LES ASCENSIONS EN BALLON LIBRE, GUIDE DE L'AÉRONAUTE-PILOTE*, par le Commandant Paul RENARD. Ouvrage publié sous les auspices de l'*Aérophile*. Un volume in-8° (18×12) de 228 pages, avec 54 fig. Broché : 4 fr. ; cartonné : 5 fr. 50. (H. DUNOD et E. PINAT, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI°).



Ce nouveau volume du commandant Paul Renard n'est ni un traité théorique à l'usage des personnes désireuses de s'instruire en aéronautique, ni un ouvrage de vulgarisation; comme son nom l'indique, c'est un simple guide pratique à l'usage des aéronautes pilotes en ascension libre.

Malgré les admirables progrès des dirigeables et des aéroplanes, le vieux sphérique, comme l'appellent les amateurs de voyages aériens, a toujours ses adeptes, et ceux-ci deviennent de plus en plus nombreux et de plus en plus fervents. C'est pour eux que l'auteur a écrit ce volume.

Dans un premier chapitre, le commandant Renard énonce, sans les démontrer, les lois des mouvements verticaux des aérostats.

Les chapitres suivants sont consacrés aux règles de manœuvre des aérostats; ces règles sont toutes justifiées soit par la théorie, soit par l'expérience acquise dans de nombreuses ascensions. Les prescriptions formulées sont souvent appuyées par des exemples, tous tirés de l'histoire des ascensions en sphérique.

Nous ne pouvons énumérer tous les sujets traités; bornons-nous à signaler les plus importants, tels que la division d'un voyage aérien en des phases complètement différentes, les préceptes relatifs à la manœuvre du lest et de la soupape, la connaissance du chemin parcouru, les différents modes d'atterrissage, les opérations à exécuter après la descente, etc.

Outre les aéronautes pilotes, auxquels ce livre s'adresse d'une façon particulière, nous en conseillerons la lecture à ceux qui, sans aspirer à un brevet d'aéronaute, désirent participer à des ascensions libres, en comprenant ce qui se passe et les raisons des manœuvres exécutées par le pilote. Ceux même qui, sans sortir de chez eux, voudraient se rendre compte des péripéties d'un voyage aérien et des émotions qu'il provoque, pourront en entreprendre la lecture : nous ne croyons pas qu'ils aient à s'en repentir.

En résumé, malgré sa destination toute spéciale, le *Guide de l'Aéronaute-Pilote* peut être lu par tous ceux qui s'intéressent à l'aéronautique, c'est-à-dire aujourd'hui par tout le monde.

---

**COURS DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE AUX MACHINES,**  
par J. BOULVIN, professeur à l'Université de Gand. — 5<sup>e</sup> volume : *Machines à vapeur y compris les turbines*. In-8° de 566 pages, avec 12 planches et 438 figures, 2<sup>e</sup> édition. Paris, GEISLER, rue de Médicis, 1.

La réputation de ce grand ouvrage, consacrée par le prix Plumey, de l'Institut, nous faisait désirer vivement l'apparition de la 2<sup>e</sup> édition du 5<sup>e</sup> volume, consacré entièrement à la machine à vapeur. Notre attente n'a pas été déçue; ce nouveau livre renferme une très grande quantité de matières que l'auteur a condensées avec un talent et une conscience remarquables.

Il a fallu, pour produire une pareille œuvre, beaucoup de science jointe à une grande expérience. Car c'est là une carac-



téristique de cet ouvrage; la théorie y est constamment mise à contribution, non pour échafauder de laborieux calculs dépourvus de conclusion, mais pour éclairer et justifier la plus saine pratique.

La machine à pistons, si variée et si complexe, est traitée dans toutes ses parties avec des renseignements précieux et inédits; nous y voyons figurer, avec leurs perfectionnements, les moteurs les plus modernes. La condensation et la réfrigération y sont exposées avec beaucoup plus de détails que dans les ouvrages plus anciens. On sait, d'ailleurs, combien ces fonctions ont acquis d'importance pour les turbines.

En ce qui concerne cette dernière forme du moteur à vapeur, le livre du savant professeur de Gand comble à son heure une lacune dont souffraient la plupart des techniciens; il expose avec concision et clarté, en les illustrant de figures bien composées, les différents systèmes de turbines à vapeur, et donne, pour chacun d'eux, un exemple complet de calcul et d'avant-projet qui conduit le lecteur pas à pas à la solution de ces problèmes difficiles.

La place de ce volume est marquée dans les Ecoles techniques, les bureaux d'études et les usines qui emploient la force motrice à vapeur.

---

*CONSTRUCTION ET FONCTIONNEMENT DES MOTEURS A COMBUSTION INTERNE*, traité pratique des méthodes de construction avec calculs à l'usage des industriels, ingénieurs et constructeurs, par E. MATHOT. 1 vol. 700 p. Béranger, éditeur, Paris, 1909.

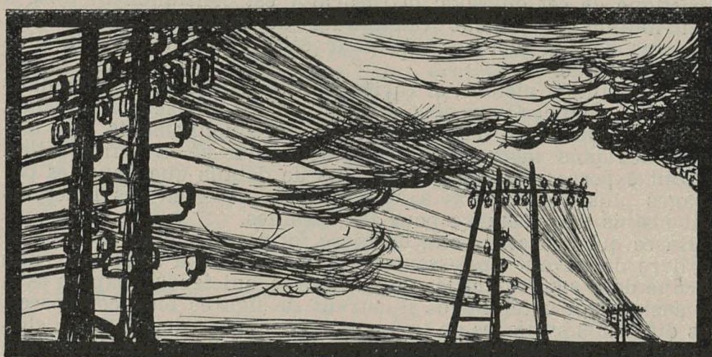
*LA RADIOACTIVITÉ ET LA CONSTITUTION DE LA MATIÈRE*, par A. BATTELLI, A. OCCHIALINA, S. CHELLA, de l'Institut de Physique de l'Université de Pise, traduit de l'italien, par Mme Battelli. 1 vol. in-8° de VIII-360 pages avec 144 fig. Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1910. Prix : 8 fr.

*L'ÉVOLUTION DES MONDES*, par SVANTE ARRHENIUS. Traduction française de T. SEYRIG. 1 vol. illustré, 246 p. Béranger, éditeur, Paris, 1910. Prix : 7 fr. 50.

*RECHERCHES SUR LA DÉCHARGE DES CONDENSATEURS*, thèse présentée à la Faculté des sciences de Paris, par M. André LÉAUTÉ. 1 vol. 70 p. Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1910.

---





PARIS - 1910

Hippolyte Bernier.

Il sera répondu à cette place aux demandes de renseignement qui seront adressées au Secrétaire-Gérant du Bulletin. Les demandes devront être accompagnées d'une bande d'envoi du *Bulletin*.

## BOITE AUX LETTRES

**M. T. L. à Pantin.** — On reconnaît facilement la présence du bicarbonate de chaux dans une eau en y versant quelques gouttes de teinture de campêche ; cette eau prend une teinte violacée ; il est bien rare qu'une eau de source n'en contienne pas.

**M. D. E., à Paris.** — La couleur trouble des eaux en temps de crue ne tient qu'à l'insuffisance des sels alcalins en dissolution : l'argile, non coagulée par ces derniers, se trouve en suspension.

**M. V. R. à Amiens.** — Il n'existe pas, à ma connaissance, d'enduit susceptible de s'opposer à la salpêtration des murs. On les recouvre généralement avec des feuilles de plomb : c'est assez coûteux. Vous pourriez peut-être essayer du papier bitume que l'on emploie dans la fabrication des terrasses en ciment volcanique, quitte à le changer de temps à autre. On évite les inconvénients du salpêtrage par l'emploi des lambris.



## NOS MEMBRES HONORAIRES

Nous sommes, une fois de plus, profondément honorés d'avoir à enregistrer deux nouvelles adhésions ; ce sont celles de :

M. Louis BARBILLION, Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, directeur de l'institut électrotechnique et de l'école française de papeterie ;

M. le PRÉSIDENT de l'Association amicale des anciens élèves de l'école municipale supérieure Arago.

A cette occasion, nous publions ci-dessous un extrait de la lettre d'adhésion de M. C. Blétry, qui n'avait pu trouver place dans notre précédent numéro ; c'est un témoignage de la valeur de notre groupement aux yeux du monde industriel.

*... Je suis de cœur avec tous ceux  
qui sont des travailleurs intelligents et certes les membres  
de votre société sont de ce nombre...*

LE COMITÉ.

## BIBLIOTHÈQUE

Dans l'attente que quelque Mécène nous construise un hôtel particulier, ainsi que le cas s'est déjà produit pour nos sœurs aînées (1), nous sommes pourtant heureux de faire connaître à nos collègues qu'à partir du 1<sup>er</sup> juillet prochain la bibliothèque de la Société sera installée chez notre sympathique vice-président : M. MERCIER, architecte, 15, rue de Verneuil, à Paris. Nous remercions bien vivement M. MERCIER de sa généreuse hospitalité.

Chaque lundi, la bibliothèque sera ouverte de 8 h. à 10 h. du soir. Un service de prêt à domicile sera organisé ; les conditions en seront indiquées sur place.

Plusieurs périodiques nous parviennent régulièrement, parmi lesquels nous pouvons citer :

*La Technique moderne ;*

---

(1) Il ne s'agit ici que de Sociétés mutuelles (Note du Gérant)



*La Revue des Industries du Livre ;  
Le Journal de la Marbrerie et la Revue de la Construction ;  
L'Arc-en-ciel.*

Les sociétaires dont les relations comprennent des personnes susceptibles de contribuer à l'enrichissement de notre bibliothèque par un apport de volumes ou un échange de périodiques avec notre *Bulletin*, sont priés de nous les faire connaître.

LE COMITÉ.

---

## VISITES ET CONFÉRENCES

---

Samedi 9 Juillet, à 9 h. 3/4 du matin,

VISITE DE LA FABRIQUE

DE CONSERVES ALIMENTAIRES ESTIVAL & C<sup>ie</sup>,

100, rue Molière, Ivry-Port.

(Rendez-vous à 9 h. 1/2 devant la porte de l'usine).

VISITE DE L'USINE. — Ecossage mécanique des petits pois ; blanchiment des légumes ; fermeture mécanique des boîtes de conserves ; stérilisation finale.

La permission de prendre des photographies sera accordée.

*(L'usine est située près de la station du Chevaleret, sur la ligne d'Orléans ; on arrivera exactement en prenant le train qui part du quai d'Orsay à 9 h. 05).*

---

ASSOCIATION DES ÉLÈVES DES LABORATOIRES BOURBOUZE

Samedi 2 Juillet, à 8 h. 1/2 du soir,

LE LIN. LA SOIE. LE TISSAGE.

CONFÉRENCE

par M. Cavillon, *Conseiller du Commerce  
extérieur, Vice-président de la Société nationale  
des Conférences populaires,*

avec projections, appareils de démonstration et échantillons.

Salle de la Pharmacie Centrale, 7, rue de Jouy.

---

*Le Secrétaire-Gérant . E. DELAUPE.*

---

Paris. — Imp. Stemmer, 175, Rue Saint-Honoré.



## DE LA CATHÉDRALE



Symbole imposant du passé, la cathédrale semble être un catafalque au centre de la cité moderne. Elle ne représente plus pour nous, héritiers d'une autre race, que la force constante des traditions et de l'Histoire, au travers du cycle des siècles.

Matériellement, la Cathédrale nous est étrangère. L'Edifice, merveille de proportions et de lignes harmonieuses, ne sait que nous étonner, car notre époque est loin d'elle. Cependant, elle atteste la puissance de ce qui fut ; elle représente le besoin d'un autre âge, elle symbolise le résumé de la vie sociale des <sup>xiii</sup><sup>e</sup>, <sup>xiv</sup><sup>e</sup> et <sup>xv</sup><sup>e</sup> siècles, la foi vivace des aïeux — comme Hugo l'a merveilleusement décrit dans son œuvre capitale : *Notre-Dame de Paris*.

Une époque affirme sa puissance à la postérité par la synthèse et la production enrichie d'un legs d'art ; et, à chaque heure de l'histoire, suivant les besoins sociaux, et ceux de l'évolution, la formule d'art se transformera : elle a comme règle immuable la diversité. Autant d'individus, autant de formules d'art. Aussi, ce qui donne la puissance et la majesté de la Cathédrale, c'est d'avoir su coordonner, sous l'esquisse d'un architecte de génie, la maîtrise des talents de ceux qui l'ouvrirent, pour l'harmonie d'un tout.

Notre heure est fort loin de posséder cette coordination, nécessaire à l'œuvre parfaite. Notre heure appartient à l'ingénieur. Nous savons édifier hâtive-



ment le hall des gares et des entrepôts, lancer l'arche d'acier au-dessus des abîmes, élever la nef d'où partira le dirigeable (vitesse, résistance, et sustentation) ; en résumé, nous nous arrêtons, pour des causes économiques indispensables à observer, à la simple formule mathématique, et bien loin de la donnée d'art. Notre heure, pour le futur, disparaîtra. Nous n'aurons rien légué, ayant tout reçu. Nous ne possédons pas, comme le moyen-âge l'a possédé, l'édifice d'art, ainsi que les anciennes civilisations de Rome, d'Athènes, de Carthage, d'Alexandrie, de Babylone, qui nous ont transmis, des temps reculés, la marche ascendante de l'esprit humain. Certes, les éléments mécaniques, seules forces réelles de notre époque de vitesse, de force électromotrice, en résumé la machine et l'usine, sont extrêmement modifiables, et appartiennent à la science expérimentale, dont, comme en toute matière, le parfait ne peut être atteint.

Devant l'édifice de pierre qui nous émeut, colossal par ses dimensions, évoquons un instant ce que fut la Cathédrale, ce que furent ces bâtisseurs de génie : imagiers, artisans d'une même œuvre, et, rapidement, esquissons les moyens et procédés qu'ils employèrent pour la construction des nefs, l'élévation des tours.

---

## HISTORIQUE

Avant tout, rappelons le type de la Basilique, à la naissance des âges chrétiens, et dont la Cathédrale n'est que l'affinement d'une foi toute neuve et naïve.

Au <sup>iv</sup><sup>e</sup> siècle de notre ère, l'architecture romaine était en décadence. Les constructions chrétiennes de cette époque le prouvent. On arrachait les matériaux des édifices anciens, et on les assemblait avec incohérence. Il y avait cependant à Rome un genre de construction qui pouvait convenir aux cérémonies du nouveau culte, les *Basiliques*, dont il ne reste aujourd'hui que des vestiges à Pompéi, à Otricoli, et à Rome dans le Forum de Trajan. Le type général se composait d'un vestibule, d'une large nef principale, de deux ou quatre nefs latérales ou bas-côtés, d'un transept ou nef transversale, et d'une abside où siégeaient les magistrats ; ces basiliques



devinrent des temples chrétiens, dès que Constantin eut assuré la situation nouvelle du Christianisme, et on construisit des églises sur le plan et l'imitation des basiliques; telles sont les basiliques de Saint-Jean-de-Latran, Sainte-Marie-Majeure, Sainte-Croix de Jérusalem, Saint-Clément, et, hors les murs : Saint-Paul, Saint-Laurent, Saint-Sébastien et Sainte-Agnès (1).

La Basilique chrétienne comprenait un *Atrium* entouré de portiques, un *narthex* ou vestibule communiquant avec l'église et divisé en plusieurs nefs par des colonnades, un *transept* ou nef transversale, et enfin l'*abside* où se trouvait la *Cathedra* ou siège de l'officiant. Au-dessus des bas-côtés régnait parfois une galerie haute ou *triforium* réservée aux femmes. Tout près était le *Baptistère*, édifice circulaire ou polygonal.

L'Empereur Constantin transféra, en 328, le siège de l'Empire à Byzance, et lui donna son nom : Constantinople; il l'emplit de nombreux édifices, de même que ses successeurs, Théodose surtout; mais l'époque de Justinien, le vi<sup>e</sup> siècle, est l'époque la plus brillante de l'architecture néo-grecque ou byzantine, produit de l'art dégénéré des Grecs, combiné avec celui des Orientaux. C'est Justinien qui fit construire Sainte-Sophie, dont Anthémius de Tralles et Isidore de Milet furent les architectes. Ce qui distingue Sainte-Sophie, c'est la coupole, portée sur quatre piliers formant un plan carré, à l'aide de *pendentifs* (2). La coupole existait à Rome, au Panthéon, mais elle y porte sur un mur circulaire. C'est aussi Justinien qui continua, à Ravenne, l'église de Saint-Vital, sur plan octogone. Ici, la base circulaire de la coupole est rattachée au plan octogone par huit pendentifs.

L'art byzantin a exercé une puissante influence. En Italie, après Ravenne, Saint-Marc de Venise, commencé au x<sup>e</sup> siècle, et en Sicile, au xii<sup>e</sup> siècle, ce sont des Byzantins qui décorent la chapelle palatine de Palerme, le dôme de Céphalu, l'église de Monréale, etc. En France, le système des coupoles byzan-

(1) Voir Conférence de Edm. GUILLAUME, architecte du Louvre: *Histoire de l'Art et de l'Ornement*, Paris, 1887.

(2) Nom donné, en architecture, à des portions de voûte suspendues entre les arcs d'encadrement d'une coupole pour passer d'un plan carré à un plan octogonal ou circulaire; le mot pendentif est également employé, mais abusivement, dans le sens de *cul de lampe* ou de *clef pendante*.



tines se propage, du <sup>x</sup><sup>e</sup> au <sup>xii</sup><sup>e</sup> siècle, dans le Périgord, l'Angoumois, la Saintonge, etc... ; Saint-Front de Périgueux en est le type le plus célèbre.

Pendant cette période, on renonça presque complètement aux ordres antiques ; la feuille d'acanthé est souvent remplacée par d'autres feuillages variés, aigus, souvent enlacés. Les moulures sont décorées de diverses combinaisons de lignes empruntées les unes aux plus anciens monuments helléniques, les autres aux tapis persans.

Les églises construites en France, du <sup>v</sup><sup>e</sup> au <sup>x</sup><sup>e</sup> siècle, sont exécutées suivant les traditions plus ou moins bien conservées de la pratique romaine. On a appelé *latin* le style qui a régné pendant cette époque. Les monuments encore existants sont rares. On peut cependant citer : les cryptes de Lyon, d'Agén, de Montmajour, l'église de Saint-Jean de Poitiers, du <sup>vi</sup><sup>e</sup> siècle, et le portail de Notre-Dame-des-Doms à Avignon, du commencement du <sup>x</sup><sup>e</sup> siècle.

Après les invasions des Normands et la terreur de l'An 1000, les arts se relèvent et renaissent sous l'influence monastique. Une architecture, qu'on a appelée *romano-byzantine*, qu'on a nommée ensuite plus simplement *architecture romane*, commence à se montrer à Arles, à l'Abbaye de Sainte-Trophime, à l'Abbaye de Moissac (Tarn-et-Garonne), au portail septentrional de Saint-Denis, où l'un des *pieds droits* (1) semble inspiré d'une belle frise romaine et où l'autre est presque du pur byzantin.

La forme typique du style romain est l'arcade en plein-cintre, les chapiteaux variés à l'infini, et, dans les ornements, les méandres, les damiers, les arcs, les billettes prismatiques ou cylindriques ; en outre, principalement dans le Midi, des enroulements, des rinceaux, des feuillages enlacés, des palmettes, des rais de cœur, souvenirs directs des édifices romains. L'église Saint-Germain-des-Prés et l'abside de Saint-Martin-des-Champs à Paris, les abbayes des Hommes et des Dames à Caen, Notre-Dame de Poitiers, les églises d'Issoire, du Puy, de Clermont en Auvergne, de Saint-Remi à Reims, l'abbaye de Moissac près Cahors sont les plus beaux exemples de l'architecture romane, qui, rationnelle

(1) On nomme *pieds-droits* la partie du trumeau ou jambage d'une porte ou d'une croisée qui comprend le bandeau ou chambranle, le tableau, la feuillure, l'embrasure de l'écoinçon.



dans sa composition, noble et sévère dans son ensemble, est peut-être le titre le plus vrai de l'art chrétien.

Le prolongement des nefs latérales autour du chœur est la modification la plus importante qu'ait subi, au XI<sup>e</sup> siècle, le plan des églises d'Occident. En même temps, les bras du transept firent saillie à l'extérieur, et l'ensemble du plan prit la forme d'une croix latine. Un *triforium* régna au-dessus des bas-côtés, une *crypte* s'étendit sous le sanctuaire, enfin, sur l'édifice, se sont dressés les clochers et les combles, et les plafonds en bois sont remplacés par des voûtes, point de départ de toutes les transformations architecturales, d'abord dans le style roman, plus tard dans le style gothique. La poussée des voûtes oblige à diminuer la largeur des nefs, à augmenter l'épaisseur des murs ; puis, quand vient la voûte d'arête, la nécessité des contre-forts se fait sentir. La construction et la physionomie de l'édifice en sont transformées.

Au XII<sup>e</sup> siècle, commence la transition qui doit nous conduire à l'architecture dite *gothique*. Les colonnes sont en général plus sveltes, plus légères que pendant la première période de l'architecture romane : on voit des griffes aux angles des plinthes, les chapiteaux se couvrent de feuillages et de figures d'animaux réels ou imaginaires. En même temps, la condition des artistes change. Ils étaient jusque-là, en grande partie, clercs ou moines ; peu à peu, ce sont des laïques qui apparaissent, se groupent en corporations, ont leur règlement et leur administration. Vers le milieu du XII<sup>e</sup> siècle, quand la forme ogivale prend faveur, le style roman reste à peu près ce qu'il était précédemment.

Il existe des églises présentant des cintres et des ogives à la fois, souvent même les cintres sont superposés aux ogives. Ce sont là des édifices du *style de transition*.

L'invention de la voûte en arc d'ogive, et son application, est le signe caractéristique du *style dit gothique* ou plutôt ogival.

Au XIII<sup>e</sup> siècle, l'art nouveau atteint son apogée ; de cette époque datent les plus belles cathédrales : celles de Paris (commencée à la fin du XII<sup>e</sup> siècle), d'Amiens, de Reims (sauf la façade qui est postérieure), de Chartres, de Laon. De la France, l'architecture gothique se répand chez les peuples voisins, où nos artistes vont la porter.



On a divisé l'art ogival en trois époques :

1° Le *style ogival primaire* ou de l'ogive à lancettes ; c'est l'ogive de la fin du XII<sup>e</sup> et de tout le XIII<sup>e</sup> siècle ;

2° Le *style ogival secondaire ou rayonnant*, pendant lequel l'ogive est équilatérale ou à tiers-point ;

3° Le *style ogival tertiaire, fleuri ou flamboyant*, pendant lequel l'ogive est plutôt surbaissée, appelée communément « l'anse de panier ». Cette ogive est particulièrement en usage au XV<sup>e</sup> siècle.

Au XIII<sup>e</sup> siècle, les nefs des bas-côtés des Cathédrales se doublèrent tout autour du chœur, tel qu'auprès de la nef principale de Notre-Dame de Paris, et on augmenta le nombre des chapelles secondaires, groupées autour de l'abside ; elles eurent une forme carrée, qu'elles n'avaient point avant cette époque ; elles furent même continuées dans toute l'étendue des nefs latérales, depuis les transepts jusqu'aux façades.

La sculpture d'ornement prend au XIII<sup>e</sup> siècle un caractère tout nouveau. Les artistes imitent la flore de leur pays ; ce sont des fleurons ou calices de fleurs en saillie, des berces, des iris, des trèfles à pétales arrondis, etc... Le chêne, le hêtre, le houx, le chardon, la vigne, le lierre, la rose, la renoncule, toutes les feuilles de nos bois, toutes les fleurs de nos prairies furent ingénieusement combinées pour former une ornementation toute nationale. La statuaire gothique atteint aussi, au XIII<sup>e</sup> siècle, tout son éclat et réalise, sous des formes simples et élégantes, l'idéal le plus élevé.

Nous avons cité, comme œuvres principales de la période primaire, les Cathédrales de Paris, d'Amiens, de Reims, de Chartres, de Laon ; on peut y joindre la Sainte-Chapelle de Paris, le réfectoire de Saint-Martin-des-Champs, aujourd'hui la bibliothèque du Conservatoire national des Arts-et-Métiers, et, pour parties au moins, les Cathédrales de Rouen, de Bourges, de Soissons, de Noyon, de Meaux, de Tours, de Séz, de Coutances et de Bayeux. Le château de Coucy, les enceintes d'Aigues-Mortes et de Carcassonne sont de remarquables modèles de l'architecture militaire du XIII<sup>e</sup> siècle.

Au XIV<sup>e</sup> siècle, le *style ogival secondaire* produisit peu de grands édifices religieux. Il acheva plutôt ceux commencés. Il se distingua surtout du XIII<sup>e</sup> par une exécution plus



habile, plus recherchée, et par une tendance plus marquée vers la nature et la réalité. Les principaux édifices qui possèdent des parties importantes du <sup>xiv</sup><sup>e</sup> siècle sont : l'église Saint-Ouen à Rouen, le portail Nord de Notre-Dame de Paris, la tour de l'église Saint-Pierre à Caen, le grand portail de la Cathédrale de Bayeux, la nef de la Cathédrale de Troyes, les Cathédrales de Rodez, de Metz et de Toul, l'église Saint-Séverin à Paris, et enfin, comme architecture militaire, le Château de Vincennes.

Le *style ogival tertiaire*, qui comprend le <sup>xv</sup><sup>e</sup> siècle et une partie du <sup>xvi</sup><sup>e</sup>, apporte une science profonde des combinaisons de la construction, mais aussi une grande profusion d'ornements et de détails ; les lignes horizontales sont bannies, les arcades en accolade ou surbaissées apparaissent, les piliers n'ont souvent point de chapiteaux, les meneaux ne sont plus cylindriques : ils se ramifient et forment des dessins ondulés, des courbes et des contre-courbes qu'on a comparées à des *flammes*, d'où est venu le nom de *style flamboyant*.

Dans les ornements de ce style, on trouve surtout employés les choux frisés et contournés, les feuilles aigües et déchiquetées du chardon, les rinceaux de la vigne, une foule de plantes indigènes exécutées, détachées avec une habileté incroyable. La statuaire du <sup>xv</sup><sup>e</sup> siècle a beaucoup perdu de sa naïveté, l'habileté d'exécution est aussi grande que possible, mais l'artiste songe plus à faire de la satire qu'à rappeler les types religieux et sévères de l'histoire de l'église.

Les édifices complets du <sup>xv</sup><sup>e</sup> siècle sont rares en France, mais on en trouve des parties importantes au porche, à la façade et à la nef de Saint-Germain-L'Auxerrois à Paris, aux chœurs de Saint-Gervais et de Saint-Merry, à la tour Saint-Jacques-de-la-Boucherie, au portail, à la nef et à la tour Nord de Notre-Dame-de-l'Epine près de Châlons-sur-Marne, au porche et à des parties de la nef de Saint-Maclou, au portail latéral de la Cathédrale de Beauvais, etc... Les édifices militaires et civils sont plus nombreux. On peut citer le Château de Pierrefonds, l'Hôtel de Jacques-Cœur à Bourges, le palais de justice à Rouen, l'Hôtel de Sens et l'Hôtel de Cluny, tous deux à Paris.

Les architectes, ou plutôt les *maîtres de l'œuvre*, comme



on disait au Moyen-Age, de tous ces grands édifices, sont peu connus. On ne peut guère citer que Guillaume de Sens, qui dressa les plans des Cathédrales de Sens et de Cantorbéry en Angleterre, Robert de Luzarches qui commença la Cathédrale d'Amiens, Pierre de Montereau ou de Montreuil qui fit la Sainte-Chapelle à Paris, Jean de Chelles qui fit les portraits latéraux de Notre-Dame, Hugues Libergier qui construisit à Reims l'église Saint-Nicaise, chef-d'œuvre disparu, Erwin de Steinbach qui commença la Cathédrale de Strasbourg, et enfin Pierre de Corbie, et son ami et contemporain Villard de Honnecourt, qui dirigea la construction du chœur de la Cathédrale de Cambrai, aujourd'hui disparu. On possède de ce dernier, à la Bibliothèque Nationale, un recueil de croquis et de notes qui donne une idée assez complète des connaissances théoriques en architecture au XIII<sup>e</sup> siècle. Nous ne devons pas oublier Raymond du Temple, qui fut l'architecte de Charles V au Palais du Louvre.

*(A suivre.)*

Hippolyte BERNIER,  
*Membre de la Société.*



SENS 1908

Hippolyte Bernier



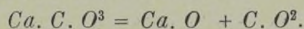
## FABRICATION DES CHAUX HYDRAULIQUES ET DES CEMENTS DE GRAPPIERS

(suite)

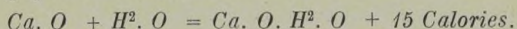
Avant de commencer l'étude de la fabrication proprement dite, il est utile de passer en revue les phénomènes physiques ou chimiques sur lesquels cette fabrication est basée. Je me suis inspiré pour ce travail des dernières études publiées sur la question, notamment de celles de MM. Le Châtelier, Candlot, Leduc, Laborde, et aussi des notes recueillies au cours professé au Conservatoire des arts et métiers par M. le professeur *Verneuil*.

### Chimie chauxfournière

CHAUX. — Nous avons vu que la chaux était produite par la calcination du carbonate de chaux :



Cette décarbonatation a lieu entre 800 et 900°, et le produit obtenu est de l'oxyde de calcium, qui a la propriété de se gonfler et de tomber en poussière au contact de l'eau, en se transformant en hydrate de chaux, avec production d'un fort dégagement de chaleur :



C'est à cette propriété qu'on doit la pulvérisation sans frais des chaux hydrauliques, et aussi la destruction des maçonneries où peuvent se trouver des portions de chaux non éteinte.

Cet hydrate de chaux est soluble dans l'eau (1 gr. 03 par litre), et il ne peut acquérir un peu de dureté que par sa déshydratation ou par la transformation de l'hydrate en carbonate de chaux ; cette dernière réaction est activée quand la chaux est en dissolution.

La chaux par elle-même ne peut donc contribuer au durcissement des mortiers, et nous verrons que ce n'est qu'à l'état de sels obtenus avec l'acide silicique qu'elle peut ac-

---

(1) Voir *Bulletin* n° 20



quérir cette propriété. L'étude du silicium et de ses composés avec la chaux est donc indispensable pour la compréhension facile de la théorie de la composition et du durcissement des produits hydrauliques.

SILICIUM. — Le silicium est un métalloïde de la famille du carbone, ayant comme lui la faculté d'engendrer une foule de composés.

Son oxyde est la silice *Si. O<sup>2</sup>*, qui forme la moitié peut-être de l'écorce terrestre, et qui est connue sous deux états :

1° Amorphe ;

2° Cristallisé anhydre.

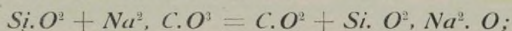
Pour le premier état, c'est une poudre blanche, isolée par Berzélius en décomposant le fluorure double de potassium et de silicium *Si. K<sup>2</sup>. F<sup>6</sup>*.

Sous le second état, c'est le quartz hyalin, dont la densité est 2,66, et qui, chauffé brusquement, décrépite à 560°, et se fissure, mais en conservant encore une certaine dureté ; il fond à 1.880°, en se transformant en verre, et sa densité tombe alors à 2,2. Avant d'arriver à cet état, il subit une transformation intéressante, vers 1.500° ou 1.600°. A cette température, on voit, en effet, sa densité baisser peu à peu de 2,66 à 2,3 ; on a alors une autre forme de la silice, c'est la tridymite.

Ce sont ces différences de densité de la silice à diverses températures qui expliquent les différences de dilatation des produits dans lesquels entre ce corps.

Il existe encore une forme de la silice, dans laquelle elle se trouve formée d'une partie quartzeuse, et d'une autre formée de silice amorphe hydratée, ou simplement de cette dernière contenant de 2 à 3 % d'eau ; c'est le groupe des calcidines, et, au-dessus de 3 % d'hydratation, c'est le groupe des opales. Le silex pyromaque, qui se rattache au groupe des calcidines, se trouve en rognons dans le carbonate de chaux ; c'est un noyau de silice gélatineux qui s'est contracté en se déshydratant sous l'action du temps.

La silice chimique est le degré le plus avancé de l'hydratation de la silice, et on l'obtient par la décomposition des silicates par les acides. En effet, si on chauffe de la silice avec du carbonate de soude on obtient le métasilicate de soude :





ce métasilicate, additionné d'eau, et versé dans l'acide chlorhydrique étendu, donnera au bout d'un certain temps un précipité gélatineux.

ACIDE SILICIQUE. — La silice normale  $Si. O^2$ ,

ou



peut donner l'hydrate :  $Si \begin{array}{c} \diagup OH \\ | OH \\ \diagdown OH \\ | OH \end{array}$   $Si(OH)^4$ , ou  $Si. O^2, 2. H^2. O$ .

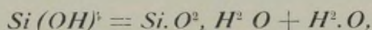
où 4 oxydyles saturant les 4 valences du silicium tétratomique. Cette formule développée est analogue à celle de l'eau  $H^2. O$ , que l'on peut aussi considérer comme de l'hydrure d'oxydyle :  $H-(O.H)$ .

L'hydrate de l'anhydride silicique  $Si(OH)^4$  est l'acide orthosilicique, qui donne des :

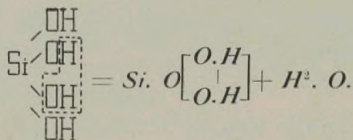
orthosilicate de soude :  $Si. O^2, 2. Na^2. O$ ,

orthosilicate de chaux :  $Si. O^2, 2. Ca. O$ .

L'acide orthosilicique se déshydrate lentement, à froid ; par évaporation, on obtient l'acide métasilicique :  $Si. O^2, H^2. O$ . L'équation de réaction est :



ou, plus schématiquement :



L'acide métasilicique forme :

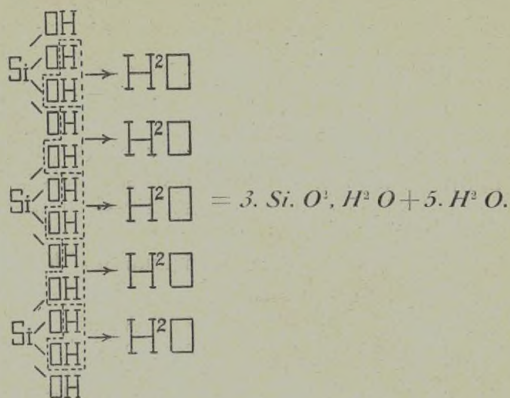
Le métasilicate de soude :  $Si. O^2, Na^2. O$ ,

Le métasilicate de chaux :  $Si. O^2, Ca. O$ .

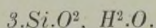
L'acide silicique hydraté est toujours soluble en partie dans l'eau et les acides. En analyse, on devra donc toujours insolubiliser la silice soluble pour en déterminer les propor-



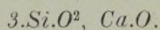
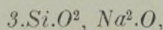
lions ; il suffit pour cela d'évaporer la solution à sec, et de chauffer ensuite à 110 ou 120 degrés pendant quelques heures. Cette opération porte le nom de frittage. Avec la déshydratation de l'acide silicique s'opère une soudure des molécules, et, dans un temps plus ou moins long, on pourrait arriver à l'opale ou au silex. Considérons, en effet, une série de molécules d'acide orthosilicique :



On voit qu'il se produira des départs successifs de molécules d'eau : les molécules de silice vont finir par se souder et il restera finalement :



C'est l'acide trimétasilicique qui donne naissance aux trimétasilicates :



SILICATES DE CHAUX ANHYDRES. — Le métasilicate de chaux  $\text{Si. O}^2, \text{Ca. O}$  existe dans la nature à l'état cristallin (Wollastonite). Il peut être obtenu directement par la fusion, car la silice et la chaux fondent, d'après Boudouard, à 1.440 degrés, dans le rapport  $\text{S. O}^2. \text{Ca. O}$ . Ce silicate pulvérisé, mis en digestion à froid dans des solutions de sels ammoniacaux,



dans de l'eau de chaux ou dans de l'eau pure, n'éprouve aucune altération. Il est attaqué seulement par les acides, et le fait d'être inattaquable par l'eau montre qu'il ne joue aucun rôle dans le durcissement des mortiers.

On a encore deux silicates très importants :

le silicate dicalcique :  $Si. O^2. 2. Ca. O.$

le silicate tricalcique :  $Si. O^2. 3. Ca. O.$

Le silicate dicalcique a été obtenu par Le Châtelier en fondant un mélange, en proportion convenable, de silice et de chaux. On obtient ainsi un culot, qui, retiré encore chaud du creuset, est compact, très dur, et se laisse difficilement casser au marteau. Mais la masse, en se refroidissant, se fendille peu à peu, se gonfle, et se désagrège progressivement, pour se réduire finalement en une poussière analogue comme aspect à la chaux éteinte, mais dans laquelle la combinaison est complète, car, sous l'action de l'acide chlorhydrique étendu, on obtient immédiatement un dépôt de silice en gelée. Ce phénomène, déjà observé sur les laitiers de hauts fourneaux suffisamment calcaires, est, en effet, le même que celui que l'on peut observer journellement dans la fabrication des chaux hydrauliques, où des surcuits, retirés encore chauds du four, se pulvérisent en se refroidissant. La cause de cette pulvérisation spontanée a été expliquée par Le Châtelier, qui l'attribue à une transformation dimorphique de silicate dicalcique, transformation analogue à celle que subit la litharge qui est sous forme de massicot à chaud. Le silicate dicalcique est décomposé par des solutions de sels ammoniacaux à chaud ou à froid ; l'action des acides y est plus rapide que sur le métasilicate, mais l'eau reste toujours sans action sur lui à froid et même à chaud ; enfin, pulvérisé et gâché avec de l'eau, il ne fait pas prise. Donc, comme pour le métasilicate, le silicate dicalcique ne peut jouer aucun rôle dans le durcissement des mortiers.

Le silicate tricalcique  $Si. O^2. 3. Ca. O$  ne peut être obtenu directement par la fusion d'un mélange de silice et de chaux ; il est indispensable de faire intervenir un fondant pour faciliter la réaction. M. Le Châtelier l'obtient en se servant du chlorure de calcium, qui donne un chlorosilicate de chaux :  $Si. O^2. 2. Ca. O, Ca. Cl^2$ , qui, décomposé par de la vapeur d'eau au-dessus de 450 degrés, donne du silicate tricalcique :  $Si. O^2. 2. Ca. O, Ca. Cl^2 + H^2 O = Si. O, 3 Ca. O + 2. H. Cl$ .



La masse obtenue est pulvérulente, sans trace de cristallisation, et il a donc été impossible de prouver son identité absolue avec les cristaux de ciment. Cependant, cette masse pulvérisée, et gâchée avec de l'eau, donne au bout de huit jours des briquettes ayant complètement fait prise, et ne présentant aucune trace de gonflement ou de tressaillure, ce qui démontrerait *a fortiori* que cette combinaison correspond bien à celle du principe actif des produits hydrauliques.

SILICATES HYDRATÉS. — Ils ne peuvent s'obtenir qu'en précipitant une solution d'eau de chaux par une solution de silicate alcalin ou de silice colloïdale :

*Si. O<sup>2</sup>, MO, Aq.*

Le précipité, au premier instant, est extrêmement volumineux, et ne présente aucune apparence cristalline ; M. Le Châtelier le suppose néanmoins cristallisé, mais formé de cristaux trop petits pour être visibles. Au bout de quelque temps, ce précipité se rassemble au fond du liquide sur une faible épaisseur et se cristallise. M. Le Châtelier explique ainsi ce phénomène qu'il avait observé pour le silicate de baryte :

(1) *Au moment de la précipitation du silicate de baryte, ce n'est pas la variété la plus stable de ce sel, et, par suite, la moins soluble qui se forme, mais bien, soit un hydrate particulier comme on en obtient parfois avec des solutions fortement sursaturées de sulfate de soude, soit une variété dimorphe comme on en obtient avec les solutions fortement sursaturées d'azotate de potasse, de chlorate de soude dans l'eau, d'iodure de mercure dans l'alcool. Après précipitation de cette variété plus soluble, la solution reste sursaturée par rapport à la variété plus stable et, par suite, peut la laisser cristalliser à son tour ; elle diminue alors de concentration, redissout une certaine quantité du premier sel précipité et se sature de nouveau, par rapport au second sel dont elle peut laisser cristalliser une nouvelle quantité, et ainsi de suite jusqu'à transformation totale du précipité. En réalité, ces deux phénomènes de dissolution et de cristallisation se produisent simultanément, mais en des points différents. Les nouveaux cristaux formés seront d'autant plus gros que*

(1) Recherches expérimentales sur la constitution des mortiers hydrauliques, par Henri LE CHÂTELIER. — Paris, V<sup>e</sup> Dunod, 1904.



*la transformation aura été plus lente. C'est exactement le même mécanisme que celui de la cristallisation du plâtre et de tous les mortiers.*

Le précipité de silicate de chaux se décompose au lavage et il cède sa chaux à l'eau jusqu'à un titre constant que M. Le Châtelier a fixé à 0 gr. 052 par litre. L'analyse du précipité lavé a donné :

<i>Si. O<sup>3</sup></i> .....	36.4.
<i>Ca. O</i> .....	35.7.
<i>H<sup>2</sup>. O</i> .....	27.0;

soit approximativement : *Si.O<sup>2</sup>, Ca.O, 2.5 (H<sup>2</sup>.O)*, et il se produit, pendant la réaction, un dégagement de chaleur équivalent à 12 calories.

Il nous reste maintenant à étudier les combinaisons de l'alumine et du fer avec la chaux, combinaisons jouant un rôle secondaire dans la fabrication, et même nul, du moins pour celles du fer, dans la prise.

ALUMINATES DE CHAUX. — M. Le Châtelier a pu déterminer la composition de trois aluminates définis :

<i>Al<sup>2</sup>. O<sup>3</sup>. Ca. O,</i>
<i>2. Al<sup>2</sup>. O<sup>3</sup>. 3. Ca. O,</i>
<i>Al<sup>2</sup>. O<sup>3</sup>. 3. Ca. O.</i>

Ils sont tous obtenus par fusion de mélanges en proportions convenables d'alumine et de chaux. Ces aluminates pulvérisés et gâchés avec de l'eau font tous prise, mais les hydrates formés sont peu stables et sont solubles dans l'eau.

Comme pour le silicate de chaux hydraté, l'aluminate hydraté se décompose en abandonnant de la chaux et de l'alumine, jusqu'à un titre de 0 gr. 225 par litre. D'après Candlot, la formule de cet aluminate hydraté est : *Al<sup>2</sup>. O<sup>3</sup>, 3. Ca. O, Aq* ; il se forme donc par hydratation directe de l'aluminate tricalcique.

FERRITE DE CHAUX. — Le fer à l'état d'oxyde se combine à la chaux, comme l'alumine pour former des ferrites de chaux. Ces ferrites, traités par l'eau, gonflent et s'éteignent, mais aucun d'eux, gâché avec l'eau, ne fait prise.

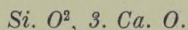
SILICATES MULTIPLES D'ALUMINE, DE FER ET DE CHAUX. — Ils



ne sont pas altérables par l'eau, et le seul rôle qu'ils paraissent jouer dans la fabrication est, étant plus fusibles, de servir de véhicule à la silice et à la chaux pour permettre leur combinaison.

Voici donc, en résumé, les diverses combinaisons que nous retrouvons par la suite dans la fabrication des chaux et ciments :

Trois silicates de chaux anhydres, dont un seul, le silicate tricalcique,



est attaqué par l'eau et est susceptible de faire prise ;

Trois aluminates de chaux anhydres, qui font tous prise très rapidement ;

Des ferrites de chaux, qui s'éteignent en se gonflant, mais ne peuvent faire prise ;

Des silicates multiples nombreux, dont aucun n'est altérable par l'eau.

Les sels hydratés correspondants pouvant exister en présence d'un excès de chaux et se décomposant en présence d'un excès d'eau en abandonnant de la chaux sont :

le silicate.....  $\text{Si. O}^2, \text{Ca. O. Aq.}$

l'aluminate.....  $\text{Al}^2. \text{O}^3, \text{Ca. O. Aq.}$

le ferrite.....  $\text{Fe}^2 \text{O}^3, 4. \text{Ca. O. Aq.}$

(A suivre.)

Emile LÉPAULLE,  
Membre du Comité d'organisation  
de la Société anonyme des chaux et ciments  
de Vaison (Vaucluse).

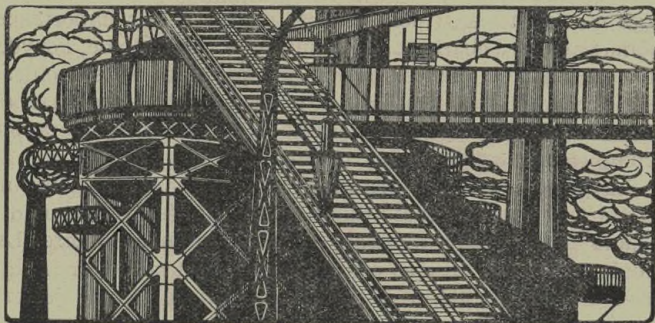




## VISITE DES ACIÉRIES DE PARIS ET D'OUTREAU

149-151, RUE OBERKAMPF, A PARIS

effectuée sous la direction de M. Léon GUILLET, *Professeur  
du Cours de Métallurgie et Travail des Métaux.*



Les ateliers occupent, dans ce coin industriel de Paris, une superficie couverte de 5.000 mq. La première impression est toute de clarté, ce qui est bien rare dans la plupart des fonderies.

Le hall central est affecté aux opérations du moulage des grosses pièces, de la fabrication de l'acier, et de la coulée dans les moules ; la travée gauche est réservée au moulage manuel et mécanique ; à droite, se trouvent les machines (motrice, soufflante et électrique), ainsi que les ateliers d'ébarbage et de façonnage.

Au moment où l'on pénètre dans ce grand hall, la coulée est effectuée ; il est desservi par deux ponts roulants électriques de 6 tonnes. Le premier sert à la manipulation de la poche de coulée et à son renversement au-dessus des moules ; le second sert plus particulièrement à la manutention des gros châssis. Les ponts sont commandés du sol. L'acier coulé est amené au-dessus des moules dans des poches de 700, 1500, 3000 et 4000 kilos. La manœuvre se fait avec une



aisance et une sûreté remarquable ; un homme dirige le jet dans l'entonnoir de coulée, un second incline la poche par un volant à vis sans fin, pendant que cette poche s'élève sous l'action du pont, et cela tandis qu'un manœuvre maintient un ringard à la surface du métal liquide pour empêcher la crasse de couler avec lui. Notons de suite que les crasses sont très peu importantes. Les entonnoirs de coulée ne sont plus, comme dans la fonderie de fonte, de simples trous coniques pratiqués à même le sable ; ici, ce sont des sortes de petites auges, en saillie, très fortement armées. Les masselottes sont nombreuses ; on verra leur importance dans l'atelier d'ébarbage. A mesure que l'acier coule, l'oxyde de carbone, et tous les autres gaz provenant des moules, s'échappent et viennent brûler entre les joints des châssis. Cette coulée terminée, on assiste ensuite à une opération complète du convertisseur Robert.

Le principe de la fabrication de l'acier au convertisseur a été longuement exposé durant la 1<sup>re</sup> année des leçons du Cours professé par M. LÉON GUILLET au Conservatoire. La fonte liquide est mise en contact avec un courant d'air froid ; l'oxygène de cet air brûle du fer, produit de l'oxyde de fer, qui, par réactions intermoléculaires, oxyde à son tour les éléments dont on veut débarrasser la fonte pour la transformer en acier, c'est-à-dire le silicium, le carbone et le manganèse. Ces réactions, exothermiques, maintiennent le bain à l'état liquide. Quand elles sont terminées, le bain contient un excès d'oxyde de fer : on le désoxyde par le ferromanganèse et le ferrosilicium, en recarburant, s'il y a lieu, par du spiegel (fonte blanche manganésée) très chargé en carbone.

La différence essentielle entre le convertisseur Bessemer et le convertisseur Robert consiste en ce que, dans le premier, les tuyères sont placées au fond du convertisseur, de sorte que le jet d'air traverse toute la masse et la brasse constamment ; dans le convertisseur Robert, au contraire, le type des convertisseurs à soufflage latéral, l'air arrive tangentiellement à la surface du bain et au-dessus : la réaction, localisée à la surface en ce qui concerne l'action de l'air, est suffisamment activée, par les réactions intermoléculaires, pour affiner rapidement tout le bain, tout en brûlant naturellement le moins de fer possible. Les produits finis sont nettement supérieurs en qualité dans le second cas, puisque



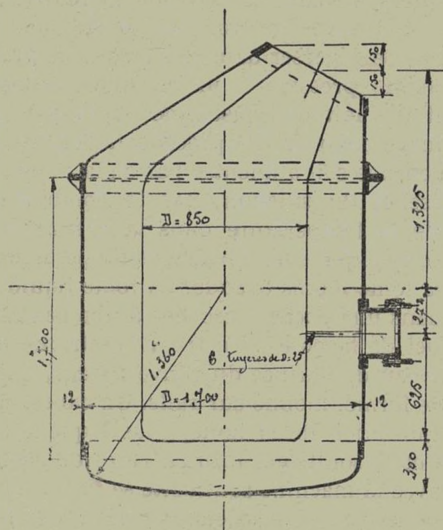
le procédé par soufflage latéral permet de faire des moulages d'acier d'excellente qualité et sans soufflures, tandis qu'il est impossible de fabriquer des moulages marchands avec le Bessemer, qui exige un forgeage ultérieur. Aussi, le procédé Robert s'est-il considérablement développé pour la fabrication des moulages d'acier. Les opérations sont presque aussi rapides au Robert qu'au Bessemer, car nous avons vu traiter 3000 kilos en 13 minutes.

Dans l'installation visitée, la cornue est alimentée au cubilot. Un seul cubilot est en marche à la fois (larges tuyères, faible pression d'air : 22 c/m de mercure). A l'arrière du cubilot, se trouve un trou de coulée pour permettre aux crasses de se déverser dans des auges. Le grand volume d'air sous faible pression a un avantage économique : le cubilot dont il s'agit ne consomme que 7 à 8 % de coke, coke d'allumage compris. Le procédé Robert veut, en principe, que la cornue soit alimentée par de la fonte grise hématisée ; la présence du silicium, par sa combustion, facilite l'élévation de la température dans la cornue, au moment de l'affinage, quoique avec un très bon opérateur on puisse obtenir de la fonte moins chaude. La fonte liquide est versée du cubilot dans une poche accrochée à une bascule romaine, ce qui permet de la peser. Un treuil électrique monte cette poche au niveau de l'orifice du convertisseur, qui est monté sur une plate-forme, mobile sur rails. Un cabestan électrique assure sa translation de la hotte, sous laquelle s'opèrent le chargement et le soufflage, jusqu'à l'aire de coulée. Le raccordement avec la machine soufflante se fait instantanément, pendant l'emplissage de la poche devant le cubilot. Aussitôt que la charge est versée dans le convertisseur, celui-ci est relevé électriquement et l'on souffle. La pression de vent est de 50 c/m de mercure.

C'est pendant 13 minutes le spectacle féerique, inoubliable, de ce bec de cornue qui donne l'illusion d'un merveilleux feu d'artifice : les fumées rougeâtres brunes cèdent la place à une flamme qui s'allonge et blanchit, après la période des étincelles qui tombent en une gerbe splendide pendant l'oxydation du fer. Les étincelles ayant cessé, la flamme est fortement éclairante (oxydation du carbone) et l'opération touche à sa fin. L'opérateur surveille avec attention : on arrête le vent, on verse les additions finales, qui, pesées, étaient en



place, prêtes à être versées ; la manœuvre se fait au coup de sifflet et l'opérateur qui la commande n'a pour se guider que l'œil et l'oreille ; l'examen de la flamme au spectroscope a été abandonné : il consistait à arrêter l'opération lors de la disparition de la raie du carbone, mais il y avait des erreurs résultant de la confusion de ces raies avec celles produites par d'autres corps, particulièrement en ce qui concerne la raie du sodium. On amène maintenant la cornue à l'aire de coulée, à quelques mètres de la hotte où elle crachait son jet de flamme.



COUPE DU CONVERTISSEUR ROBERT

Ce convertisseur est à garnissage acide ; son revêtement a la composition suivante : 98 % de  $Si.O^2$ , 1/2 % de  $Ca.O$ , 1 1/2 d'impuretés et d'oxydes : ce revêtement peut servir pour 90 à 110 coulées avant d'être refait ; il exige l'emploi exclusif de fontes non phosphoreuses, sans quoi le phosphore ne serait pas éliminé. Les additions finales sont de ferro-manganèse et de ferro-silicium pour désoxyder le métal. Pour cette coulée, il n'y a pas eu d'addition de spiegel, le métal obtenu devant servir à des moulages de machines électriques et, par conséquent, devant être extra-doux pour posséder un mini-



mum d'hystérésis. Les déchets sont, au total, de 12 % de la charge, dont 3 % au cubilot et 9 % dans le convertisseur. Cette fonderie prépare au convertisseur toutes les nuances d'acier depuis  $C = 0.12 \%$ ,  $R = 35$  kg, jusqu'à  $C = 1 \%$ ,  $R = 100$  kg. La proportion de silicium qui reste ne dépasse pas 0, 22 %. Le métal pour dynamo, tel que le présent, a pour composition courante :  $Si = 0, 2$ ,  $C = 0,1$  et  $Mn = 0, 3$ .

On incline la cornue, on nettoie l'ouverture et l'on brasse très fortement le bain. Aussitôt après, on coule dans des poches de 90 kg, que les manœuvres emportent deux à deux pour les vider dans les châssis. Au passage, on ajoute de l'aluminium, le métal de ces poches étant du métal à dynamo ou du métal devant être coulé à vert c'est-à-dire en sable non séché. L'aluminium est ajouté en qualité de désoxydant et son effet est bien connu. On ne met généralement pas d'aluminium dans l'acier destiné aux pièces mécaniques, car il a pour effet d'aigrir un peu le métal.

On peut parfaitement couler des pièces d'un tonnage supérieur à celui de la contenance de la cornue : on déverse les produits des opérations successives dans des poches. Le métal est suffisamment chaud pour pouvoir rester 3 heures dans les poches avant d'être coulé. Cette façon de procéder, par accumulation du métal dans des poches, était fréquemment utilisée lorsque la fonderie était moins bien outillée et ne possédait qu'un convertisseur de 750 kg. Le procédé Robert s'applique aussi bien aux tonnages plus forts et l'usine d'Outreau, qui fait les grosses pièces, est outillée avec un convertisseur de 8 tonnes.

Lorsque la cornue a été vidée totalement, on peut constater que les fonds de poche sont absolument insignifiants.

On visite ensuite les autres parties de l'usine, en commençant par le hall de moulage (moulage à la main, et moulage mécanique par les machines *Bonvillain et Ronceray*) ; pour ce genre de fonderie, le sable est très fortement armaturé de même que les noyaux. Ici on ne coule pas en mottes, comme on l'avait vu faire pour la fonte dans une autre visite : la pression de l'acier détruirait les mottes ou les disjoindrait.

L'atelier d'ébarbage est très bien outillé ; il comporte des outils pneumatiques. Les masselottes sont très importantes, en nombre et en poids ; elles sont sciées à la scie circulaire, tronçonnées sur le tour quand la pièce le permet ou bien



encore saignées au bédane, ce qui est plus rare. On a l'impression que l'enlèvement des masselottes est une opération onéreuse.

Dans l'atelier des machines-outils : tours et raboteuses, sont ébauchées les pièces ainsi demandées par les clients, ceci afin d'être certain que le métal est sain. D'ailleurs, toutes les pièces actuellement en cours de travail : alésage ou tournage, étaient parfaitement saines.

La visite se poursuit par la salle des machines. La machine à vapeur, d'une puissance de 200 chevaux, attaque à la fois une transmission et une dynamo à courant continu de 120 volts et 600 ampères, distribuant l'énergie à divers moteurs ; elle commande directement l'atelier des machines-outils. Là se trouve aussi le compresseur qui souffle l'air dans le convertisseur. Dans cette salle, à l'abri des poussières, on voit également une machine pour les essais de traction statique, du système Delaloë, ainsi qu'un mouton pour les essais au choc. L'usine fait de fréquents essais, tant pour se renseigner elle-même sur la régularité de ses coulées que pour les réceptions des commandes par les clients, suivant les cahiers des charges.

Dans l'atelier de meulage et dessablage, les meules d'émeri, très puissantes, sont munies d'aspirateurs de poussières ; le volume total de poussières recueillies en un mois est de 10 mètre cubes. L'usine possède également une installation de jet de sable très complète.

L'opération finale consiste à recuire tous les moulages.

La visite est terminée, et l'on part en emportant cette impression, commune à chaque visite, que ce que l'on vient de voir efface en intérêt ce que l'on a déjà vu, puisque c'est une chose entièrement nouvelle.

G. REVOL,

*Membre de la Société,  
Auditeur du Cours de Métallurgie  
et Travail des Métaux.*



## L'INDÉRÉGLABLE MACKENSTEIN

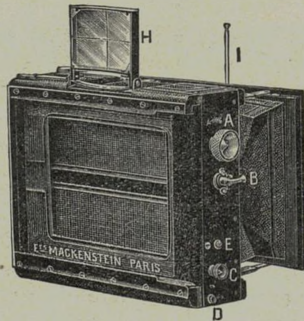
### Nouvel appareil à obturateur de plaque

Le développement, chaque jour plus considérable, de la photographie instantanée a rendu plus fréquent l'emploi des obturateurs de plaque.

On sait qu'on peut obtenir ainsi, dans une fraction de seconde, des clichés parfaits de tous les sujets en mouvement,



quelle qu'en soit la rapidité. Il nous paraît donc intéressant de décrire un de ces merveilleux appareils, à cause du progrès qu'il réalise sur ses devanciers, presque tous de fabrication étrangère : *c'est l'Indéréglaible Mackenstain.*



Cet obturateur permet aussi bien la pose à temps compté que l'instantané, variant à des vitesses de  $1/10^e$  à  $1/2000^e$  de seconde. Il se compose d'un cadre métallique, à l'arrière duquel se place l'élément négatif. En haut et en bas de ce



cadre se trouvent deux rouleaux en cuivre, mobiles sur leurs axes, et formant comme deux tambours, autour desquels s'enroule le rideau à fente variable. Les différentes largeurs de fente s'obtiennent instantanément par le simple déplacement d'une aiguille sur un cadran gradué à cet effet, et posé sur un des côtés extérieurs de l'appareil. De l'autre côté se trouvent : d'abord, le bouton pour armer ; au-dessous, le déclenchement, qui s'opère au doigt ou à l'aide de l'*Antinoüs*. Plus bas, on trouve un autre bouton servant à tendre le ressort qui règle les vitesses, dont les quinze degrés se lisent dans une petite fenêtre ; enfin, un poussoir permet de ramener ce même ressort tendeur à son point de départ.

Telle est, en résumé, la construction de cet obturateur, qui ne découvre pas en armant, et dont le fonctionnement, par suite même de la simplicité de son mécanisme, est à l'abri de tout dérangement. C'est, en un mot, un appareil parfait, et le nom d'*Indérégable*, qui lui a été donné, est absolument le seul qui puisse lui convenir.

RENÉ MAINVIEL,

*Photographe-Expert.*

## BIBLIOTHÈQUE

Nos collègues pourront, dès à présent, lire à notre bibliothèque (15, rue de Verneuil), le **Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils**, qui nous est adressé en échange de notre Bulletin mensuel.

De plus, grâce à la bienveillance de **M. Ch.-Ed. Guillaume**, notre distingué *Membre honoraire*, une série de publications est venue garnir quelques-uns de nos rayons, encore vacants.

LE COMITÉ.



## NOS MEMBRES HONORAIRES

---

M. CH.-ED. GUILLAUME, *directeur adjoint du Bureau international des poids et mesures*, nous a adressé son adhésion de MEMBRE HONORAIRE. Les termes de la lettre, par laquelle M. Ch.-Ed. Guillaume nous a fait part de l'intérêt qu'il nous porte, doivent être connus de nos collègues, et, à cet effet, nous en publions l'extrait ci-dessous :

*... Depuis quelque temps, je vois avec un vif intérêt les publications auxquelles vous consacrez un fructueux effort, témoin d'une incontestable vitalité...*

Nous sommes particulièrement touché de cette nouvelle adhésion, et, au nom de la Société, nous adressons à M. Ch.-Ed. Guillaume le témoignage de notre profonde reconnaissance.

LE COMITÉ.

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

*Le Vol Plané*, par J. BRETONNIÈRE, sous-ingénieur des Ponts-et-Chaussées en retraite. Un volume in-8° (14×22,5) de 32 pages, avec 2 planches hors texte. Broché, 1 fr. 50. — (H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris.)

Le genre de vol auquel on a donné le nom de vol plané ou vol à voile est celui par lequel certains oiseaux à large envergure, tels que l'aigle, le condor, la cigogne, le goëland, etc., etc., se soutiennent, s'élèvent et se dirigent dans les airs sans battre des ailes. Les oiseaux qui le pratiquent sont appelés oiseaux voiliers.

Lorsque, il y a plus de vingt ans, le spectacle du vol plané exécuté chaque jour sous les yeux de l'auteur par les oiseaux voiliers, hôtes des rochers et des toits des maisons de Constantine, lui inspira le désir de connaître le secret



de leurs évolutions sans battements d'ailes, il se mit à la recherche de quelque théorie généralement admise qui, pensait-il, ne pouvait manquer d'exister. Cette théorie, il ne la trouva pas, et il dut reconnaître que les éléments mêmes de la question donnaient lieu à la controverse.

Aujourd'hui que l'on a commencé à faire du vol mécanique, que tous les esprits se portent vers la solution de ce problème, que l'on parle déjà de faire du vol plané avec les appareils nouvellement créés, il a paru utile à l'auteur de mettre à nouveau sous les yeux sa théorie et les faits qui la justifient.

---

## LE LABORATOIRE D'ESSAIS

DU

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS & MÉTIERS

---

Le Rapport sur le fonctionnement, en 1909, du Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, vient d'être publié. Il a été établi par M. L. GUILLET, Professeur au Conservatoire, Membre de la Commission technique du Laboratoire d'Essais, qui avait déjà fait le Rapport de 1908.

Ce Rapport fait ressortir de très heureuses constatations sur le développement de cet établissement national de création récente. Il contient un certain nombre de renseignements des plus intéressants pour les industriels ; nous pensons être utile à nos lecteurs en résumant les parties essentielles de ce Rapport.

Rappelons que le Laboratoire d'Essais fut institué par décret, en 1900, à la suite d'une convention passée entre M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, le Conservatoire National des Arts et Métiers et la Chambre de Commerce de Paris. Cette convention permit de réaliser les fonds nécessaires à l'organisation et au fonctionnement du Laboratoire, grâce à l'importante contribution de la Chambre de Commerce de Paris, à laquelle se sont jointes des subven-



tions de la Société des Ingénieurs Civils et d'autres Sociétés d'ingénieurs ou d'industriels.

Aujourd'hui, le Conservatoire National des Arts et Métiers réalise, par les riches collections que renferment ses galeries, par ses cours et ses conférences, par l'installation du Musée de Prévention des accidents et d'Hygiène industrielle, de l'Office de la Propriété Industrielle, et enfin par son Laboratoire d'Essais, un ensemble scientifique et industriel de tout premier ordre.

Le Laboratoire a pour objet de permettre aux industriels de faire effectuer des essais physiques, mécaniques, chimiques ou de machines, sur divers matériaux, appareils ou machines.

Les essais électriques proprement dits sont restés toutefois en dehors des attributions du Laboratoire, dont la création est postérieure au Laboratoire Central d'Electricité.

Une Commission technique, composée de savants professeurs, de représentants autorisés du monde du Commerce et de l'Industrie, examine les meilleurs moyens d'améliorer les méthodes d'essais et de perfectionner l'outillage déjà si important dont dispose le Laboratoire.

Dans le Rapport précédent, M. L. GUILLET avait montré « l'ère de prospérité qui commençait pour le Laboratoire ». L'étude présentée aujourd'hui ne fait que confirmer ces prévisions, *en faisant ressortir le succès sans cesse croissant du Laboratoire d'Essais et une augmentation très remarquable des recettes.*

L'année 1909 a été particulièrement caractérisée *par une augmentation du quart des recettes sur l'année 1908.*

Le Laboratoire d'Essais comprend un personnel administratif et un personnel technique de 54 personnes. Les services techniques sont répartis en 5 sections :

Directeur du Laboratoire d'Essais : M. F. CELLERIER.

I. — Essais physiques.

Chef : M. BIQUARD, Assistant : M. *Tournayre* ;

II. — Essais mécaniques (*Métaux*)

Chef : M. SABATIÉ, Assistant : M. *Beauverie* ;



III. — Essais mécaniques (*Matériaux de construction*)

Chef : M. LEDUC, Assistant : M. *Chenu* ;

IV. — Essais de machines

Chef : M. BOYER-GUILLON, Assistant : M. *Dubuisson* ;

V. — Essais chimiques

Chef : M. MARCH, Assistant : M. *Pellet*.

*Section de Physique.* — La Section de Physique s'occupe des mesures industrielles de longueurs, d'angles, de poids, de densités ; de la vérification des manomètres industriels ou de précision, de celle des baromètres, pyromètres, saccharimètres. Elle effectue également la vérification des *thermomètres médicaux*, vérification qui a porté pendant l'année 1909 sur le chiffre respectable de 34.000 instruments. Elle assure également le service de la vérification légale des thermomètres, alcoomètres et densimètres.

Une grande extension vient d'être donnée au service de la métrologie pour la vérification pratique des mesures de longueur, grâce à la confection, par la Section Technique de l'Artillerie, d'étalons de mesures métriques de haute précision, et à l'emploi de vérificateurs de filetage de M. Ch. Marre pour les vis de la série internationale.

La Section de Physique a procédé, entre autres, en 1909, à l'installation d'un appareil destiné à l'étude de la perméabilité des tissus d'aérostats, et d'un dispositif de mesure du coefficient de conductibilité thermique des matériaux isolants calorifiques, comme le liège employé par la Marine de l'Etat pour les soutes à poudre ou les chambres frigorifiques.

La *Section des Métaux* s'occupe des propriétés des produits métallurgiques en échantillons, produits bruts ou ouvrés ; elle effectue des essais mécaniques de barres, chaînes, câbles de mines et de construction, cordages, courroies, tissus, bois, caoutchoucs, cuirs ; elle étudie les matières lubrifiantes au point de vue du frottement des métaux.

Parmi les études les plus importantes et les plus intéressantes qui ont été demandées à la Section, le rapporteur signale tout spécialement *des essais mécaniques et micrographiques sur un rail de chemin de fer brisé au passage*



*d'un train, sur des rails en service, sur des tubes et tôles de chaudières ayant éclaté, sur des chaînes et câbles rompus en service, etc...* Des séries très complètes d'essais méthodiques ont été faites sur des huiles de graissage et divers antifrictions en vue de déterminer le coefficient de frottement et la consommation sous diverses vitesses et différentes pressions. •

La micrographie, qui a été utilisée d'une façon courante, a permis différentes observations, de grand intérêt, en décelant notamment des cas d'écrouissage sur des pièces métalliques en service depuis peu de temps.

D'autre part, les pièces et les matières utilisées dans les constructions aéronautiques, notamment les câbles, les arbres, les hélices, les haubans, les toiles, etc., ont donné lieu à des essais qui deviennent chaque jour plus nombreux.

La *Section des Matériaux de Construction* s'occupe spécialement des essais mécaniques des chaux, ciments, mortiers, pierres, produits réfractaires, produits céramiques.

La préparation des matières premières s'effectue dans une série d'ateliers destinés à la taille des pierres, au broyage, malaxage et séchage, à la cuisson, etc... L'important matériel de cette Section vient de s'accroître d'une machine verticale de 150 tonnes, utilisée pour les essais de compression, d'agglomération, etc...

Ce service a effectué de très nombreux essais de diverses briques silico-calcaires, de chaux, de ciments, de kaolins, etc., de carreaux, de grès, de meules, etc., des conditions de frittage de dolomie, d'usure de pierre, d'émeri, etc., des essais de gélivité, de perméabilité, etc...

Pendant l'année 1909, le nombre des Architectes et entrepreneurs qui se sont adressés au Laboratoire pour faire essayer leurs matériaux s'est sensiblement accru; à tous les points de vue il est à souhaiter qu'ils entraînent rapidement tous leurs collègues dans cette voie, qui leur éviterait de nombreux mécomptes.

La *Section des Machines* effectue des essais d'appareils à vapeur, chaudières, machines, turbines, moteurs à gaz, à essence, à pétrole, gazogènes, machines hydrauliques, voitures automobiles, pompes électrogènes (partie mécanique),



freins, ventilateurs, organes de transmission, etc., de moteurs d'aviation de divers modèles.

Parmi les essais particulièrement intéressants, il faut citer des essais d'hélices aériennes de divers modèles ; des essais de moteur à explosion de modèles spéciaux destinés à l'aviation, etc... Leurs résultats ont, sans aucun doute, favorisé pour leur part le développement de la science aéronautique.

Le rapporteur estime que *l'industrie ne tire pas encore tout le parti qu'elle pourrait de l'importante section des Machines du Laboratoire d'Essais ; le personnel qui la dirige, l'outillage qu'elle possède, les études qu'elle poursuit chaque année, permettent d'affirmer qu'elle est bien à la hauteur de la lourde tâche qui lui est confiée.*

La *Section de Chimie* s'occupe des matières premières végétales nouvelles ou insuffisamment connues ; elle effectue en outre les analyses des caoutchouc, des matières lubrifiantes, des combustibles, celles des métaux et des matériaux de construction, compléments d'essais mécaniques.

L'installation de cette Section se parachève de plus en plus ; l'étude des méthodes d'essais y est particulièrement l'objet de recherches scientifiques minutieuses et méthodiques.

Dans ses conclusions, M. L. GUILLET signale que : *l'examen approfondi technique du Laboratoire d'Essais pour l'année écoulée permet de conclure à une marche ascendante des plus appréciables, qui se traduit par des perfectionnements de la plus grande importance dans l'outillage par des études très sérieuses faites en vue de nouveaux progrès à apporter au matériel, par une amélioration continuelle des procédés d'essais, et aussi par un ensemble de recherches ayant bien simultanément ce caractère scientifique et industriel qui leur donne une valeur toute spéciale et assure au Laboratoire la renommée qu'il mérite.*

*Les industriels ont donc raison lorsqu'ils recherchent de plus en plus le concours de cet organisme, qui leur est particulièrement précieux, et qui progresse chaque jour en vue de répondre plus complètement à tous leurs besoins.*

E. D.



## PROCÈS-VERBAL

DE

L'ASSEMBLÉE DU 26 JUIN 1910

---

La séance est ouverte, à 2 h. 1/2 de l'après-midi, dans l'amphithéâtre A du Conservatoire national des Arts-et-Métiers, sous la présidence de M. MERCIER, vice-président de la Société, en l'absence de M. BOULLIE, président, empêché.

On procède au *renouvellement partiel du Comité*, en conformité de l'article 21 des statuts de la Société. Les membres titulaires, dont les noms suivent, sont élus aux fonctions de membres du Comité :

- M. DEGAAST, *vice-président sortant* ;
- M. GUÉRINET, *dessinateur industriel* ;
- M. MALASSIS, *constructeur de machines à calculer* ;
- M. MICHAUT, *contremaître électricien* ;
- M. RÉGNIER, *homme de lettres*.

On procède ensuite, en conformité de l'article 27 des statuts de la Société, à la nomination d'une *Commission de contrôle*, chargée d'examiner les comptes du trésorier, pour l'exercice 09-10, et d'en rendre compte à la prochaine assemblée. Les membres titulaires, dont les noms suivent, sont élus membres de cette Commission : MM. BERNIER, BOIVIN et MAHIEU.

M. BERNIER, membre titulaire, interpelle le Bureau de la Société à l'effet de savoir si une démarche a été tentée auprès de M. BOUQUET, *directeur du Conservatoire*, pour le prier d'accepter le titre de membre honoraire de notre groupement, et, dans l'affirmative, quel en a été le résultat. M. DELAUPE, secrétaire général, répond à M. BERNIER que M. BOUQUET a été sollicité, par une lettre signée du président, en date du 9 mars, d'accepter le titre précité, et qu'à ce jour



aucune réponse n'y a encore été faite. M. BERNIER demande s'il n'y aurait pas lieu d'insister auprès de M. BOUQUET. M. MERCIER, vice-président, répond qu'il serait sans doute très délicat d'agir ainsi ; le silence de M. BOUQUET peut être expliqué par un labeur considérable qui ne lui laisse que fort peu de loisirs, et, dans ces conditions, il n'appartient pas à notre Société de le rompre.

M. DEGAAST, vice-président, développe, dans une causerie fort goûtée et très applaudie, *la théorie et la technique du tannage*. Avec une érudition remarquable, les procédés anciens et les procédés étrangers sont passés en revue. L'évolution de l'art du tanneur est exposée d'une manière bien précise.

Des projections accompagnent la causerie, et les auditeurs peuvent suivre, sur des échantillons, les différentes phases de la transformation de la peau en cuir (*peau verte, pelanée, épilée, ébourrée, écharpée et tannée*). Des produits de tannerie : *tan, sumac, extraits de chêne, de quebracho et de myrobolans* sont également exposés.

Ces échantillons et produits avaient été mis à la disposition de M. DEGAAST par M. ROUGIER, *directeur de la tannerie-corrroierie Lesaulnier*, 31, rue Censier, père de notre collègue ROUGIER, *Maurice*. Nous le remercions bien vivement de l'aide qu'il a bien voulu apporter à M. DEGAAST dans le but de nous instruire, et nous ne voulons pas laisser passer ce témoignage de solidarité sans le porter à la connaissance de nos collègues.

M. MERCIER, vice-président, félicite son collègue du succès qu'il vient d'obtenir ; il termine par un appel à la propagande adressé aux sociétaires présents, faisant ressortir que la vitalité de la Société dépend essentiellement du nombre de ses membres, et qu'à ce point de vue on ne saurait trop y contribuer, chacun dans son cercle de relations.

La séance est levée à 5 heures.

LE COMITÉ.

---

Le Secrétaire-Gérant. E. DELAUPE.

Paris. — Imp. Stemmer, 175, Rue Saint-Honoré.



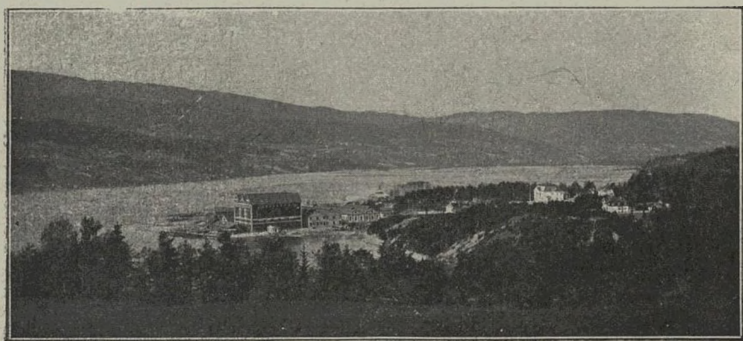
# CONFÉRENCES PUBLIQUES DU DIMANCHE

DU

## CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS-ET-MÉTIERS

(Suite).

---



Vue générale des Usines nitratières de Notodden.

### La Fabrication de L'ACIDE NITRIQUE & DES NITRATES par l'Électrochimie<sup>(1)</sup>

---

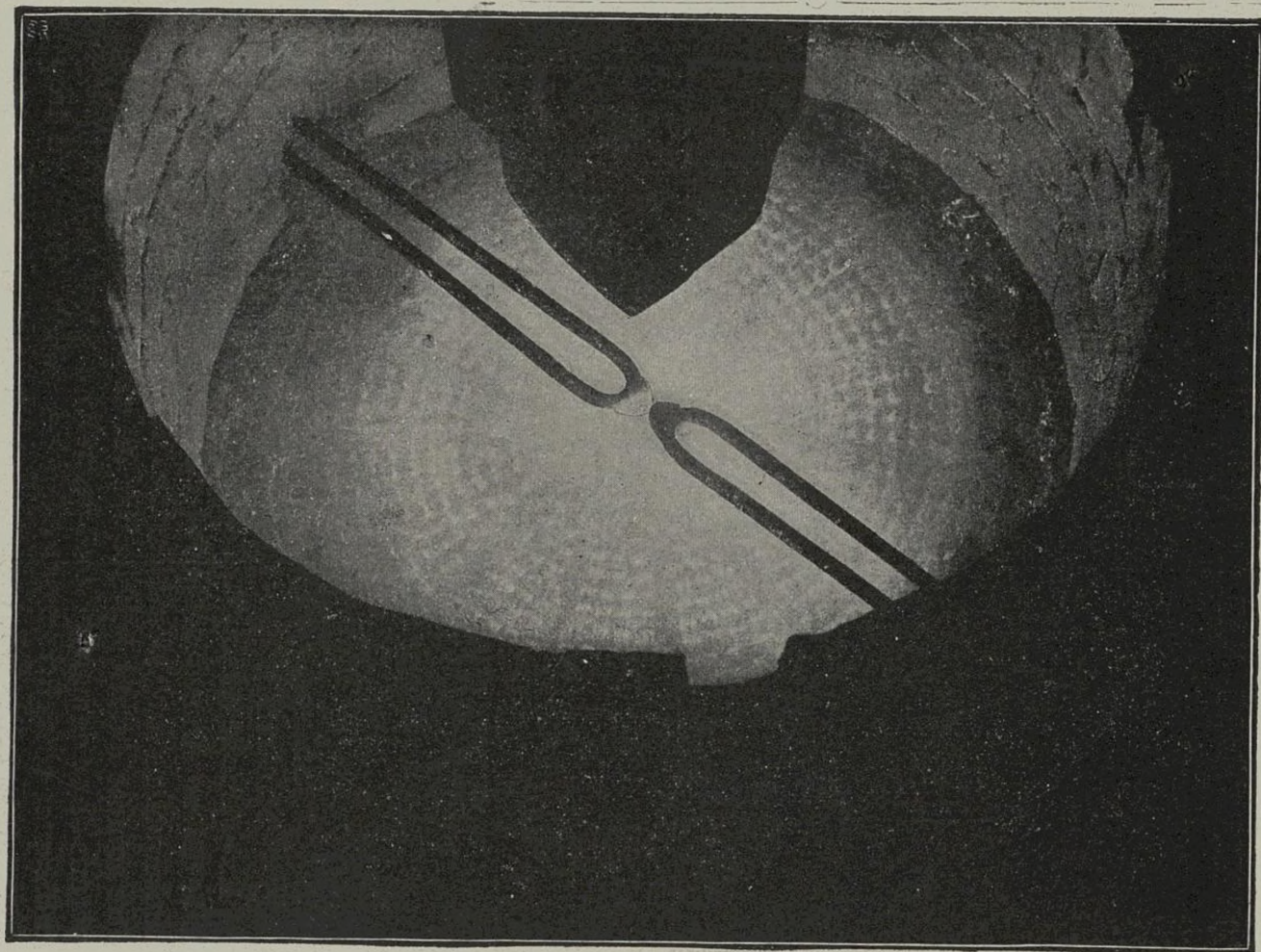
MESDAMES,  
MESSIEURS,

Il s'est fondé récemment en Norvège une grande industrie. Elle est apparue dès l'abord comme devant entraîner des conséquences considérables dans bien des domaines et peut-être comme devant heurter des intérêts établis. Il est donc permis de se demander tout de suite, avec un peu d'inquiétude, quel accueil rencontrèrent ses débuts. On a vu trop souvent de belles nouveautés industrielles très mal reçues

---

(1) Conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers, le 27 février 1910. Voir *La Technique Moderne*, t. I, n° 13, p. 631; t. II, n° 3, p. 171; et t. II., n° 5, p. 257.





Photographie du disque de flamme produit dans un petit four Birkeland-Eyde de 250 chevaux.  
 En haut, on aperçoit la masse de l'électro-aimant créant le champ magnétique.  
 En dessous : en travers de la photographie les deux électrodes de cuivre à circulation d'eau



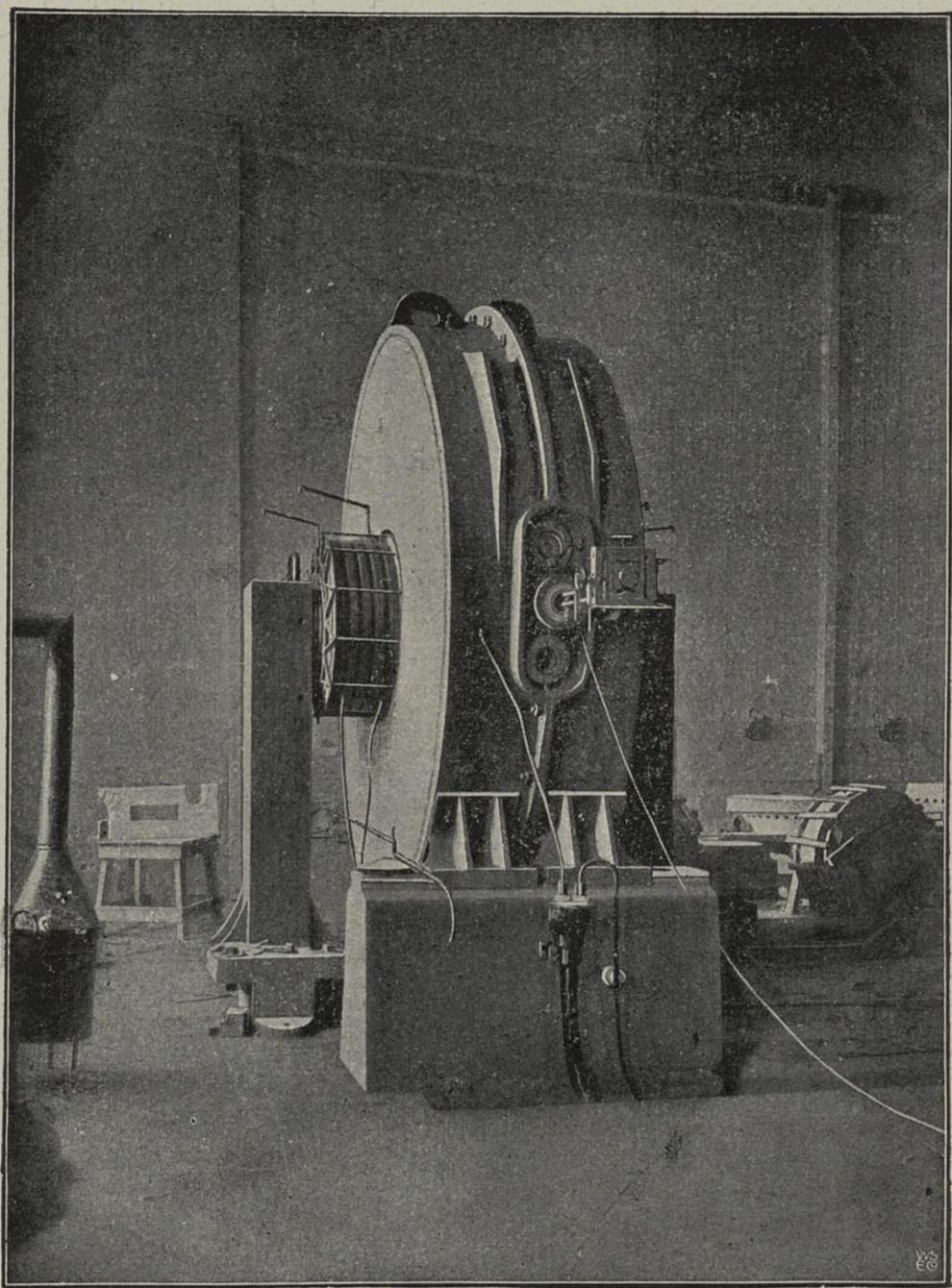
des contemporains. Leurs auteurs souffrirent toutes sortes de tribulations. Tel Gutenberg; tel Fulton, le promoteur de la navigation à vapeur; tel encore l'un des créateurs de la grande industrie chimique, Nicolas Leblanc, dont la statue se dresse ici même dans notre cour d'honneur, mais qui, de son vivant, eut à endurer tous les déboires.

L'invention qui va nous occuper ne rappelle en rien ces infortunes. Une de ses particularités est son rapide succès. M. Birkeland, savant professeur de l'Université de Christiania, fit une expérience de laboratoire, qui permettait de songer à une combustion utilisable de l'azote de l'air; M. Eyde, ingénieur bien connu en Norvège, l'incita avec persistance à en tirer parti en vue d'une application industrielle et lui prêta, dans ce but, l'aide de son énergie, de ses connaissances techniques, de ses relations. Ainsi naquit le procédé Birkeland et Eyde pour la fabrication électro-chimique de l'acide nitrique et des nitrates. Des brevets furent pris à partir de 1903 et, résultat assez surprenant pour qui a quelque habitude de l'industrie, dès le mois de juillet 1905, on voyait debout, à Notodden, une usine de 2.000 chevaux produisant du nitrate de chaux par le nouveau procédé.

Cet heureux sort s'explique par le mérite et la ténacité des inventeurs ainsi que par l'activité d'une pléiade de jeunes ingénieurs qu'ils avaient eu le talent de grouper autour d'eux. Il est dû encore, pour une bonne part, au large appui qu'accordèrent des financiers à la fois dévoués et avisés. En outre, un de ses éléments fondamentaux et permanents a été l'intérêt exceptionnel que l'invention avait fait naître chez tous ceux qui étaient plus ou moins mêlés à sa réalisation; car tous avaient compris sa vaste portée.

Et, en effet, l'acide nitrique et les nitrates sont des produits de première utilité, on peut dire d'un rôle élevé au point de vue économique et social, tant ils se trouvent en relation étroite avec la production générale et avec l'exécution des plus grandes entreprises : préparation de l'acide sulfurique, un des pivots de toute l'industrie; préparation des explosifs, poudres variées, dynamite, aujourd'hui indispensables, sans parler de la guerre, aux travaux publics qui contribuent si puissamment à la diffusion de la civilisation; préparation d'innombrables couleurs; préparation de la soie artificielle, du celluloïd, du collodion; toutes ces préparations emploient





Un des premiers fours industriels Birkeland-Eyde mis en service en 1903 à Notodden.

(Régime de marche normale : 700 kw. Diamètre de la flamme : 3 mètres)

A gauche du four et dans l'axe : l'électro-aimant créant le champ magnétique.

En avant du four, perpendiculaire à la circonférence : l'une des électrodes dont on voit émerger la partie externe.

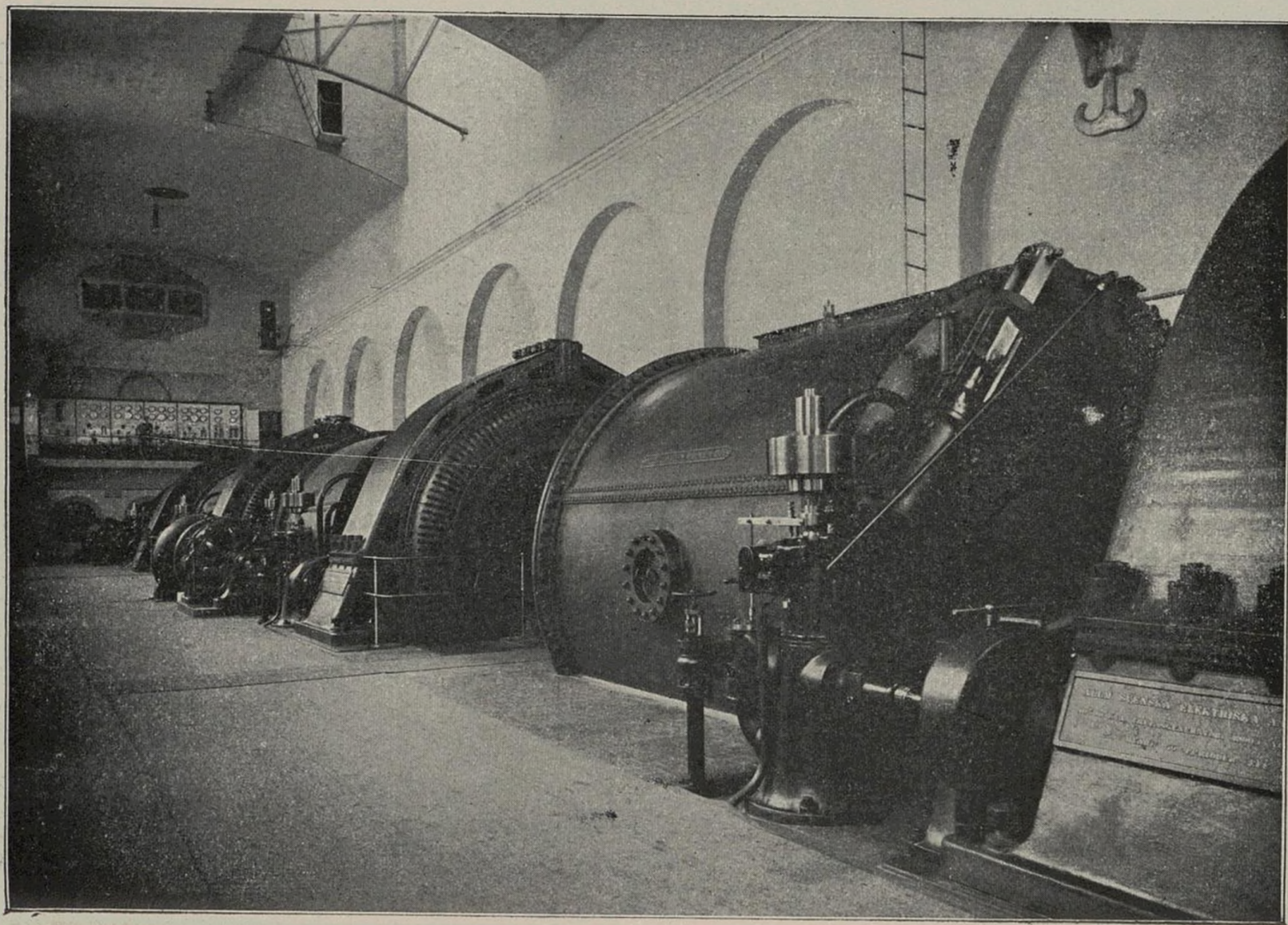


comme une de leurs matières premières l'acide nitrique. Quant aux nitrates, ils ont des applications multiples; la plus digne d'attention est, de beaucoup, l'utilisation comme engrais, laquelle représente un facteur essentiel de prospérité pour l'agriculture. Jusqu'à ces derniers temps, l'unique nitrate réservé à cette sorte d'utilisation était le nitrate de soude du Chili; le nitrate de chaux de Norvège vient maintenant, pour une part modeste encore, comme on le verra, se joindre à lui.

A l'heure actuelle, le procédé Birkeland et Eyde, qui a pris une très large extension à Notodden depuis ses débuts, n'est peut-être plus le seul qui soit en fonctionnement régulier pour la production électro-chimique de l'acide nitrique et des nitrates. Mais il a été le premier qui ait réussi à marcher sur une échelle industrielle; il reste le plus considérable par les installations; enfin il m'a été donné d'en faire spécialement l'étude. Ce sont là autant de raisons pour que je l'adopte comme type dans la fabrication à décrire. Dans cette description, je ne parlerai presque pas des autres solutions du problème de la fixation de l'azote atmosphérique, aimant mieux les négliger que d'en donner une idée trop incomplète.

On connaît le principe du procédé Birkeland et Eyde. Lorsqu'on porte de l'air à une très haute température, une petite portion de l'azote s'y combine avec de l'oxygène pour former de l'oxyde azotique. Ce dernier, au contact de l'oxygène en excès qui subsiste dans l'air, puis de l'eau qu'on ajoute, donne plusieurs réactions successives, dont la première, manifeste aux yeux, est sa transformation en peroxyde d'azote, gaz rouge, que vous voyez apparaître dans ce flacon, et dont les dernières aboutissent à la production d'acide azotique ou nitrique, plus ou moins dilué. Dans ce processus, l'azote est prélevé à l'état gazeux sur l'atmosphère; il entre dans des composés liquides ou, plus tard, solides; on dit qu'il y a fixation de l'azote atmosphérique. La fixation de l'azote atmosphérique est une grande question, parce que l'azote de l'air à l'état libre est à peu près inutile à l'homme, tandis qu'une fois fixé il lui fournit une foule de produits précieux. Avec l'acide plus ou moins dilué qui vient d'être obtenu, on peut préparer, pour la vente, de l'acide à divers degrés de concentration, mais, à Notodden, on fait surtout du nitrate de chaux en attaquant du calcaire.





Turbines et Alternateurs de l'Usine hydro-électrique de Svælgfos.



La fabrication se divise en deux séries d'opérations. D'une part, il y a la production de l'oxyde azotique; d'autre part, il y a l'absorption de cet oxyde qui avec l'air forme tout de suite un ensemble de gaz assez complexe, qu'on dénomme souvent gaz nitreux; l'absorption a pour but de séparer et de retenir ces gaz nitreux, c'est-à-dire la portion de l'azote qui a été oxydée, brûlée, et qui seule a de la valeur, en laissant le reste s'échapper au dehors; elle est immédiatement suivie de la production du nitrate de chaux. Examinons ces deux parties de la fabrication.

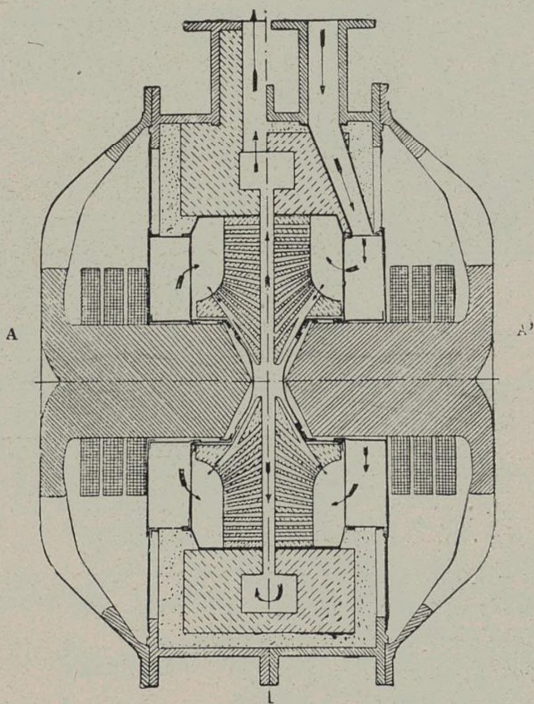
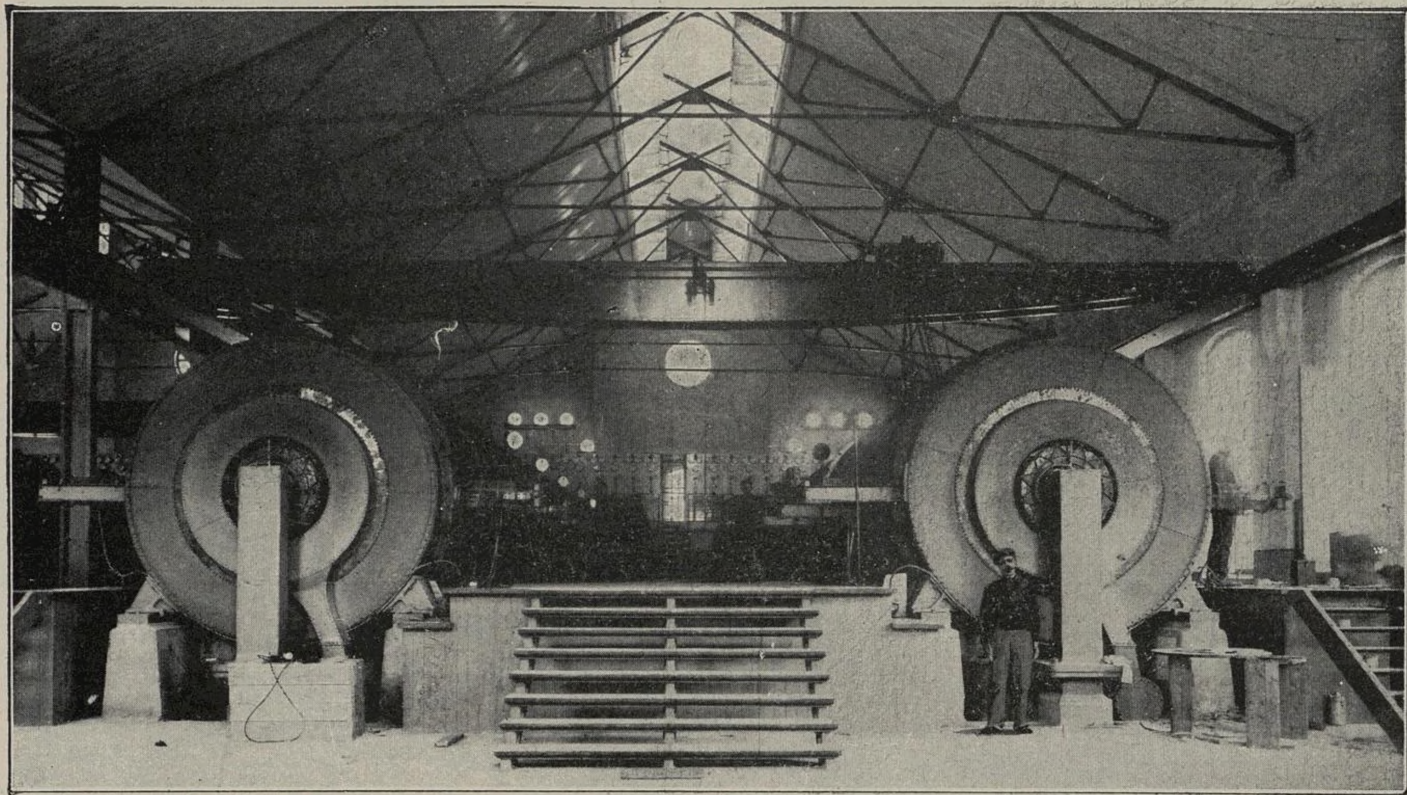


Fig. 1. — Coupe schématique du four Birkeland-Eyde.  
A A' électro-aimant; → Circulation des gaz; les électrodes ne sont pas figurées; elles seraient perpendiculaires au plan de la coupe au centre de cette coupe.

Pour chauffer l'air au point où s'unissent l'azote et l'oxygène on a recours à l'énergie électrique. Le procédé Birkeland et Eyde emploie à cet effet un four spécial (fig. 1) où se trouve très ingénieusement utilisée une propriété connue des champs magnétiques. On fait jaillir une étincelle entre deux électrodes





Vue partielle de la Salle des fours de Notodden. 32 fours de 4.000 chevaux.



que nous supposerons, pour fixer les idées, dans un plan horizontal ; on a placé un électro-aimant, excité par du courant continu, dans une position telle que la ligne des pôles, supposée horizontale aussi, fût perpendiculaire au milieu de la ligne des électrodes. On sait qu'alors l'étincelle est déviée par l'aimant de son trajet ordinaire et rejetée dans un plan perpendiculaire à la ligne des pôles, c'est-à-dire dans un plan vertical. L'arc s'allonge en forme de demi-cercle sans cesse plus grand ; sa résistance croît de telle sorte qu'une nouvelle étincelle jaillit entre les électrodes en même temps que l'arc précédent, arrivé à son extrême limite, s'éteint. Si le courant est toujours de même sens entre les deux électrodes, la déviation se produit toujours du même côté, par exemple au-dessus de la ligne des électrodes. Si le courant est alternatif, la déviation se fait tantôt au-dessus, tantôt au-dessous et, s'il y a, comme dans le four Birkeland, par exemple, 100 changements de sens du courant ou 100 demi-périodes par seconde, l'effet final de la succession d'arcs est la production d'un disque plat de flammes électriques, dont une moitié est au-dessus et l'autre au-dessous de la ligne des électrodes. L'expérience est reproduite devant vous.

C'est un disque semblable à celui que vous venez de voir, qui prend naissance dans le four Birkeland. Le courant alternatif y est de 5.000 volts ; le diamètre du disque atteint environ 2 mètres. Comme il est visible sur le dessin qui vous est représenté (fig. 1), l'espace circulaire et plat, où se développe la flamme, est compris entre des pièces réfractaires, maintenues par des supports métalliques. Ces pièces sont percées de canaux nombreux, par lesquels l'air insufflé au moyen d'un ventilateur arrive au contact de la flamme vers son centre ; puis il longe le disque sur ses deux faces, s'échauffe, combine partiellement son azote et son oxygène et s'échappe dans un conduit circulaire de sortie situé à la périphérie du four.

La proportion du composé à obtenir dans le four,  $AzO$ , composé dont la formation est fortement endothermique (— 21,6 calories), est d'autant plus grande que la température est plus élevée ; ainsi, comme l'a montré spécialement Nernst, la concentration limite est de 1 0/0 à 2.200° (température absolue) et atteint 5 0/0 vers 3.200°. De plus, avec la température croît très vite la vitesse de formation de  $AzO$ . On a donc



un double intérêt à porter le four à une température aussi élevée que possible. Malheureusement, la réaction est réversible et la combinaison se défait d'autant plus vite que la température est aussi plus élevée ; de là, la nécessité de refroidir le plus rapidement possible les gaz après leur contact avec le disque de feu. Dans le four Birkeland, le refroidissement a lieu par mélange avec l'air en excès qui n'a pas été fortement échauffé ; les gaz tombent dès lors au sortir du four vers 750°, température où la dissociation n'a plus guère d'effet, tandis que l'arc atteint, pense-t-on, à l'intérieur 3.000° à 3.500°.

Les électrodes sont constituées chacune par un simple tuyau de cuivre, recourbé en forme d'U et refroidi par un courant d'eau ; elles s'usent peu et sont d'ailleurs aisément remplaçables.

L'air est donné à raison de 40 litres environ par kilowatt et par minute. En diminuant ce débit, on aurait l'avantage d'élever le titre, en azote oxydé, des gaz sortant du four ; mais on risquerait de voir la température monter trop haut pour le garnissage réfractaire, qui se détériorerait rapidement.

La Société Norvégienne de l'azote et de forces hydroélectriques, à qui appartient l'usine de Notodden, a eu la grande obligeance, dont nous la remercions vivement, de faire venir de Norvège, pour cette conférence, le petit four de 5 kilowatts que vous avez sous les yeux. Cet appareil est celui-là même qui a servi à effectuer bien des essais, et a contribué à l'ins-titution et au perfectionnement du procédé.

Nous le faisons fonctionner avec 5.000 volts sur le courant alternatif et avec 50 volts (et 6 ou 7 ampères) pour l'électro-aimant ; vous constatez aussitôt, dans le flacon de verre où passent les gaz issus du four, la production de la coloration rougeâtre.

Le rendement des fours de Notodden, c'est-à-dire la quantité de produit qu'ils fournissent pratiquement pour une dépense d'énergie donnée, correspond à 550 ou 600 kg. d'acide nitrique,  $AzO^3H$ , par kilowatt-an. Le rendement de 600 kg. ne paraît pas facile à dépasser franchement ni avec le four Birkeland ni avec des fours d'autres systèmes. Et pourtant il ne représente encore par lui-même qu'une bien faible utilisation de l'énergie, de l'ordre de  $1/35$  si l'action subie par l'air



dans le four est purement thermique (1). Il y a là un gaspillage de force regrettable, peut-être inévitable.

L'usine actuelle de Notodden comprend 32 fours marchant normalement à 800-850 kilowatts et consommant au total de 25.000 à 26.000 kilowatts ou de 34.000 à 36.000 chevaux. En une minute se précipite dans ces fours un torrent de 1.000 m. cubes d'air. Que devient-il à la sortie ?

En quittant les fours, les gaz sont beaucoup trop chauds pour pénétrer tout de suite dans les appareils d'absorption. On les refroidit et l'on met en même temps à profit la chaleur

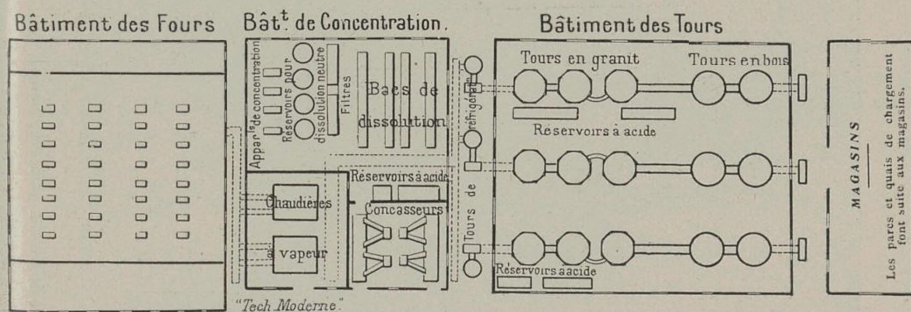


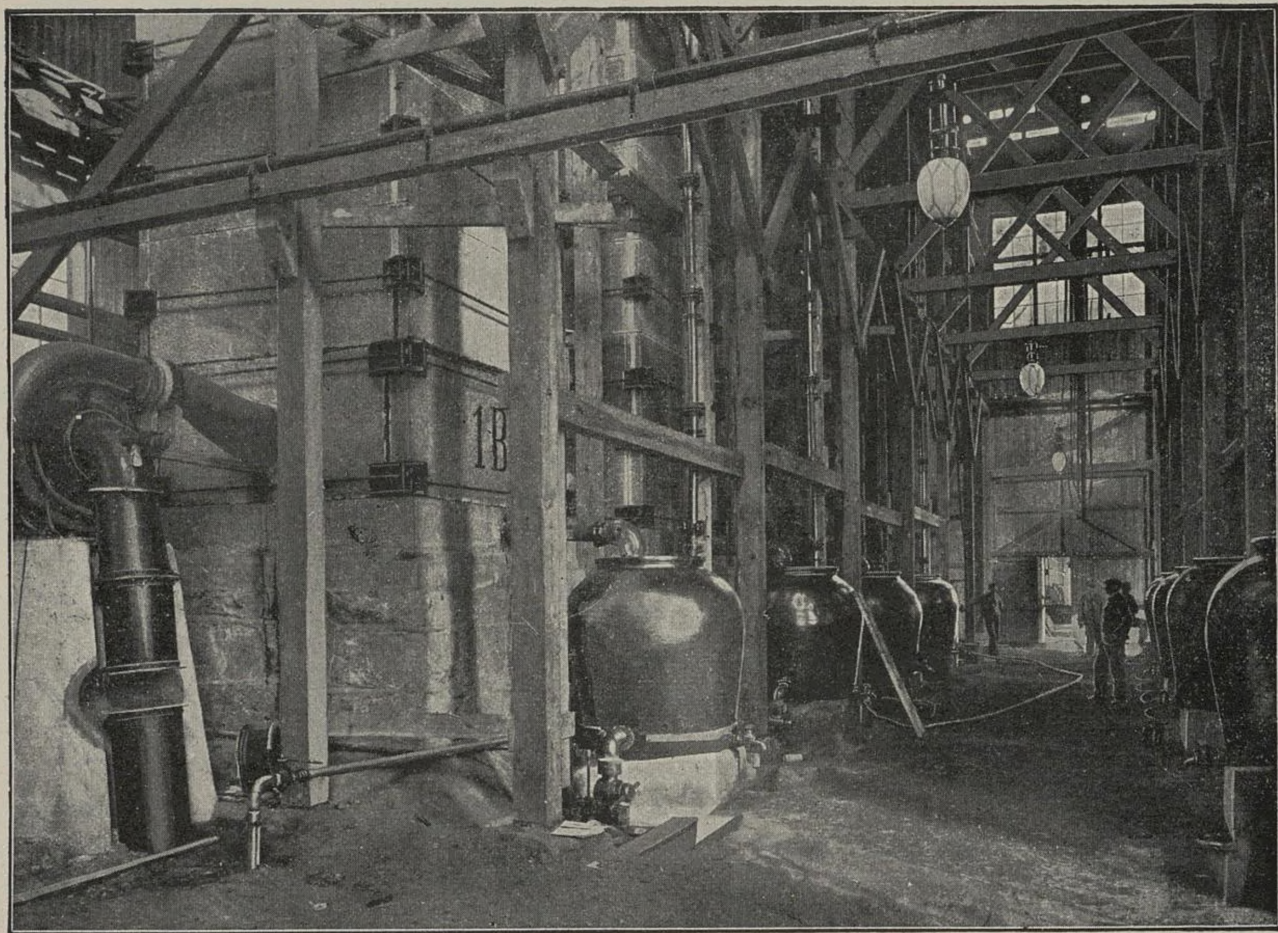
Fig. 2. — Plan général de l'Usine actuelle de Notodden pour la fabrication du nitrate de chaux et du nitrite de soude.

qu'ils transportent — il est rare en industrie qu'il n'y ait pas quelque parti à tirer d'une forte source de chaleur — en leur faisant chauffer de l'eau contenue dans de grandes chaudières tubulaires; là, leur température tombe de 750° à 250° environ et ils produisent de la vapeur qui nous sera précieuse tout à l'heure. Le plan général de l'usine de Notodden qui vous est représenté (fig. 2) montre la place de ces chaudières.

Nous arrivons maintenant à la deuxième partie de la fabrication, ayant pour but l'absorption. Voici d'abord les gaz qui se partagent entre trois rangées semblables d'appareils, dont les premiers sont des réfrigérants, longs tuyaux d'aluminium arrosés d'eau, où le courant gazeux achève de perdre son excès de chaleur; puis viennent les tours dites d'oxyda-

(1) Et si l'on a seulement égard à la formation du composé  $AzO$ ; les réactions suivantes sont exothermiques et, somme toute, la production de  $AzO^H$  à partir de  $Az$ ,  $O$  et  $H^2O$  dégagerait de la chaleur.





Tours d'absorption de Notodden (ancienne usine).



tion. Ces tours sont simplement de grands récipients, dans lesquels les gaz séjournent un peu plus d'une minute, de manière que l'oxydation de  $AzO$ , qui ne s'opère pas instantanément, se poursuive assez loin; on a reconnu que l'absorption ultérieure en était améliorée.

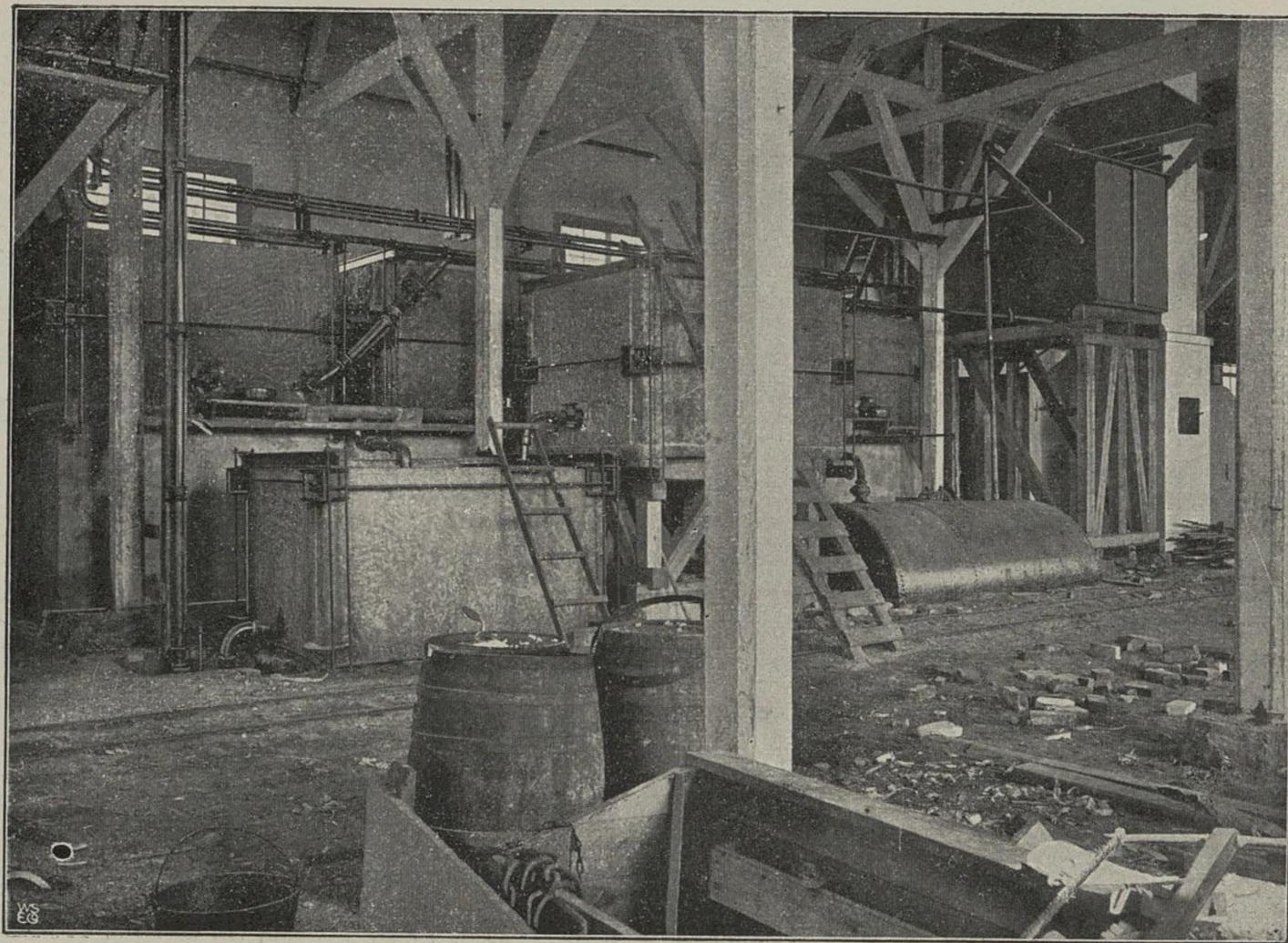
Continuons à suivre les gaz. Ils doivent se dépouiller de leur azote oxydé. A cet effet, ils traversent successivement trois grandes tours, arrosées par un liquide, qui est d'abord de l'eau dans la troisième tour que rencontrent les gaz, qui passe ensuite dans la seconde, puis dans la première et qui marche ainsi en sens inverse du courant gazeux. Le liquide sortant de la première tour est de l'acide nitrique pratiquement exempt d'acide nitreux.

Ces tours qui, à cause de la réaction du liquide qui les parcourt, sont appelées tours *acides*, doivent être en matériaux inattaquables à l'acide nitrique. On les construit avec une sorte de granit qui résiste bien à cet acide. Elles ont, à Nottoden, 20 mètres de hauteur, sans compter le socle ni un filtre qui les surmonte, et 30 mètres carrés de section, avec une épaisseur de granit de 20 à 25 cm. Elles sont remplies de morceaux de quartz, sur lesquels coule le liquide qui, de cette façon, se trouve mis en contact intime avec les gaz.

Elles doivent être arrosées assez abondamment pour que le quartz reste constamment mouillé. Des monte-jus spéciaux entretiennent la circulation du liquide dans chaque tour. Une portion du liquide remonte régulièrement d'une tour à la voisine; de là résulte la marche progressive de ce liquide de la troisième tour, où s'introduit l'eau, à la seconde, puis à la première, d'où s'échappe l'acide fabriqué. L'appareil qui fonctionne sous vos yeux donne une image de la fabrication jusqu'ici décrite, avec imitation d'un four, des tours acides et des monte-jus; nous constatons, par les réactions appropriées, la présence, en proportion importante, de l'acide nitrique dans le liquide sortant.

Les simples indications qui viennent d'être fournies sur les tours acides ne donnent pas une idée des efforts qu'il a fallu faire pour les bien établir et arriver à les entretenir convenablement. Ceux qui ont manié l'acide nitrique s'en rendront compte. Confectionner d'une façon satisfaisante les innombrables joints des tours avec le mélange d'amianté et de silicate de soude résistant à l'action corrosive de l'acide,





Cuves en granit pour la saturation de l'acide nitrique par le calcaire (ancienne usine).



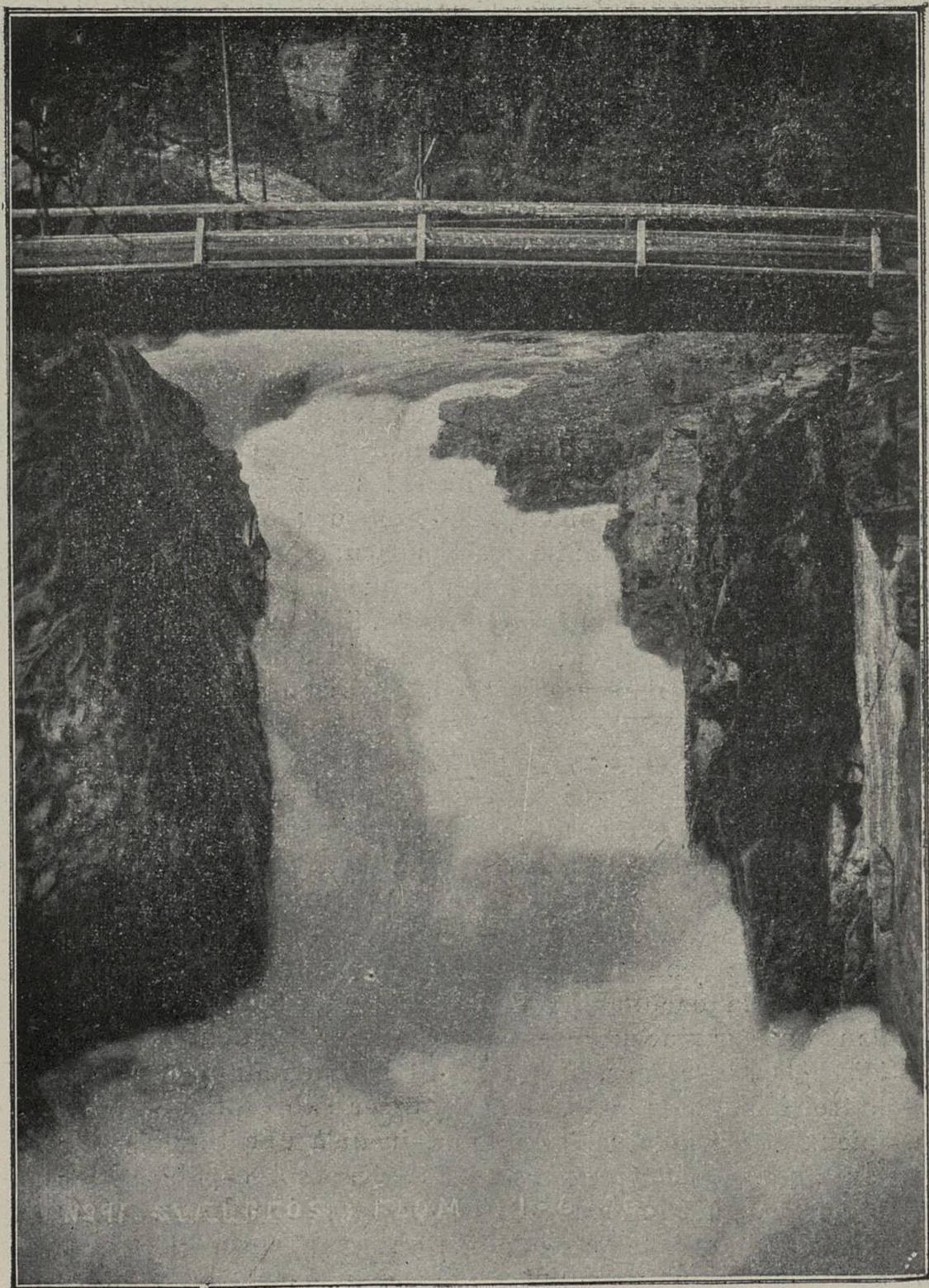
faire en sorte que les monte-jus en poterie n'éclatent pas sous la pression de 3 atmosphères environ qu'ils ont à supporter, réaliser le fonctionnement automatique de ces appareils, tout cela a nécessité beaucoup de recherches, d'ingéniosité et de soin; on a aujourd'hui vaincu les difficultés qui s'y rapportent.

En sortant des fours acides, les gaz contiennent encore une proportion d'oxydes d'azote qu'il ne faut pas perdre. On les envoie dans deux tours, dites *alcalines*, faites en bois, où ils rencontrent, marchant en sens contraire, une lessive de carbonate de soude. Il se forme dans ces conditions une dissolution de nitrite et de nitrate de soude, dans laquelle le nitrite domine de beaucoup et qui servira, après concentration, cristallisation et essorage, à préparer d'importantes quantités de ce dernier sel dans un remarquable état de pureté. Ayant traversé les tours alcalines, les gaz, qui ne contiennent plus guère que 3 ou 4 0/0 de l'azote oxydé dans les fours, sont rejetés au dehors; ils ne nous occuperont plus.

Mais nous avons encore à voir ce que devient l'acide nitrique extrait de la première tour acide. Si l'on doit fabriquer du nitrate de chaux, cet acide est neutralisé méthodiquement par du calcaire dans une série de cuves en granit. Puis la solution de nitrate de chaux obtenue est concentrée par ébullition sous pression très réduite. C'est ici que nous retrouvons la vapeur formée dans les grandes chaudières déjà mentionnées. Cette vapeur fournit la chaleur nécessaire à la concentration; bien qu'il y ait là des quantités d'eau considérables à évaporer, la vapeur y suffit — et, en outre, à une concentration analogue du nitrite de soude — et l'on ne brûle pas 1 kg. de charbon dans l'usine. Une remarque se présente, relative à la teneur en  $AzO^3H$  de l'acide fabriqué. On dispose, dans une certaine mesure, de cette teneur. On peut la porter à 50 0/0 et davantage, si l'on réduit l'alimentation en eau de la troisième tour; mais, pour favoriser l'absorption, il vaut mieux augmenter l'alimentation, jusqu'à une limite pourtant: il faut que la vapeur des chaudières soit capable d'évaporer l'eau à éliminer dans la concentration du nitrate de chaux et du nitrite de soude. En observant encore très bien cette condition, on peut descendre jusque vers 25 0/0 le titre en  $AzO^3H$  de l'acide sortant des tours.

Arrivée à son maximum de concentration, la solution de





Chute de Svelgfoss (40,000 HP) sur la rivière Tinné.





Chute de Rjukan.

Cette chute, de 100 mètres de haut, fait partie de la succession de cascades et de rapides dont l'ensemble, sur 9 kilomètres de longueur, donne naissance à une différence de niveau de 570 mètres.

La puissance de cette chute est évaluée à 230.000 HP.



nitrate de chaux est versée dans de grands bacs de solidification. Après durcissement, la matière est extraite des bacs, puis concassée, broyée, tamisée, et se trouve amenée finalement à l'état de poudre grossière, comprenant essentiellement du nitrate de chaux et de l'eau de cristallisation et titrant de 13 à 13,20/0 d'azote; un jour viendra où on l'obtiendra presque sans eau, à peu près à 16 0/0 d'azote.

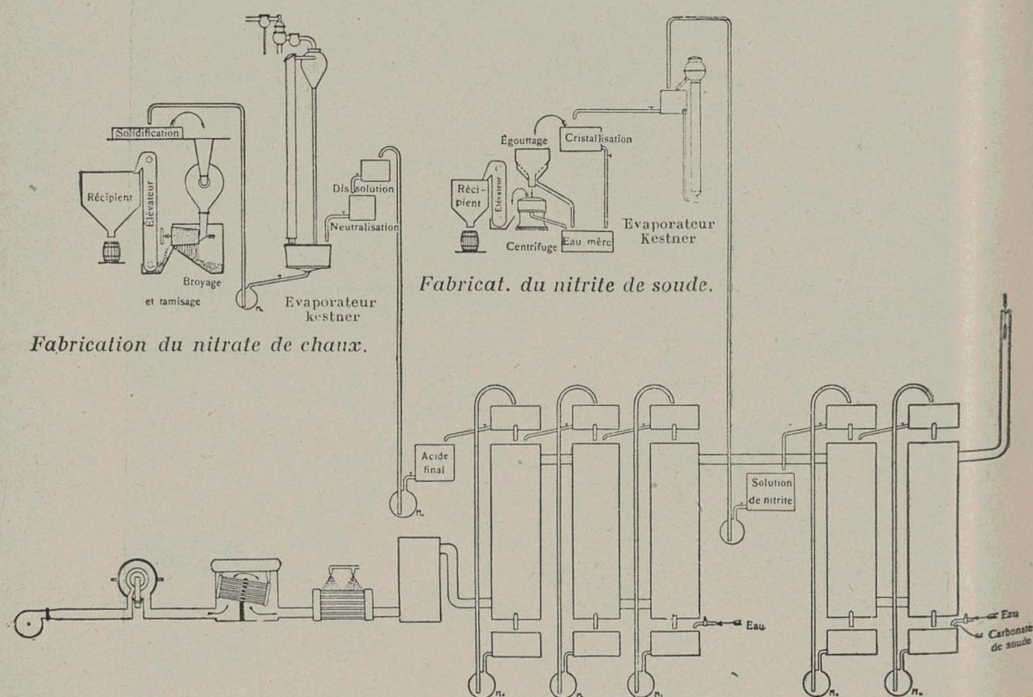


Fig. 3. — Schéma de la fabrication du nitrate de chaux et du nitrite de soude à Notodden.

Tout ce que nous venons de dire est résumé sur le schéma de la fabrication qui vous est montré (fig. 3), où l'on voit la succession et la liaison des opérations. Des échantillons de nitrate de chaux et de nitrate de soude vous sont présentés, qui vous permettent de vous rendre compte de l'aspect de ces produits.

Ce nitrate en poudre est destiné à l'agriculture. On en fait aussi qui affecte une autre forme. La solution de nitrate con-



centré à chaud, au lieu d'être répandue sur les bacs de solidification, est versée dans des cylindres en tôle mince; elle se prend en masse dans les cylindres mêmes et s'expédie en cet état à des fabricants de produits chimiques qui recherchent du nitrate de chaux bien pur. La pureté de ce sel, ainsi que du nitrite de soude, résulte avec évidence de l'origine synthétique des oxydes d'azote qui y sont contenus.

Il est possible d'obtenir encore d'autres produits dans l'industrie que nous étudions. On a préparé à Notodden de l'acide nitrique très concentré, en réalisant la concentration de l'acide des tours sans aucun emprunt de chaleur en dehors du gaz des fours. De plus, on y fait, en quantités importantes, du nitrate d'ammoniaque, très pur, et l'on y ferait encore bien d'autres substances dérivant de l'acide nitrique.

Telle est la fabrication à Notodden. Mais déjà diverses variantes de ces opérations sont proposées.

Par exemple, on est parvenu à faire marcher les fours à 1.600 et 1.800 kw. au lieu de 800-850; en doublant la productivité de ces appareils, on réduirait à peu près de moitié leur coût dans de nouvelles installations. Avec plus d'avantage encore, on a établi à Notodden un four de 3.000 kw.

D'autre part, un nouveau four a été construit par la Badische Anilin und Soda Fabrik, associée de la Société Norvégienne de l'azote. Vous en avez sous les yeux un modèle de démonstration. Dans ce four, la flamme est obtenue par soufflage de l'arc au moyen d'un violent courant d'air et non plus par le soufflage magnétique du dispositif Birkeland. L'appareil comporte essentiellement un tube de fer, relativement étroit, qui est placé dans une enveloppe réfractaire et dans le bas duquel se trouve l'électrode par où arrive le courant. L'air pénétrant avec une grande vitesse emporte, pour ainsi dire, l'étincelle de bas en haut et l'étend, sur une longueur de deux ou trois mètres, jusqu'aux pièces métalliques supérieures servant de seconde électrode. Il se refroidit immédiatement au contact de surfaces derrière lesquelles circule de l'eau en abondance. Il sort avec un titre élevé en  $AzO$ , correspondant à 45 ou 50 mg. de  $AzO^3H$  par litre supposé à 0°. Ce four est d'une construction simple et offre certainement un très haut intérêt.

Dans le domaine de l'absorption, des moyens autres que ceux que nous avons vus ont été aussi examinés. Il faut noter



d'ailleurs que l'étude de ces moyens s'impose. L'absorption actuelle de Notodden fournit, il est vrai, un sous-produit, le nitrite de soude, d'un prix rémunérateur; mais le marché de ce sel est limité. En développant, comme on va le faire prochainement, la fabrication, on arriverait bientôt à ne plus pouvoir écouler de nitrite de soude.

La Badische a étudié récemment l'absorption des gaz nitreux par le lait de chaux exclusivement; ce procédé permet de réduire notablement les dimensions du système d'absorption et ne fournit plus de nitrite de soude.

De mon côté, j'ai proposé un procédé d'absorption tout différent des précédents. Il n'y a plus ici de liquide mis en jeu; on opère par la voie sèche et à chaud. L'air sortant des fours se dépouille directement de ses gaz nitreux en passant dans des chambres remplies de morceaux de chaux, qu'il maintient lui-même, en raison de la chaleur qu'il transporte, aux températures voulues de 300 à 400°. L'absorption est méthodique et, avec un ensemble d'appareils présentant une capacité beaucoup moindre que celle du système actuel, au lieu de laisser perdre 3 ou 4 0/0 de l'azote oxydé, elle s'accomplit d'une façon intégrale. Il est avantageux que la chaux employée soit légère, poreuse et exempte de ces morceaux qui ont été, au four à chaux, fortement agrégés par une excessive température et qui existent toujours en certaine proportion dans les chaux ordinaires. Pour l'avoir avec de telles qualités, on commence par l'éteindre à fond; puis on en fait des agglomérés qu'on déshydrate à température peu élevée et qui ainsi gardent toute leur activité chimique et toute leur capacité d'absorption. Si nous projetons dans de l'eau de tels agglomérés, nous assistons à une extinction instantanée, violente, qui prouve bien que les qualités cherchées sont réellement acquises. Par cette méthode d'absorption, on a obtenu, dans les essais exécutés jusqu'ici, du nitrate de chaux, légèrement alcalin, sans nitrite, pouvant titrer 15 0/0 d'azote.

En dehors des procédés tendant à fixer l'azote atmosphérique par la formation initiale d'oxyde azotique, on en a étudié d'autres où se produisent des combinaisons de genres différents. Les inventeurs se sont appliqués, nombreux, à cette question et leurs recherches n'ont pas été vaines. Dans ce domaine des procédés de fixation de l'azote, on peut dire que la natalité a été exceptionnellement élevée depuis dix ou



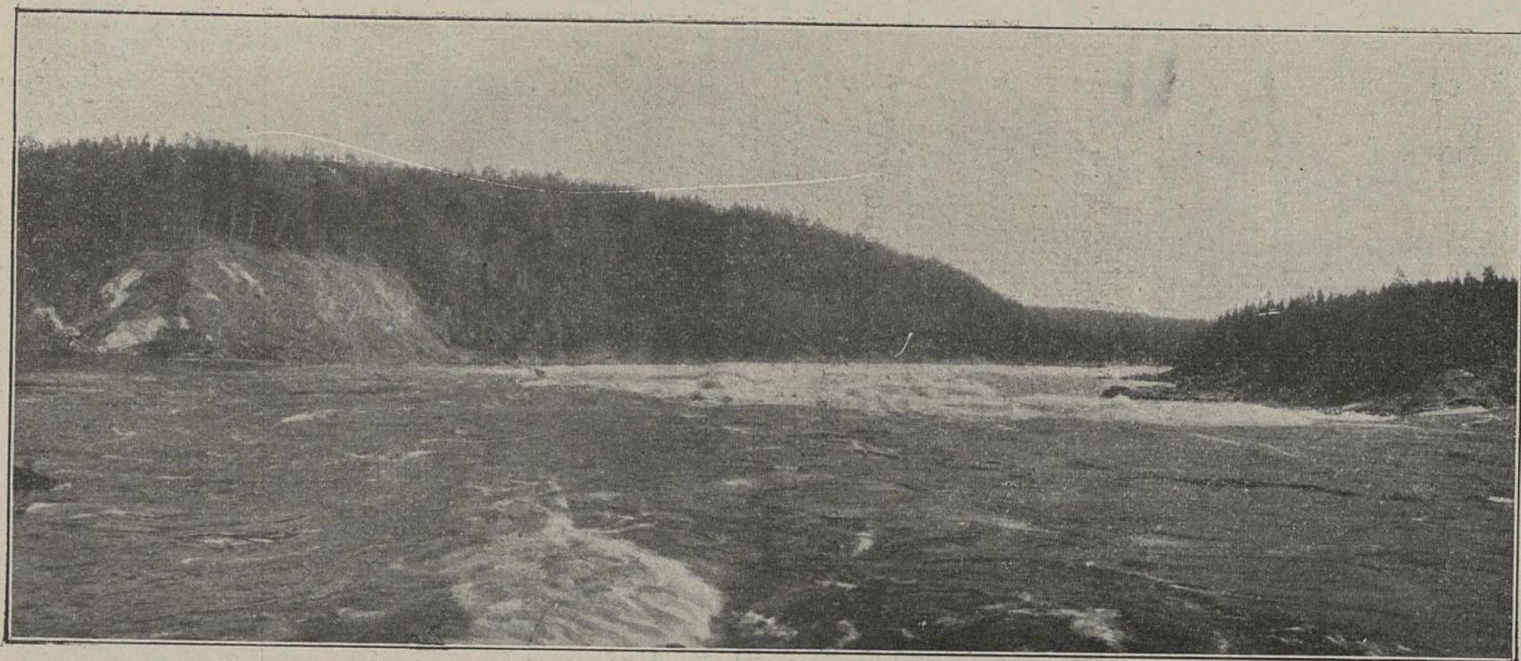
quinze ans. Je ne citerai qu'un seul de ces procédés qui n'ont pas recours à l'oxydation; je veux parler de la fabrication de la cyanamide calcique. On sait qu'elle consiste à chauffer du carbure de calcium à  $1.000^{\circ}$  en présence d'azote pur; le gaz est fixé et l'on obtient le corps  $CAz^2Ca + C$ , engrais qui, bien employé, agit à peu près comme les sels ammoniacaux et qui a déjà conquis sa place au soleil. Mon but est principalement, à propos de cet intéressant produit, de rectifier un jugement trop prompt qui a facilement pris racine dans l'opinion. De savantes études ont montré que, dans l'oxydation de l'azote à très haute température, on augmentait notablement la production de gaz nitreux si l'air à chauffer était préalablement additionné d'oxygène; s'il était amené en particulier à contenir 50 0/0 de ce gaz, la formation d'azote oxydé serait accrue d'un quart. Alors on a dit: Voilà deux industries, celle de l'acide nitrique ou du nitrate de chaux par synthèse et celle de la cyanamide, dont l'une recevrait volontiers de l'oxygène pour élever ses rendements et dont l'autre a besoin d'azote. Qu'elles s'unissent donc pour liquéfier l'air et le distiller et pour utiliser, l'une l'oxygène, l'autre l'azote résultant de cette distillation; qu'elles se prêtent un mutuel appui et qu'elles se donnent la main. Malheureusement, l'industrie repose, non sur des figures, mais sur des calculs, et d'implacables calculs prouvent que si les deux fabrications se liaient de la sorte, celle de l'acide nitrique ou du nitrate serait réduite à une production qui, en azote, serait environ 200 fois (1) moindre que celle de la cyanamide. La première serait annihilée par la seconde. L'alliance serait trop mal assortie.

Vous avez remarqué que notre fabrication d'acide nitrique n'exigeait l'apport d'aucune matière première: l'un est naturellement à portée des fours et l'eau arrive par quelques

---

(1) Chaque mètre cube d'air entrant au four, dans la fabrication du nitrate, devrait être additionné de  $0,58 \text{ m}^3$  d'oxygène pour qu'on eût 50 % de ce gaz dans le mélange  $\left( \frac{0,21 + 0,58}{1 + 0,58} = 0,50 \right)$  et donnerait  $32 \text{ gr.} \times 1,25 \times 1,58 = 63 \text{ gr.}$  2  $Az O^3 H$  ou 14 gr. azote fixé (32 gr.  $Az O^3 H$  par mètre cube d'air représente actuellement à Notodden le titre courant du gaz sortant des fours). En même temps la fabrication de la cyanamide, qu'on suppose utiliser tout l'azote reçu, fixerait  $0,58 \text{ m}^3 \times \frac{79}{21} = 2,18 \text{ m}^3$  ou 2 kg. 7 Az, soit 193 fois plus que l'autre fabrication.





Chute de Wamma sur le fleuve Glommen. (Puissance : 55.000 HP.).



conduites toute seule pour ainsi dire. Mais un élément essentiel, primordial, de la fabrication, venant par des fils de cuivre d'une usine hydro-électrique, a pénétré; c'est la force. La force nécessaire pour faire 1 tonne d'acide nitrique en un an est d'environ 1,7 kw. ou 2,3 chevaux, ou bien encore, pour faire 1 tonne en 1 heure de travail, de 15.000 ou 20.000 chevaux. Il est tout à fait indispensable de se procurer cette force à bon marché et de s'adresser pour cela aux chutes d'eau.

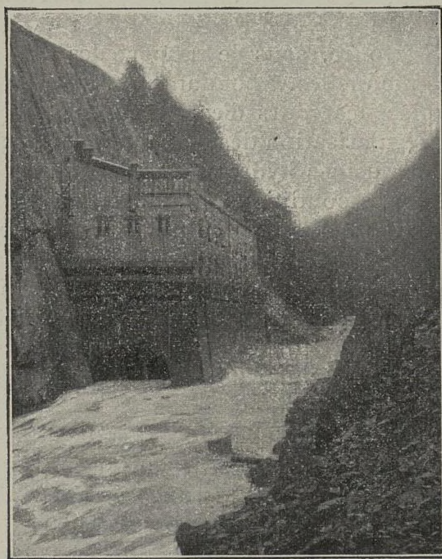
La Norvège offre, sous le rapport des chutes, des ressources exceptionnelles. Abondance des eaux météoriques, descente rapide des cours d'eau vers les mers, grands lacs facilitant la régularisation des débits, tout y favorise le fonctionnement des usines hydro-électriques et la production de la force dans des conditions avantageuses. C'est là une des raisons qui ont assuré, dans ce pays, le premier développement de la fabrication du nitrate de chaux et amené l'établissement de l'usine actuelle de Notodden. Cette usine reçoit aujourd'hui aux bornes de ses fours 35.000 HP (chute de Svalgfos de 40.000 HP), force qui s'augmentera prochainement de 15.000 HP (chute de Lienfos) et pourra être portée jusqu'à 70.000 HP.

Mais la fabrication de l'acide nitrique et des nitrates va encore s'accroître d'une façon grandiose par l'utilisation de la chute de Rjukan, d'une puissance de 230.000 HP, utilisation qui aura lieu dans deux usines de 115.000 HP chacune. La première est en construction et doit marcher dans un an environ.

La France est, en ce qui concerne les chutes, un des pays d'Europe qui sont plutôt bien partagés. On peut songer à y établir la nouvelle industrie. Mais il faut noter ce fait que la force y est plus chère qu'en Norvège. Il est bien difficile de donner des chiffres qui fixent avec précision les idées sur les prix; il y a trop de différence d'une chute à l'autre dans un même pays; il y a aussi trop de manières de compter le prix d'une chute. Il faudrait, en effet, tenir compte, dans une exacte évaluation, du facteur *régularité*, qui entraîne des conséquences si étendues et si complexes sur l'économie d'une industrie. Des calculs un peu rigoureux ne se font donc que dans des cas bien déterminés. Toutefois, il ne paraît pas imprudent d'avancer qu'il doit y avoir en France des forces



d'un prix qui permette la fabrication synthétique qui nous occupe, étant donné surtout que des perfectionnements s'entrevoient comme devant abaisser les prix de revient. Il faut tout de suite ajouter, du reste, qu'il n'est pas indifférent, dans l'examen de semblables projets, de savoir s'il s'agit d'une fabrication d'acide nitrique ou d'une fabrication de nitrate

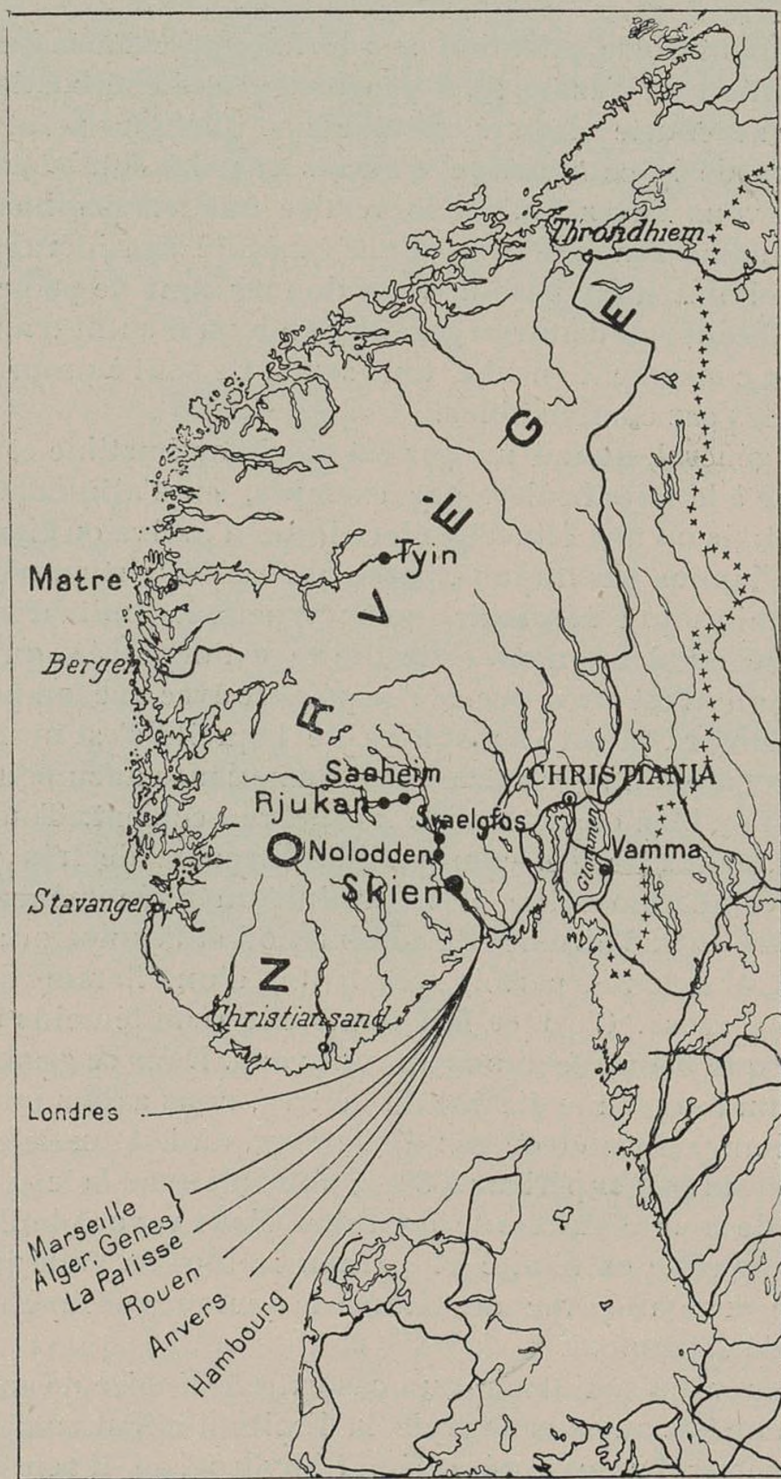


L'Usine de force de Svælgfos, dont la puissance (40,000 HP) est transmise à l'Usine Chimique de Notodden.

de chaux. L'azote sous forme d'acide nitrique se vend à un prix plus élevé. Seulement le marché de l'acide est très limité. Il correspond, en France, à 10.000 tonnes de  $AzO^3H$  au plus, pense-t-on. Une force de 20.000 à 25.000 HP suffirait à faire face à cette consommation. Le nitrate a, au contraire, un marché extrêmement vaste, compris actuellement entre 250.000 et 300.000 tonnes, pour la France seulement, sans compter l'exportation.

Avant de quitter tout à fait la fabrication de l'acide nitrique et des nitrates, je vous demande la permission de retenir





Carte de Norvège indiquant les localités où sont situées les Usines Nitratières.

- Notodden.** — Usines chimiques en opération.  
**Svælgfos.** — Chutes de 40,000 HP. (est aménagée), plus **Lienfos 15,000 HP.** en aménagement.  
**Rjukan.** — Chutes de 227,000 HP. (en aménagement).  
**Saaheim.** — Emplacement des usines chimiques qui seront en opération en 1911.  
**Wamma.** — Chutes de 55,000 à 72,000 HP. (en aménagement).  
**Tyin.** — Chutes de 81,000 HP.  
**Matre.** — Chutes de 83,000 HP.



un moment votre attention sur le fait qui est à sa base, la combustion de l'azote, et, à propos de cette combustion, de faire une courte digression touchant quelques points particuliers de la combustion d'autres gaz. La combustion de l'azote, vous l'avez vu, ne se réalise que fort péniblement; elle réclame l'intervention d'une quantité considérable d'énergie. Point n'est besoin de se donner tant de peine pour brûler beaucoup d'autres gaz. Il y en a qu'il suffit d'allumer et ils se consomment ensuite tout seuls. Ce sont à proprement parler les gaz combustibles.

En général, quand un gaz est ainsi combustible et qu'on cherche à le faire brûler, par exemple, en l'allumant avec une bougie ou une étincelle électrique, il arrive ou bien qu'il ne s'enflamme pas du tout, parce que sa proportion n'atteint pas le minimum nécessaire qu'on appelle la limite d'inflammabilité, ou bien, quand cette limite est dépassée, qu'il fait explosion. C'est ainsi que, si l'on pénètre avec une lampe dans une chambre dans l'atmosphère de laquelle s'est uniformément répandu du gaz d'éclairage, on ne cause aucune inflammation ou bien on détermine un grave accident. Toutefois, quand le taux de gaz combustible surpasse de très peu la limite d'inflammabilité, il se produit un phénomène intermédiaire entre l'absence de combustion et l'explosion; il y a propagation lente, parfois très lente, d'une flamme dans la masse gazeuse. C'est ce fait dont vous rend témoins l'expérience que nous effectuons devant vous. Dans ce grand tube sinueux, long d'une dizaine de mètres, nous avons introduit un mélange d'air et de gaz d'éclairage, où le taux de ce dernier est un peu supérieur à 8 %; nous mettons le feu par une étincelle à une extrémité du tube. Nous voyons la flamme partir de cette extrémité et parcourir tout le tube jusqu'à l'autre extrémité avec une vitesse de quelques décimètres par seconde seulement.

Mais voici maintenant un cas extraordinaire de combustion d'un gaz au voisinage de la limite d'inflammabilité. Je veux parler d'un cas présenté par l'hydrogène. Il peut arriver que, mélangé à l'air dans des conditions convenables, ce gaz ne donne, avec une étincelle, ni une combustion nulle, ni une propagation lente de flamme; il devient le siège d'une combustion s'opérant d'une façon très incomplète et par fractions, créant dans la masse de petites régions lumineuses à côté de



régions obscures. C'est ce qu'ont découvert, il y a une cinquantaine d'années, M. Paul de Mondésir et mon père, et ce qu'on peut constater par l'expérience dite des papillons, expérience qui n'est presque jamais répétée et que je me fais un plaisir de vous montrer.

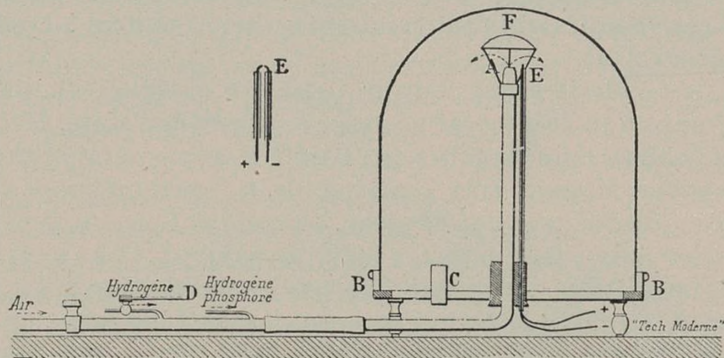


Fig. 4. — Expérience dite des papillons. — A, arrivée du mélange gazeux dans la cloche de verre ; BB, bassin pouvant contenir de l'eau de manière que les gaz soient, s'ils comprennent des fumées incommodes, éliminés par la tubulure C et conduits de là au dehors ; D, robinet permettant de régler avec précision le courant d'hydrogène ; EE, fils entre lesquels jaillit, quand il y a lieu, l'étincelle ; F, capuchon métallique protégeant la cloche de verre s'il arrive qu'un dard de flamme sorte par A.

*Remarque.* — Pour éviter tout accident, il est bon, au début de chaque expérience, avant de donner l'étincelle, de soulever la cloche un moment dans le but d'en renouveler l'atmosphère.

Dans une grande cloche en verre (fig. 4), reposant sur des cales, arrive par un tube central un vif courant d'air qui s'échappe sous le bord inférieur ; nous introduisons peu à peu, par progression très lente, de l'hydrogène dans ce courant ; une étincelle électrique est entretenue sous la cloche, près de l'orifice d'amenée des gaz ; tout à coup nous voyons la cloche, non pas sauter comme on pourrait le craindre, mais se remplir d'une multitude de veines lumineuses, tremblantes, rappelant le vol incertain de mouches ou de papillons qui seraient phosphorescents. Nous supprimons l'étincelle et le vol s'entretient. Nous pouvons l'animer ou le ralentir suivant la composition du mélange et l'intensité du courant d'air. Nous pouvons aussi donner subitement aux papillons une grande clarté en jetant dans le courant gazeux, avant son entrée dans la cloche, une très petite quantité d'hydrogène phosphoré gazeux. Quelle est la cause du phénomène étrange



auquel nous assistons ? Sans doute, en raison de sa densité très différente de celle de l'air, l'hydrogène ne se mêle pas complètement avec lui. Il y a des veinules où est dépassée la limite d'inflammabilité : la combustion s'y opère ; dans le reste, il n'y a pas assez d'hydrogène et la combustion n'a pas lieu. Les points particulièrement brillants qu'on aperçoit sur les veinules lumineuses doivent correspondre à des portions de ces veinules qui s'entrecroisent ou se présentent à l'œil en raccourci (1).

Je voudrais aussi pouvoir présenter quelque expérience offrant un intérêt du même genre à propos de l'azote. Mais je suis obligé de reconnaître que l'azote n'est pas, à la façon qui conviendrait pour cela, combustible. En quelque proportion qu'on le mêle avec de l'oxygène, on n'obtient pas un mélange où l'on puisse faire naître le moindre papillon. Dans l'air, une flamme d'azote ne se propage pas — la flamme n'est pas sortie, en effet, de notre four — et c'est fort heureux ; autrement, on ne saurait enflammer une allumette sans faire sauter l'atmosphère.

Revenant au nitrate de chaux, principal produit de la fabrication de Notodden, j'ajouterai encore un mot sur son emploi en agriculture. Il n'y a plus à s'étendre sur ce sujet. La preuve est faite de la valeur fertilisante du nitrate de chaux. A dose égale d'azote, il est équivalent au nitrate de soude du Chili ; parfois il s'est montré plutôt supérieur, ce qui peut tenir d'une part à la chaux qu'il met immédiatement à la disposition des plantes, d'autre part à son hygroscopicité. Celle-ci entraîne, il est vrai, un inconvénient pour l'épandage, si l'on a le tort d'exposer à l'air, trop longtemps d'avance, le nitrate ; mais peut-être offre-t-elle aussi un avantage sensible en permettant au sel, dans une période de sécheresse, de se dissoudre et de se diffuser plus facilement jusqu'aux racines.

L'apparition du nitrate de chaux de Norvège a été saluée avec enthousiasme par tous les agronomes. Ils pensaient : le nitrate du Chili s'épuise, est bientôt épuisé ; l'agriculture va

---

(1) M. F. SAUTIER, mon collaborateur au Conservatoire des Arts et Métiers, m'a annoncé, depuis qu'a eu lieu cette conférence, qu'il venait de réussir l'expérience des papillons en remplaçant, moyennant certaines précautions, l'hydrogène par le gaz d'éclairage.



manquer du plus important des engrais, du plus grand facteur de fertilité ; mais de Norvège arrive une invention qui la sauve ; le nitrate de chaux succédera au nitrate de soude et ne s'épuisera jamais. Déjà le nitrate de chaux, tout fier, attendait la fin du nitrate du Chili ; il l'attendait un peu comme on attend la fin d'un oncle à héritage, c'est-à-dire avec une certaine impatience. Mais voilà que le vieil oncle se raffermît. Aux dernières nouvelles, nouvelles officielles, il en a encore pour cent trente ans au moins et probablement pour bien davantage (1). Que le nitrate de chaux ne s'en affecte pas trop. Car comment recueillerait-il aujourd'hui l'écrasant héritage, je veux dire la clientèle, à qui il faut servir 2 millions de tonnes et vendre pour près d'un demi-milliard par an ? Avec toutes les forces dont il disposera dans quelques années, à peine pourra-t-il fournir un dixième des 2 millions de tonnes et d'ici là la demande en nitrate sera encore augmentée.

Donc le nitrate de chaux n'a qu'à croître à l'ombre de son grand aîné, sans lui souhaiter aucun mal ni lui chercher noise. Le nitrate du Chili n'a pas non plus à combattre le nouveau venu. Une lutte commerciale éclatant entre les deux serait inutile et ne profiterait ni à l'un ni à l'autre. La plus cordiale entente paraît ici la meilleure des politiques. Nous passerons maintenant en revue tout ce qui a été dit sur la fabrication de l'acide nitrique et des nitrates, en projetant quelques vues concernant les usines de Notodden et de Rjukan (2).

Voilà, Mesdames et Messieurs, ce que je voulais exposer sur la nouvelle industrie norvégienne. Je souhaite que ces explications suffisent pour que vous appréciiez comme il convient cette belle industrie. N'allons pas jusqu'à dire, ainsi qu'on l'a fait d'abord, étant trop porté à croire à la fin imminente du nitrate du Chili, qu'elle nous sauve de la famine en

---

(1) D'après les renseignements que veut bien me fournir M. Lemétayer, agent officiel du gouvernement chilien, on n'a encore bien évalué les gisements du nitrate de soude que sur une fraction de 200 km. qu'ils occupent, et les quantités reconnues ne représentent peut-être pas le dixième de ce qui existe.

(2) Nous adressons tous nos vifs remerciements à M. de La Vallée Poussin, Consul honoraire et Secrétaire général de la Société Norvégienne de l'azote et aussi, disons-le avec plaisir, membre de notre Société, qui a si aimablement mis à notre disposition les superbes clichés dont le décor imposant des paysages norvégiens fait un cadre heureux à la parole de notre éminent et sympathique professeur : M. Th. Schloesing fils (G. D.).



# L'acide nitrique et son utilisation dans l'Agriculture et dans l'Industrie

Société Norvégienne de l'Azote, 3 rue d'Antin, Paris

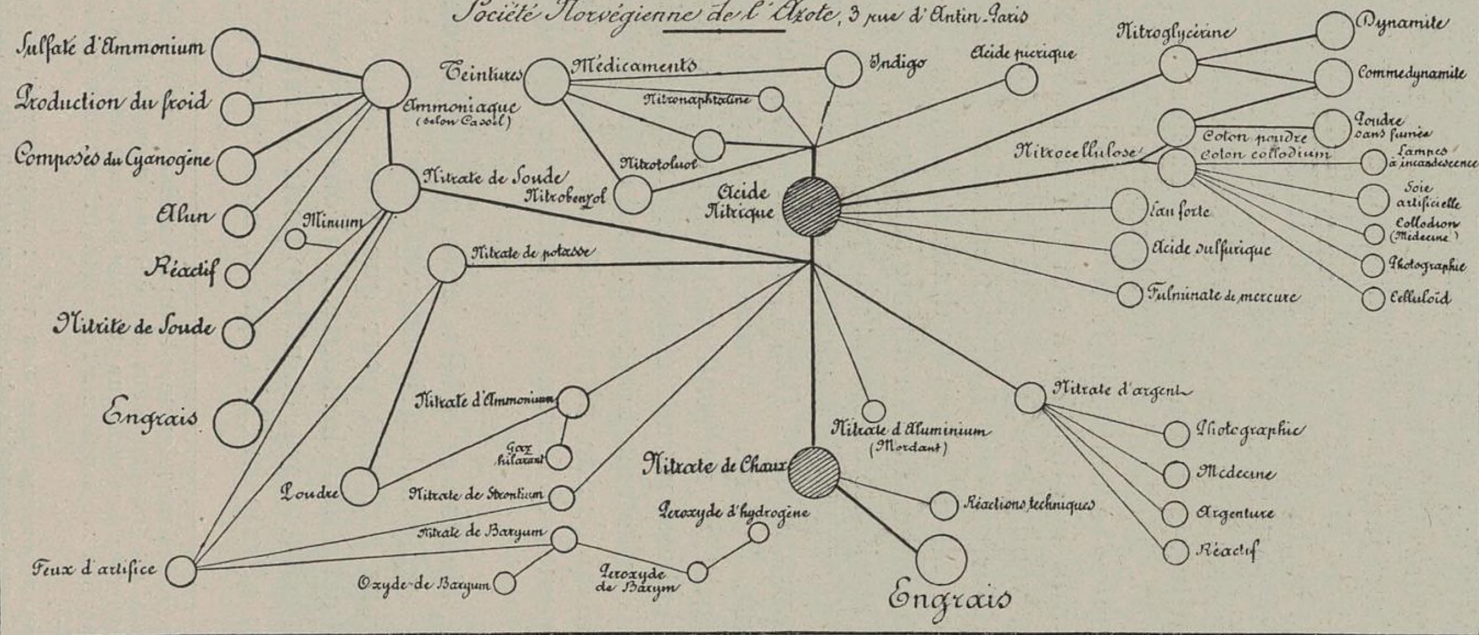


Tableau des emplois de l'Azote oxydé.



nous procurant une matière fertilisante essentielle qui était sur le point de faire défaut ; mais, en toute justice, reconnaissons qu'elle représente une source nouvelle de prospérité pour l'agriculture et, en l'honneur de chacun des chercheurs dont l'effort a contribué à l'édifier, répétons, si vous voulez, avec un grand penseur, qu'il faut placer au premier rang des bienfaiteurs de l'humanité : « celui qui a fait pousser deux grains de blé là où il n'en venait qu'un ».

TH. SCHLÆSING, fils,  
*Membre de l'Institut.*



---

## BIBLIOTHÈQUE

(Chez M. MERCIER, vice-président, 15, rue de Verneuil.)  
(Chaque lundi de 8 à 10 heures du soir.)

M. Emile Violard, dont nous avons déjà eu le plaisir de faire figurer le nom en notre bulletin, vient de doter notre bibliothèque d'une série de fascicules concernant les recherches ethnographiques et architecturales faites en Tunisie.

Ces fascicules ont pour titres : **Compte rendu de la marche du service de la Direction des Antiquités et des Beaux-Arts.** — **Enquête sur les installations hydrauliques romaines en Tunisie.**

Tous nos remerciements à M. E. Violard.

Afin de pouvoir faire profiter utilement nos collègues de la visite de l'Usine de la Société d'électricité de Paris à Saint-Denis (Usine des 100.000 H. P.), nous avons essayé d'obtenir quelques ouvrages concernant les diverses parties et le fonctionnement



des chaudières mécaniques Babcock et Wilcox et des turbo-alternateurs Brown, Boveri-Parsons.

Notre tentative a été couronnée de succès et MM. les Directeurs des Etablissements où sont fabriqués ces appareils ont généreusement doté notre bibliothèque.

M. le Directeur des Etablissements Babcock et Wilcox nous a fait parvenir plusieurs volumes, sur les chaudières Babcock et Wilcox et White Forster, dont voici les titres :

Chaudières marines,  
Chaudières White Forster,  
La Vapeur.

La documentation technique de ces ouvrages est rendue encore plus évidente par les illustrations parfaites qui ornent presque chaque page et donnent à l'œuvre entière un véritable caractère artistique. Qu'il nous suffise de mentionner que ces admirables brochures sortent des presses de MM. Dræger frères qui, malgré l'activité toujours plus grande du modernisme, ont su conserver à cet art, cher à Gutenberg : la Typographie, toute sa beauté et toute son esthétique.

Non moins intéressantes sont les brochures adressées par M. le Directeur de la Compagnie électromécanique et relatives aux turbines à vapeur et turbo-alternateurs Brown, Boveri-Parsons.

De nombreuses planches, vues d'appareils et d'usines complètent élégamment le texte, décrivant, avec précision, le fonctionnement des formidables engins que nous avons eu sous les yeux.

Parmi les nombreuses brochures envoyées par M. le Directeur de la Compagnie électro-mécanique mentionnons :

Turbines à vapeur (système Brown, Boveri-Parsons),  
Progrès réalisés dans la construction des turbines Brown, Boveri-Parsons,

Le moteur monophasé à répulsion, système Déri,  
Note sur l'usine de Saint-Denis de la Société d'Electricité de Paris ;

et diverses autres sur les centrales électriques de Beznau sur l'Aar, d'Alexandrie, de Gromo-Nembro, de Cusset-Lyon (Canal de Jonage), de Champ (Isère); sur le régulateur automatique à action rapide, le métier continu à filer, les turbo-dynamos à courant continu, les turbo-soufflantes et turbo-compresseurs, etc.

G. DEGAAST.



---

Le Secrétaire-Gérant : E. DELAUPE.

---

Imp. L. Denis, 31, Villa d'Alésia, Paris.



# CONFÉRENCES PUBLIQUES DU DIMANCHE

DU

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS-ET-MÉTIERS

(Suite).

---

## L'état actuel DE L'INDUSTRIE DES TERRES RARES

PAR M. LE CAPITAINE NICOLARDOT, DIRECTEUR DU LABORATOIRE DE  
LA SECTION TECHNIQUE DE L'ARTILLERIE.

Notes recueillies par M. G. DEGAAST, lauréat du Conservatoire des Arts-et-Métiers, Vice-président de la Société.

---

L'incandescence par le gaz, aujourd'hui si répandue, n'a vu son évolution prendre un élan progressif qu'il y a vingt ans environ. Cette question intimement liée à l'étude et à l'industrie, de ce que l'on convient de nommer : les terres rares, était sans grand intérêt industriel il y a encore vingt ans.

Beaucoup de savants étudièrent les éléments constitutifs des terres rares, mais combien peu trouvèrent, sinon quelque chose d'intéressant, au moins une des solutions des problèmes multiples qu'offre l'étude si complexe des terres rares. Les uns eurent l'illusion de la trouvaille, de la découverte; les autres prirent pour éléments simples ce que l'analyse révéla plus compliqués, d'autres encore furent arrêtés en chemin par les difficultés de séparation et la délicatesse de l'analyse.

Combien d'éléments disparus avec leurs auteurs; où sont les trois Cérium, le Méta-Thorium, le Cosmium, le Philippium, etc.

Crookes, aux hypothèses bien connues, a été jusqu'à



# SCHÉMA DE L'HISTOIRE DE LA DÉCOUVERTE DES TERRES RARES

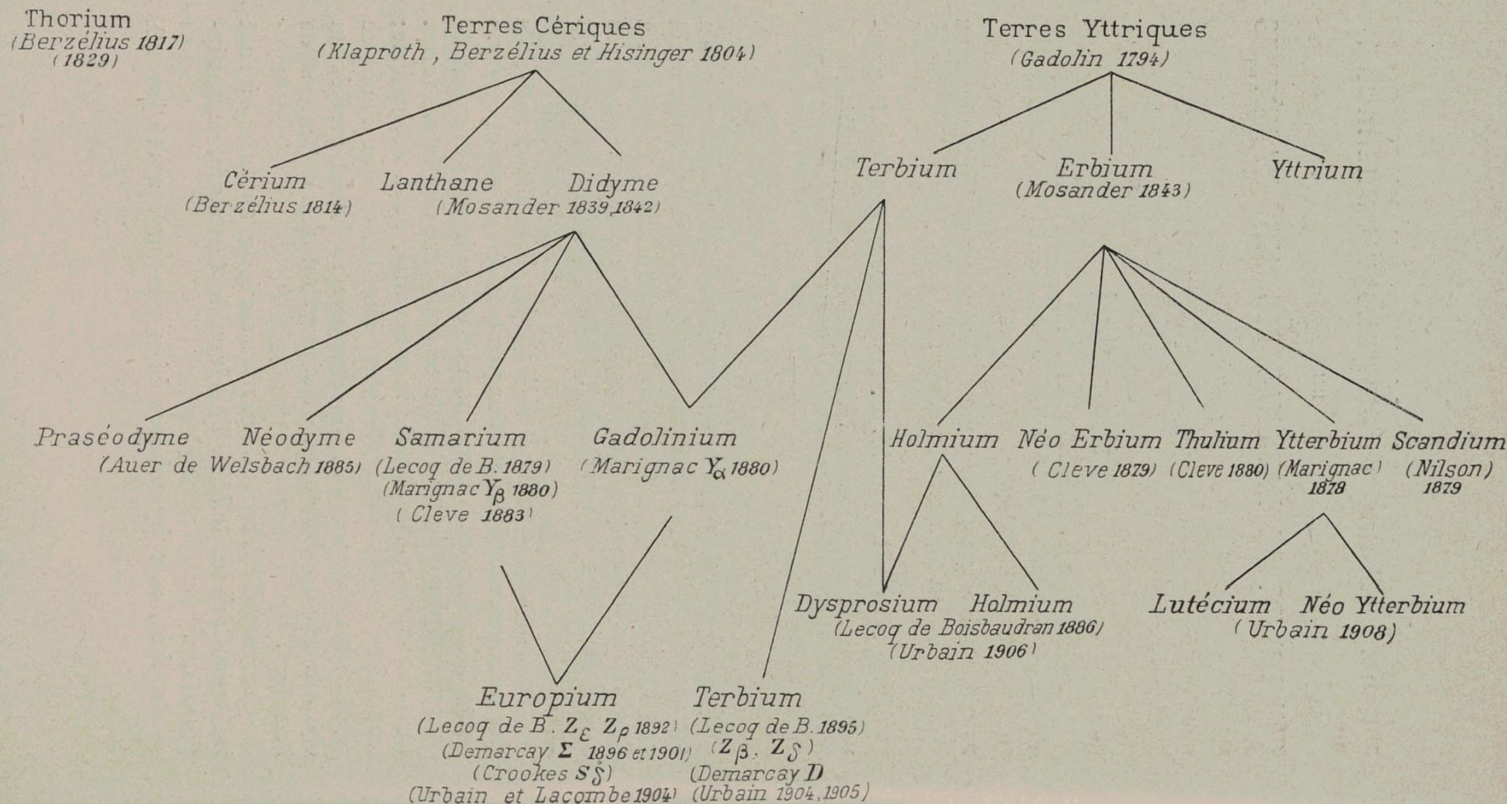


Fig. 1



affirmer qu'à chaque raie du spectre correspondrait un élément (1).

Si au thorium et au cérium s'appliquent les méthodes ordinaires de l'analyse quantitative, on peut dire que la chimie analytique perd ses droits dans la séparation des autres éléments des terres rares. Il faut alors s'adresser à des méthodes de fractionnements : précipitations successives par l'acide oxalique ( $\text{COOH}-\text{COOH}$ ) par les alcalis : potasse ( $\text{KOH}$ ), soude ( $\text{NaOH}$ ), ammoniacque ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), cristallisations fractionnées.

Les réactions chimiques ont tellement d'analogies que ce n'est que par la balance ou mieux par le spectroscope, encore plus sensible, que la question du fractionnement peut être tranchée et fort souvent après bien des hésitations.

La Gadolinite (silicate d'Yttrium, de lanthane, de fer, de glucine) fut étudiée par Gadolin, en 1794, qui y découvrit une nouvelle terre qu'il nomma Yttria. Par la suite, nombreux furent les savants et les chercheurs qui travaillèrent après Gadolin et trouvèrent toute cette suite d'éléments que l'on divise actuellement en trois groupes :

- 1° Groupe Cérique,
- 2° Groupe Yttrique,
- 3° Groupe Terbique.

Le thorium formant un groupe particulier.

Pour le cérium on ne peut manquer de citer l'important travail de MM. Wyrouboff et Verneuil, identifiant nettement la personnalité, l'individualité chimique du cérium alors que de précédents travaux établissaient l'existence de trois cériums (2). Nous sommes heureux de pouvoir signaler ici

---

(1) Nous sommes loin de l'hypothèse actuelle tendant vers l'unité de la matière; hypothèse se basant sur les faits et propriétés spéciales qu'engendre ce nouvel élément : le radium sur lequel, chaque jour, l'étude nous apporte la constatation d'une force encore inconnue presque peu ou mal étudiée. C'est qu'ici, à côté des propriétés chimiques d'un élément, peut-être, ou de plusieurs sans doute, viennent se joindre des propriétés physiques spéciales qui font de la question du radium autant un problème chimique qu'un problème physique. (G. D.).

Voir sur ce sujet : *Historique de l'Uranium*. G. Petit. Bulletin n° 6, page 161. — *La Radioactivité*. Paul Besson. Bulletin n° 2, page 34, (1<sup>re</sup> année). *La Radioactivité en géologie et dans l'atmosphère*. Paul Besson. Bulletin n° 14, page 39 et Bulletin n° 15, page 65 (2<sup>e</sup> année).

(2) Wyrouboff et Verneuil. *Sur la purification et le poids atomique du cérium*. (Bulletin de la Société chimique (3), tome XVII, page 679).



la haute valeur scientifique de notre maître et du sympathique professeur qui, il y a quelque temps sut, non sans modestie et non sans charme, nous initier à la réalisation de la synthèse des pierres précieuses réalisée par lui avec succès (1). Auer, étudiant à Vienne, parvint à séparer, par cristallisations fractionnées, dans une solution d'azotate d'ammoniaque, le nitrate de didyme en deux autres nitrates : l'un vert, le nitrate de praséodyme, l'autre rose, le nitrate de néodyme. Auer poursuivit plus loin ses recherches et, comme cela a lieu généralement Outre-Rhin, il les orienta vers un but pratique pour réaliser l'éclairage à incandescence par le gaz.

Déjà Berzélius avait cherché à obtenir une lumière éclatante en plaçant dans la flamme du chalumeau oxhydrique des masses de zircone. Le capitaine Caron essaya un mélange de magnésie et de zircone et Tessié du Motay, dès 1863, parvint à faire des expériences publiques pour l'éclairage des rues, à Paris même.

Bunsen avait déjà constaté le vif éclat que prennent dans la flamme les oxydes de lanthane et autres terres rares.

En 1880, Auer, en étudiant l'erbine au spectroscope eut l'idée d'examiner le spectre caractéristique, à bandes d'absorption, de l'erbium en se servant comme support non d'un fil de platine, capable lui aussi d'émettre des radiations, mais d'un fil de coton. Ce fil de coton après avoir été plongé dans la solution du sel d'erbium était séché et calciné et donnait comme terme final un squelette d'oxyde.

Auer fit part à Bunsen, alors à Heidelberg, de cette découverte, mais le vieux savant ne veut pas y voir un résultat sérieux capable de se développer au point de vue pratique.

Il y avait dans l'idée de Bunsen quelque chose de vrai. En effet de l'oxyde de lanthane, par exemple, abandonné à l'air absorbe l'humidité et l'anhydride carbonique en se délitant tout comme le fait la chaux ou oxyde de calcium (CaO).

Auer après avoir rejeté le lanthane, emploie la zircone et la thorine. Devant les résultats acquis, il se prodigue pour répandre sa découverte, il organise des conférences, se

---

(1) Voir compte-rendu de la conférence de M. Verneuil. *Bulletin de la Société des élèves et anciens élèves du Conservatoire des Arts et Métiers*, (n° 17, page 129).



dépense en démonstrations, mais ne rencontre que la défiance des industriels.

La Presse cependant prend parti pour Auer et l'aide à défendre l'avenir de son invention. Certain industriel n'allait-il pas jusqu'à parier qu'on ne vendrait pas plus de 1.000 manchons par an. Aujourd'hui la consommation atteint deux cent soixante millions de manchons par an.

Le premier brevet d'Auer fut pris en 1885, il y revendique, entre autres choses, l'emploi des oxydes de lanthane et de zircon ou d'yttrium et de zircon avec addition d'erbine et enfin la substitution totale de l'oxyde de lanthane.

Il n'est pas encore question du thorium. Mais Haitinger ayant remarqué que par addition d'oxyde de chrome ou d'alumine, la thorine acquiert une plus grande luminosité, Auer examina la question de plus près et prépara par addition de 1 0/0 de nitrate de cérium au nitrate de thorium un mélange brillant de l'éclat maximum.

A ce moment la question économique de l'éclairage par le gaz intervient; la lutte contre l'électricité est moins défavorable et peu à peu disparaît le bec papillon. L'invention crée un besoin de lumière que développe chaque jour la concurrence entre le gaz et l'électricité.

Après avoir extrait le thorium de minerais à teneur relativement forte pour des expériences de laboratoire il fallut trouver des minéraux thorifères en quantité suffisante pour assurer le développement de la nouvelle industrie.

Au début Auer utilisa la thorite ou orangite (1) que l'on trouva dans la syénite (2) à Löwö près de Brewik en Norvège.

D'après des analyses faites à la hâte on conclut que le rutile (3) était riche en thorium et alors une véritable fièvre s'empara de ceux qui croyaient posséder le précieux minéral.

---

(1) La thorite ou orangite est un silicate hydraté de thorium avec un peu d'oxyde de fer, de chaux, d'urane, de magnésie. Il contient jusqu'à 50-58 0/0 d'oxyde de thorium. Sa formule correspond à  $\text{Si O}^4\text{Th} + 2\text{H}^2\text{O}$ . Il existe d'autres gisements à Langesundfjord entre Arendal et Christiania.

(2) La syénite est une roche éruptive granitoïde composée essentiellement de feldspath orthose et d'amphibole hornblende et pouvant contenir comme éléments accessoires du mica noir, du pyroxène, du zircon (syénite cristallienne) de la néphéline (syénite néphélinique ou éléolithique).

(3) Le rutile est une des formes de l'acide titanique ( $\text{Ti O}_2$ ) cristallisé. On le rencontre dans les granites, les gneiss, les pegmatites.



En Norvège particulièrement où le rutile se rencontre dans certaines roches granitiques servant à construire les maisons, on vit les paysans détruire presque leurs habitations pour satisfaire à cette fièvre du thorium.

La découverte de nouveaux gisements de monazite (1) et de sables monazités en Amérique vint rendre plus normal le marché du thorium. Les gisements furent découverts là où existaient des gisements aurifères ou à proximité de ceux-ci. Dans la Caroline du Nord il existe un gisement de 1.600 milles carrés; en Virginie, dans le Comté d'Amélia on rencontre aussi d'autres gisements.

En général, la monazite se rencontre dans les sables avoisinant les sources de petites rivières à vallée très étroite qui descendent des Montagnes Bleues. La couche de sable a 0<sup>m</sup>50 environ et renferme environ 0,5 à 2 0/0 de monazite.

Au Brésil on rencontre les sables monazités dans les Etats de Bahia et de Minas-Geraes ainsi que l'a montré M. Orville A. Derby, directeur du Musée National de Rio-de-Janeiro. Dans les mines de diamant de Cuyaba, de Goyaz, Sao-Paulo, Corumba, M. Gorceix, directeur de l'Ecole des Mines de Ouro-Preto, a signalé des nodules de monazite mélangés à de la thorite.

Dans des graviers diamantifères provenant de la destruction de roches diamantifères, M. Gorceix a découvert près du bourg de Dattas et de Diamantina (Brésil), un gisement de xénotine (2) à l'état cristallisé.

Sur les côtes du Brésil, on prend beaucoup de sables monazités qui sont expédiés à Hambourg où leur prix de vente était autrefois fortement majoré.

Ces sables contenant peu de thoringe, il faut procéder à leur enrichissement par des lavages dans des cuves de bois ou une série de canaux comme dans le lavage des sables aurifères par le procédé dit des sluices. Les parties sableuses plus légères sont entraînées par le courant d'eau et la monazite (dont la densité est de 4,9 à 5,2) tombe dans des poches disposées

---

(1) La monazite est un phosphate de cérium, de lanthane, de thorium renfermant du didyme, de l'yttrium, de l'erbium et autres terres de ces deux groupes.

La formule générale est  $(PO_4)_2R^3$  où  $R = La, Ce, Th$ .

(2) La xénotine est un phosphate d'yttrium  $(PO_4)_2Y^3$  renfermant 7,98 0/0 d'oxyde de cérium.



de place en place dans les canaux de bois. (Voir fig. 2, 3, 4 et 5).

Afin d'éliminer les parcelles ferrugineuses on soumet parfois la masse, séchée et enrichie, à l'action d'un aimant ou d'un séparateur magnétique. La monazite non magnétique reste.

Pour extraire le thorium on pulvérise la monazite brute



Fig. 2. — Exploitation des sables monazités dans la Caroline du Nord.

avant de la soumettre aux traitements chimiques c'est-à-dire : soit attaque à l'acide sulfurique ou fusion aux carbonates alcalins.

Un procédé économique consiste à traiter la monazite par le charbon à la haute température de l'arc électrique, ce qui élimine entièrement le phosphore. En reprenant la masse par un acide on obtient une solution des terres rares.

L'attaque à l'acide sulfurique se fait dans des marmites en fonte chauffées à feu nu. On traite de 300 kilogs à 1 tonne le plus généralement. Dans certaines usines on n'opère que sur



50 à 100 kilogs ce qui fournit une attaque plus complète ; mais la main-d'œuvre rend le traitement plus coûteux.

Pendant l'attaque se dégagent des gaz, parmi lesquels l'hélium. Quand des vapeurs blanches d'anhydride sulfurique apparaissent on laisse refroidir. La bouillie épaisse obtenue est reprise par de l'eau très fraîche dont la température doit



Fig. 3. — Exploitation des sables monazités dans la Caroline du Sud.

être inférieure à 6° car au-dessus le sulfate de thorium précipite.

La liqueur contenant le thorium en majeure partie et les autres terres renferme aussi de l'acide phosphorique qui, par addition de bases capables de le précipiter, fournirait des précipités gélatineux entraînant des impuretés. On éviterait cette difficulté en transformant les terres rares en oxalates ; mais l'addition d'acide oxalique en grandes quantités devient fort onéreuse.

Aussi préfère-t-on enrichir le mélange des terres en tho-



rium et profiter de la précipitation de ce métal bien avant les autres éléments quand on ajoute de l'alcali en quantité calculée pour entraîner toute la thorine ou oxyde de thorium.

MM. Wyruboff et Verneuil ont montré que l'acide oxalique ajouté en quantité moitié moindre que celle imposée par la théorie précipite toute la thorine sans entraînement



Fig. 4. — Exploitation des sables monazités sur les côtes du Brésil.

d'acide phosphorique. L'oxalate de thorium  $(C^2O^4)^2Th + 2H^2O$  est soluble dans l'oxalate d'ammoniaque et la solution ainsi obtenue est à nouveau purifiée par l'un des procédés suivants :

- 1° MM. Wyruboff et Verneuil précipitent par l'eau oxygénée en liqueur neutre ;
- 2° On précipite le thorium par l'acide chromique à l'état de chromate de thorium peu soluble ;
- 3° Quand l'attaque de la monazite est faite par fusion aux carbonates alcalins, on reprend le résidu lavé à l'eau par



l'acide acétique. Cet acide produit un précipité d'acétate de thorium  $(CH_3COO)_2Th$  souillé d'impuretés. En reprenant par l'acide sulfurique et en précipitant à une température de  $6^\circ$  on obtient du sulfate de thorium impur, on le dessèche, on le redissout dans l'eau glacée et on le reprécipite en chauffant. Après une nouvelle redissolution et précipitation par

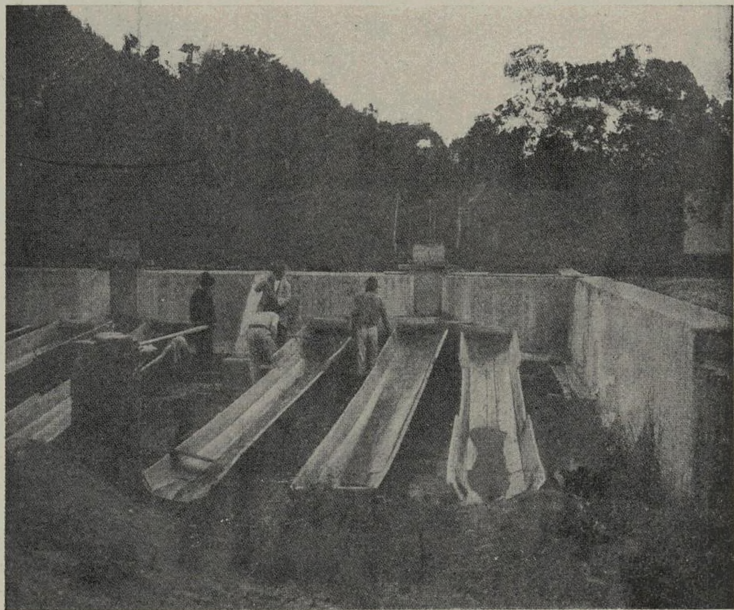


Fig. 5. — Exploitation des sables monazités dans les anciens placers brésiliens.

l'acide oxalique on prépare de la thorine pure. La thorine redissoute dans l'acide azotique fournit le nitrate de thorium qui est amené à cristallisation.

Les terres cériques ne sont pas utilisées. Le cérium, à l'état d'azotate, rentre seulement pour 1 0/0 dans le mélange d'Auer, aussi en reste-t-il de grandes quantités inutilisées jusqu'ici.

La Société Industrielle de Mulhouse a créé un prix pour celui qui trouverait un usage industriel des sels de cérium. Auer a essayé de constituer un accumulateur léger au cérium,



Pour le didyme son seul emploi consiste dans l'apposition des lettres brunes sur les manchons.

Les lampes Osram au début de leur création portaient des filaments constitués par une âme de platine plongée dans une solution de nitrate de thorium. Par une calcination préalable ou par le passage du courant, produisant une forte

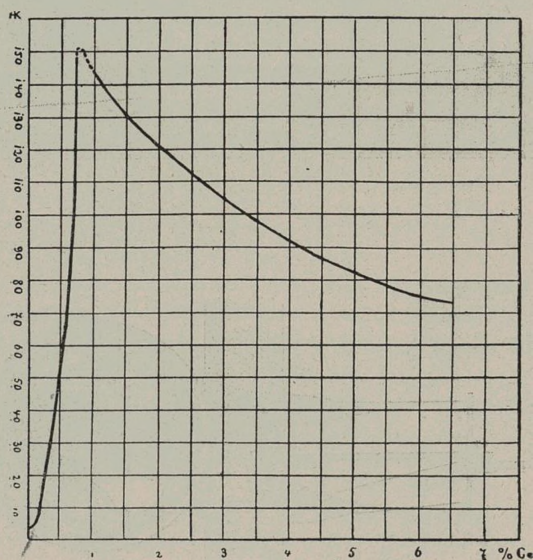


Fig. 6. — Courbe due à M. Lux, montrant l'influence de la proportion de cérium sur l'éclat du mélange.  
(En abscisses les proportions de cérium).

élévation de température, le nitrate se décomposait en laissant une gaine de thorine.

On a essayé d'employer le cérium dans les lampes à arc pour avoir une lumière plus chaude, plus colorée, moins blafarde et dans les filaments des lampes Nernst.

Un mélange d'oxyde de lanthane et de fer réduit fournit un alliage qui par un frottement assez vif donne des étincelles capables d'enflammer de l'essence de pétrole. Cet alliage rentre dans la confection de petits objets tels que des allumeurs, des veilleuses de poche dont l'emploi devient de plus en plus important.



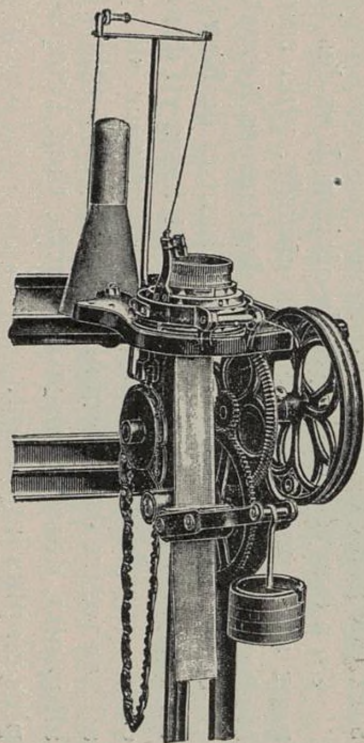
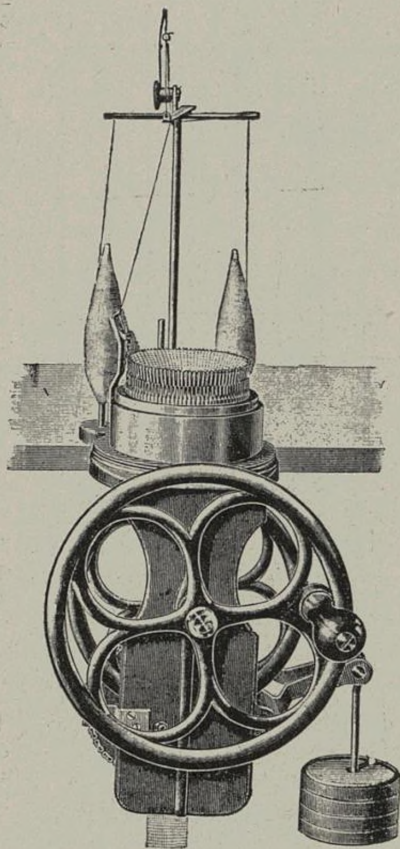
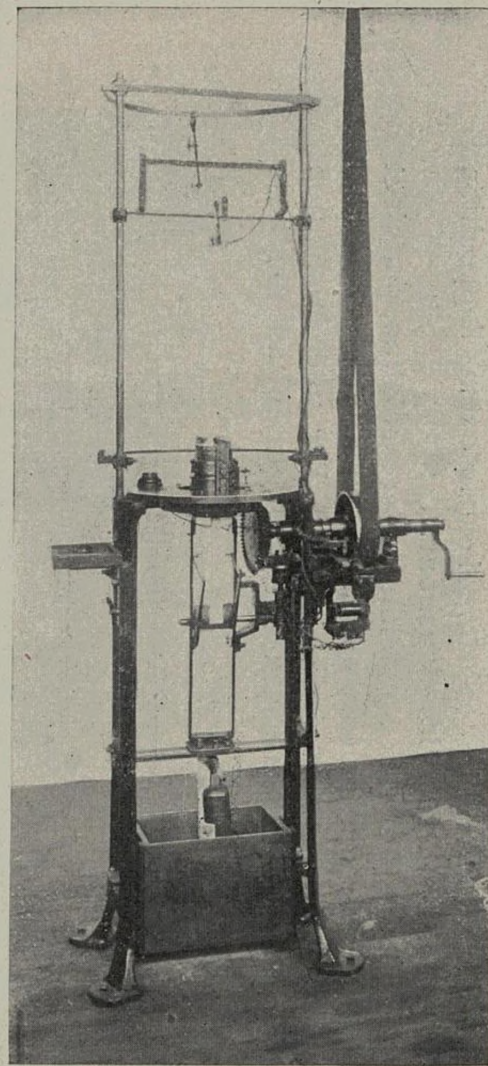


Fig. 7. — Machines à tricoter le coton.

(Manchons à éclairage).



Machines à tricoter la ramie,



Machines à tricoter le fil d'amiante.  
(Manchons à chauffage).



L'oxyde de thorium ne possède pas par lui-même un pouvoir éclairant ; il en est de même pour l'oxyde de cérium. Ce dernier a un grand rayonnement calorifique qui a été mis à profit par M. Delage pour préparer des manchons à fil d'amiante imprégnés d'oxyde de cérium. Ces manchons disposés dans des appareils spéciaux peuvent être utilisés comme source de chaleur pour le chauffage des appartements.

MM. Le Châtelier et Féry ont démontré que l'oxyde de thorium est complètement dénué de pouvoir émissif. La figure 6 représente une courbe, due à M. Lux, montrant l'influence de la proportion de cérium sur l'éclat du mélange. Le maximum est atteint pour 1 0/0 de cérium (En abscisses sont les proportions de cérium (Ce) et en ordonnées les pouvoirs émissifs.

Comme support des oxydes on emploie le coton ou mieux la ramie et la soie artificielle.

Les tissus constituant le manchon furent d'abord tissés à plat mais aujourd'hui on se sert de machines à tricoter qui fournissent des tissus tubulaires que l'on découpe ensuite à la longueur voulue (fig. 7, 8, 9 et 10).

La destruction des manchons est due en grande partie à la présence de la silice et des alcalis dans le squelette d'oxydes rares obtenus après calcination. La silice a une grande influence sur le pouvoir lumineux ainsi que l'a montré autrefois le capitaine Caron en étudiant la magnésie considérée comme source lumineuse sous la flamme du chalumeau.

Aussi a-t-on intérêt à débarrasser le coton (1) et la ramie (2) de ces corps étrangers : silice et alcalis, sinon complètement, au moins en majeure partie. Pour cela les tissus sont traités dans des bains alcalins et acides. Un lavage opéré ensuite élimine l'excès de réactif employé.

Ce lavage s'opère dans un appareil assez semblable aux piles blanchisseuses utilisées en papeterie : sur le petit axe

---

(1) Le coton, bien connu de tous, est un duvet floconneux long, fin et soyeux qui enveloppe les graines du cotonnier (*Gossypium*, de la famille des Malvacées, tribu des Hibiscées) qui ressemble beaucoup à une grande mauve. Sa culture s'opère partout où le climat est assez chaud pour que l'oranger y puisse croître en plein air.

(2) La ramie (*Boehmaria*, genre de plantes de la famille des Urticacées) est un arbuste dont les fibres textiles très longues (jusqu'à 0<sup>m</sup>25) sont plus résistantes que celles du chanvre et du lin. Cultivée surtout aux Antilles, au Mexique, en Algérie et dans le Sud de l'Europe.



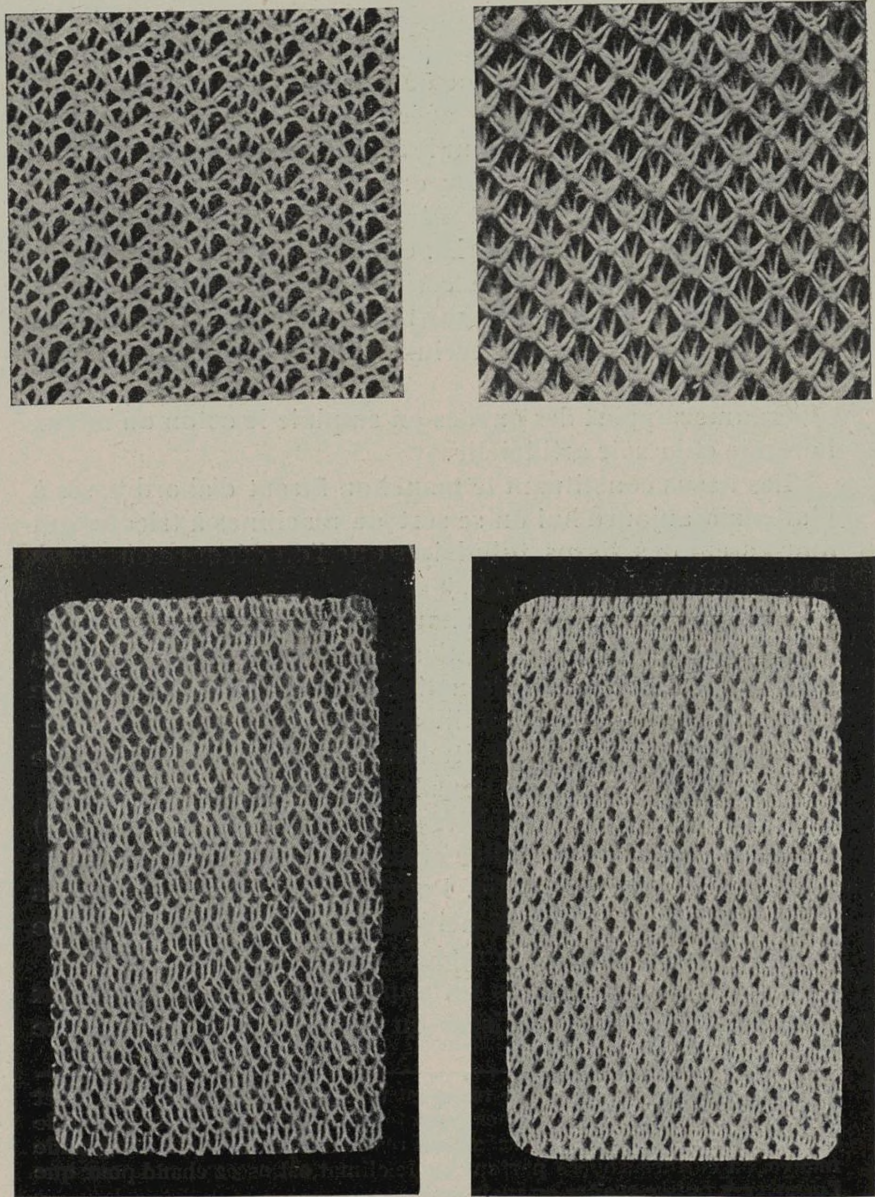


Fig. 8. — Spécimens de tissus tricotés à la machine pour manchons de becs à incandescence.



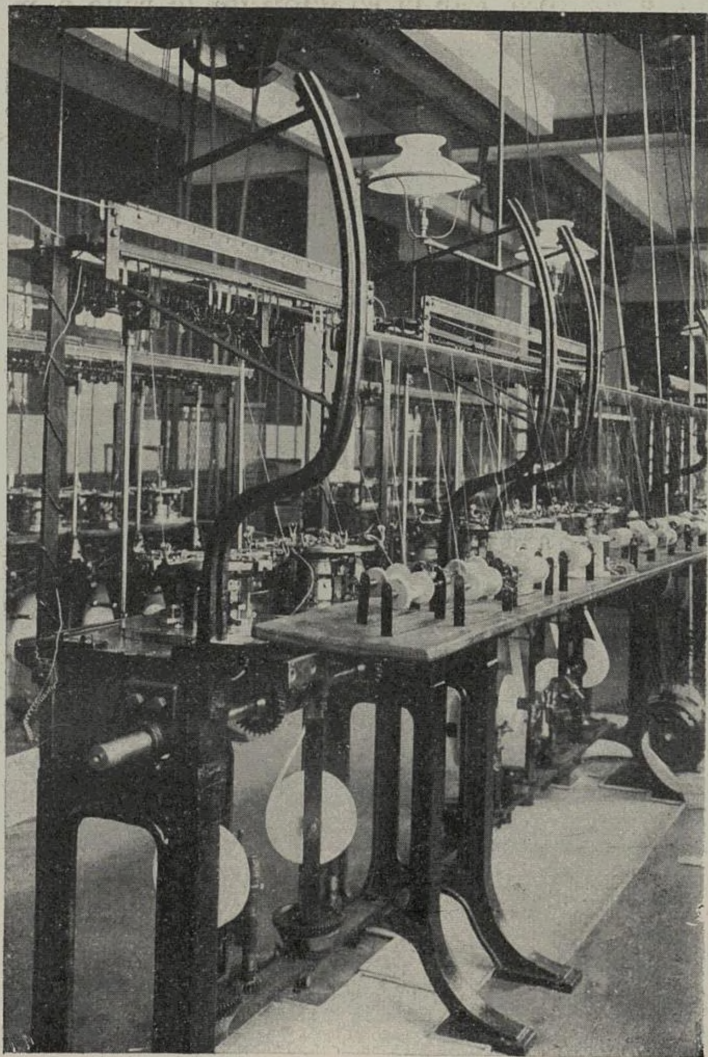


Fig. 9. — Machines à tricoter les tissus pour manchons.  
(Atelier de la Société Auer de Paris).



d'un bassin ou d'une cuve elliptique est monté un arbre portant une roue à palettes dont la largeur est plus faible que la longueur du petit axe lui-même. Une séparation disposée suivant le grand axe laisse en avant et en arrière de cette roue un espace libre. Par la rotation de la roue à palettes,



Fig. 10. — Atelier de tricotage de la Société Auer à Paris.

l'eau et les tissus à laver sont entraînés, remués constamment en passant alternativement de chaque côté de cette séparation, créant en quelque sorte deux canaux qui forcent l'eau à se renouveler sans cesse au contact des tissus opérant ainsi un lessivage ou épuisement méthodique (fig. 11).

Les tissus lavés sont essorés avant d'être plongés dans le fluide lumineux ou solution des nitrates de thorium et de cerium. Un second essorage est effectué au sortir du bain de nitrates et les tissus sont encore passés entre deux cylindres essoreurs avant d'être séchés et coupés aux dimensions voulues. (Fig. 12).



Après sertissage de la tête du manchon (fig. 14) on plonge celle-ci dans un bain de nitrates de magnésium, d'aluminium et de glucinium appelé fixine. Ce fixinage a pour but de donner plus de solidité à la tête du manchon qui supportera ultérieurement tout le poids de celui-ci. (Fig. 15, 16, 17).

Pour décomposer les nitrates, on procède au brûlage qui



Fig. 11. — Traitement à l'ammoniaque, aux acides et lavage de la ramie.  
(Au premier plan à gauche de la figure la laveuse à ramie. — Au fond à gauche les turbines d'essorage et à droite les cuves pour le traitement aux alcalis).

s'opère en deux temps : on laisse d'abord brûler le tissu végétal lui-même en enflammant le manchon à l'aide d'un petit bec Bunsen, puis on porte toute la masse au rouge blanc dans la flamme d'un chalumeau à gaz. Cette dernière calcination à haute température est absolument nécessaire pour que les oxydes ne se délitent pas ensuite sous l'influence de l'humidité et de l'anhydride carbonique de l'air (fig. 18, 19, 21, 22).

Cette calcination s'opère à l'aide de machines automatiques capables de traiter dix manchons à la fois et que la





Fig. 12. — Découpage et imprégnation des manchons en ramie.  
(A droite de la figure, le laminoir, destiné à exprimer le flux lumineux en excès.  
— A gauche, l'ouvrière étend les manchons imprégnés).

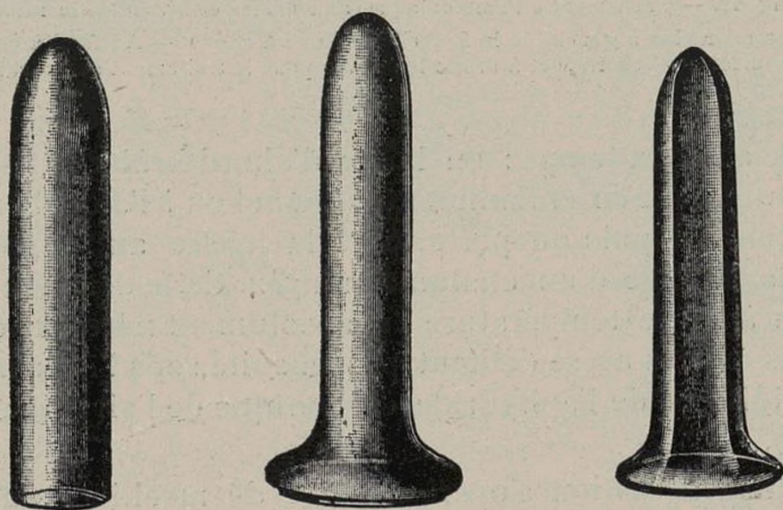


Fig. 13. — Supports en verre pour le séchage des manchons après imprégnation.





Fig. 14. — Passage du fil d'amiante dans la tête du manchon.



Fig. 15. — Fixinage.





Fig. 16. — Salle de couture de la Société Auer et fixinage.

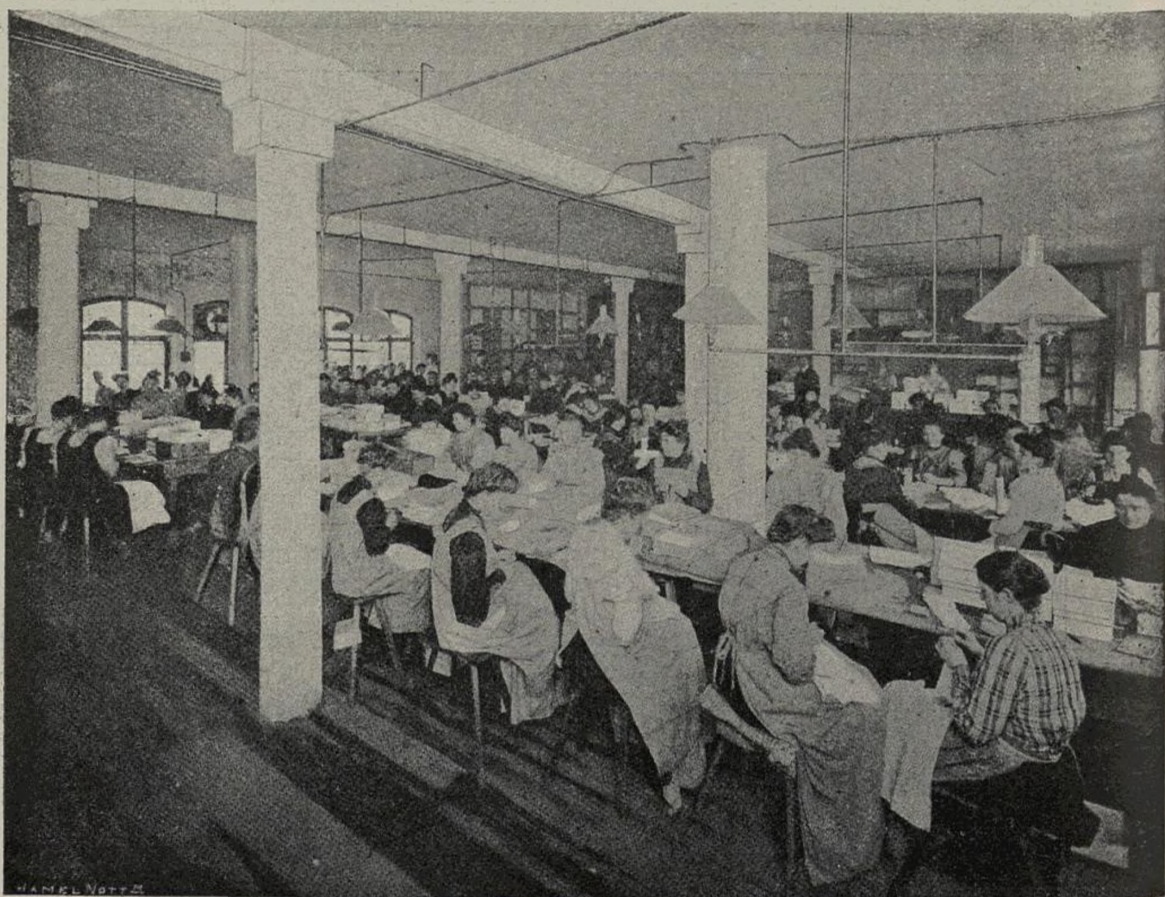


Fig. 17. — Salle de couture de la Société Henry Hill, à Berlin.





Fig 18. — Brûlage et calcination à la main.



Fig. 19. — Calcination des manchons renversés



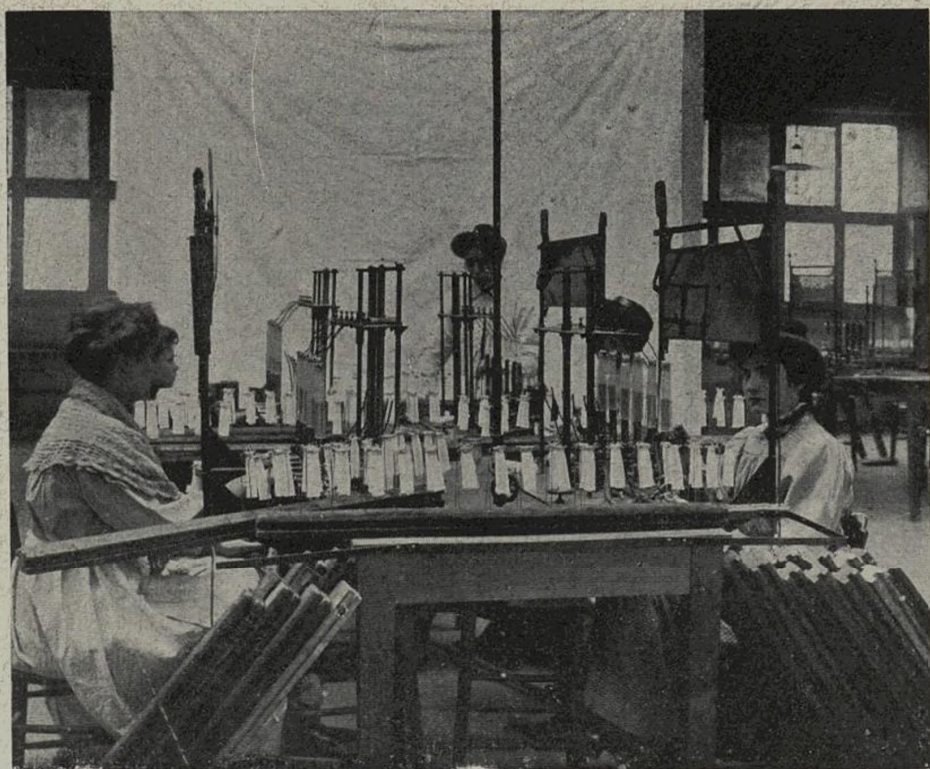


Fig 20. — Machine semi-automatique à brûler et à calciner.

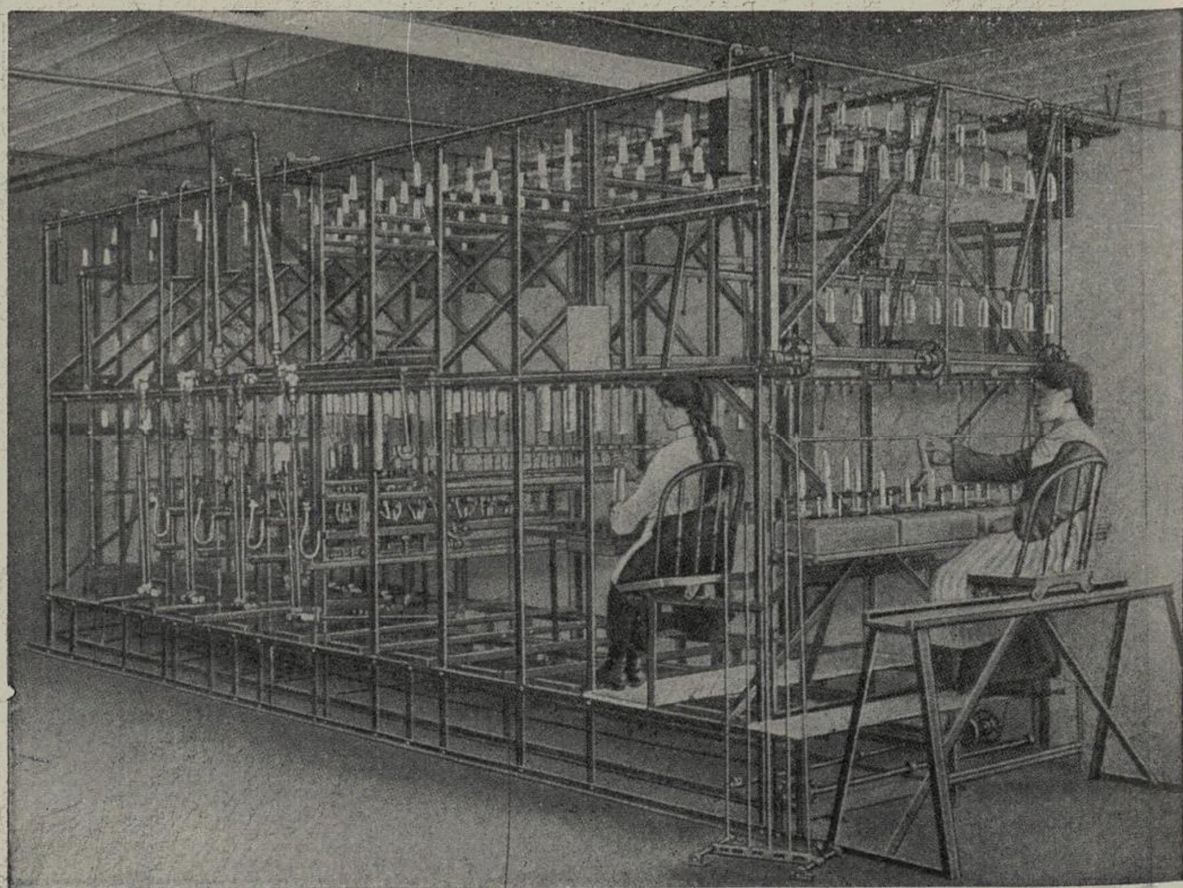


Fig. 21. — Machines à brûler de la Société Hella, à Hambourg.





Fig. 22. — Brûlage à la main (Henry Hill, à Berlin).



Fig. 23. — Salle de brûlage des manchons Plaissetty.



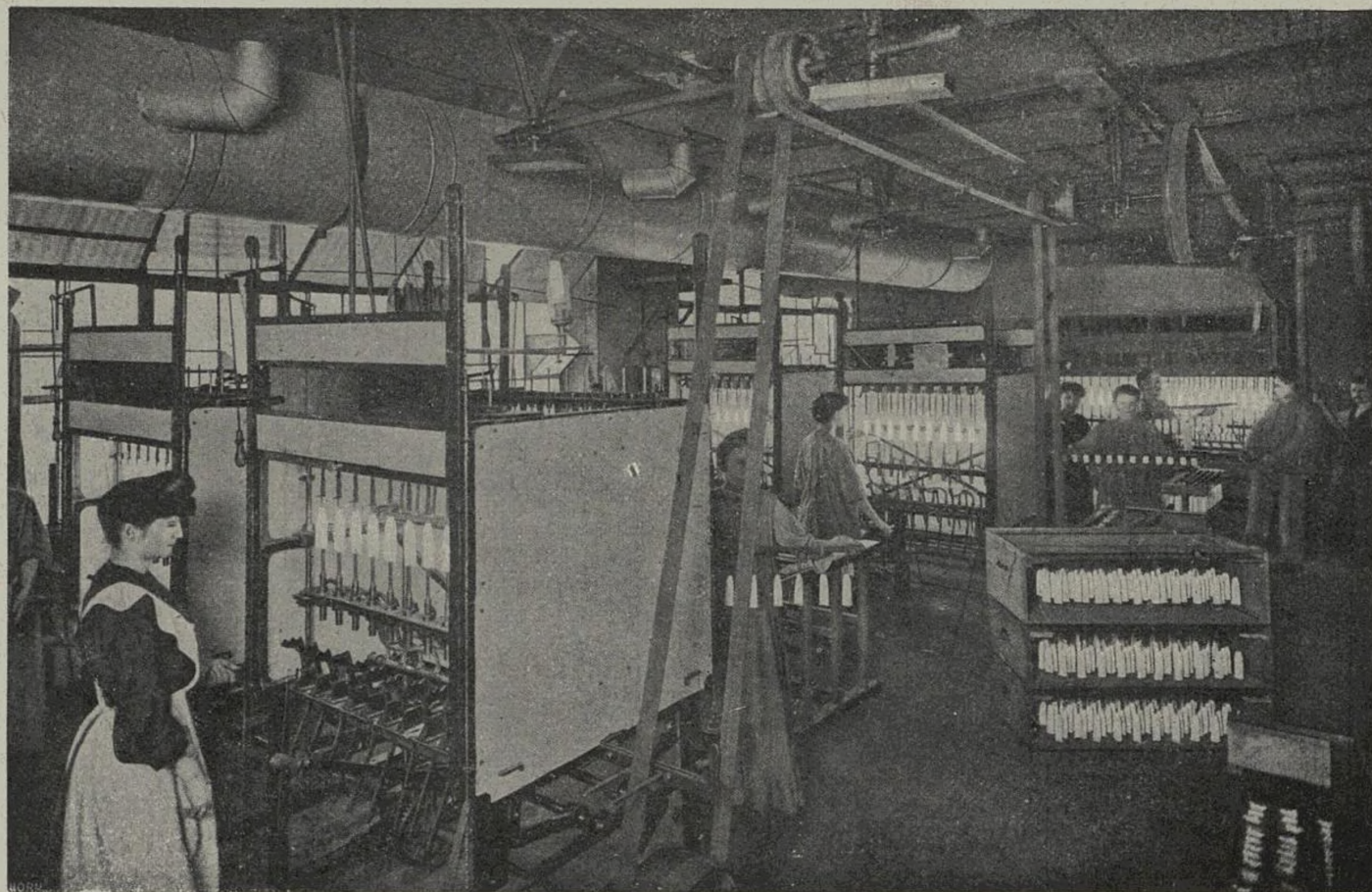
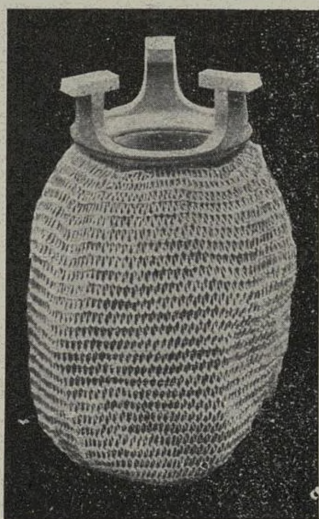


Fig. 24. — Brûlage et calcination à la machine (Hilt, Berlin).



manœuvre d'une simple manette, mûe par l'ouvrière, suffit pour mettre en marche. Les manchons sont suspendus par la tête et ce sont les chalumeaux à gaz correspondants disposés sur une rampe mobile dans le sens vertical, qui, en s'élevant et en s'abaissant successivement, viennent mordre de leurs flammes les manchons à calciner. (Fig. 20, 23, 24).

La calcination laisse un squelette d'oxydes, assez fragile, qui est plongé dans un bain de collodion additionné d'huile



Avant brûlage.



Après brûlage.

Fig. 25. — Effet de contraction opéré par le brûlage sur un manchon renversé.

de ricin (1). Celui-ci forme, après dessiccation, une gaine protectrice, souple qui permet de les transporter (fig. 27).

Cette calcination contracte le manchon, aussi tient-on compte de cette contraction pour avoir un manchon de grandeur déterminée après brûlage. (Fig. 25).

---

(1) C'est pourquoi, en pratique, il est préférable d'enflammer un manchon prêt à servir et de le laisser brûler, ce qui dure quelques instants. En le portant de suite, neuf dans la flamme du bec, la décomposition de la nitro-cellulose entrant dans la composition du collodion s'opère brusquement en désagréant l'édifice sous-jacent fragile d'oxydes (G. D.).





Fig. 26. — Toilette des manchons.



Fig. 27. — Collodionnage.



Les multiples opérations si délicates nécessaires pour traiter le manchon plat et le rendre utilisable à l'éclairage, ont toutes été réunies dans une seule machine fonctionnant automatiquement.

Cette machine inventée par MM. Muller et Bonnet flambe, calcine, coupe, collodionne et sèche les manchons sans le secours de la main-d'œuvre.

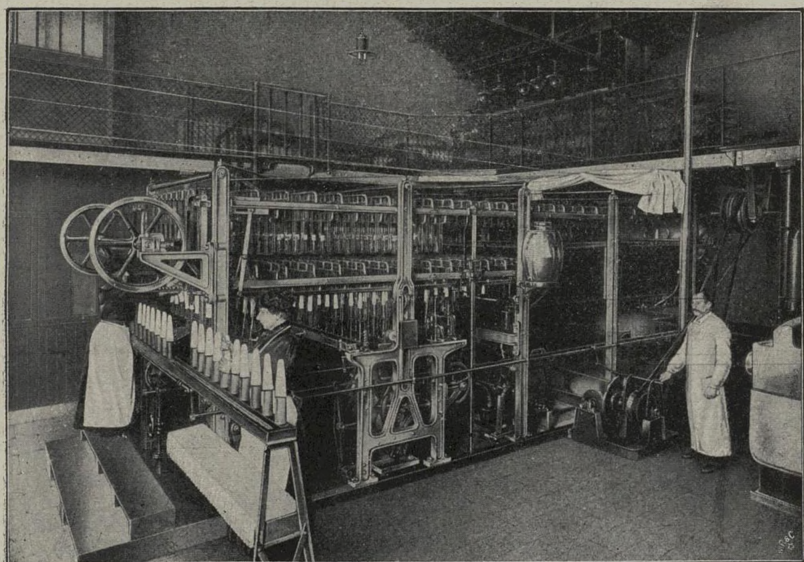


Fig. 28. — Accrochage des manchons et vue d'ensemble (Machine Muller et Bonnet).

En raison des progrès considérables qu'elle réalise sur le travail individuel et collectif employé jusqu'à ce jour, elle est destinée à remplacer tous les procédés actuels ainsi que cela se produit toujours dès que la machine a pu dans une industrie quelconque reproduire les opérations obtenues jusque-là par le travail manuel. (Fig. 28, 29, 30).

La machine Muller et Bonnet que nous avons vue fonctionner munie de tous ses derniers perfectionnements permet une production irréprochable et toujours uniforme de 6.000 manchons par jour.

Citons également une machine semblable à celle-ci intro-



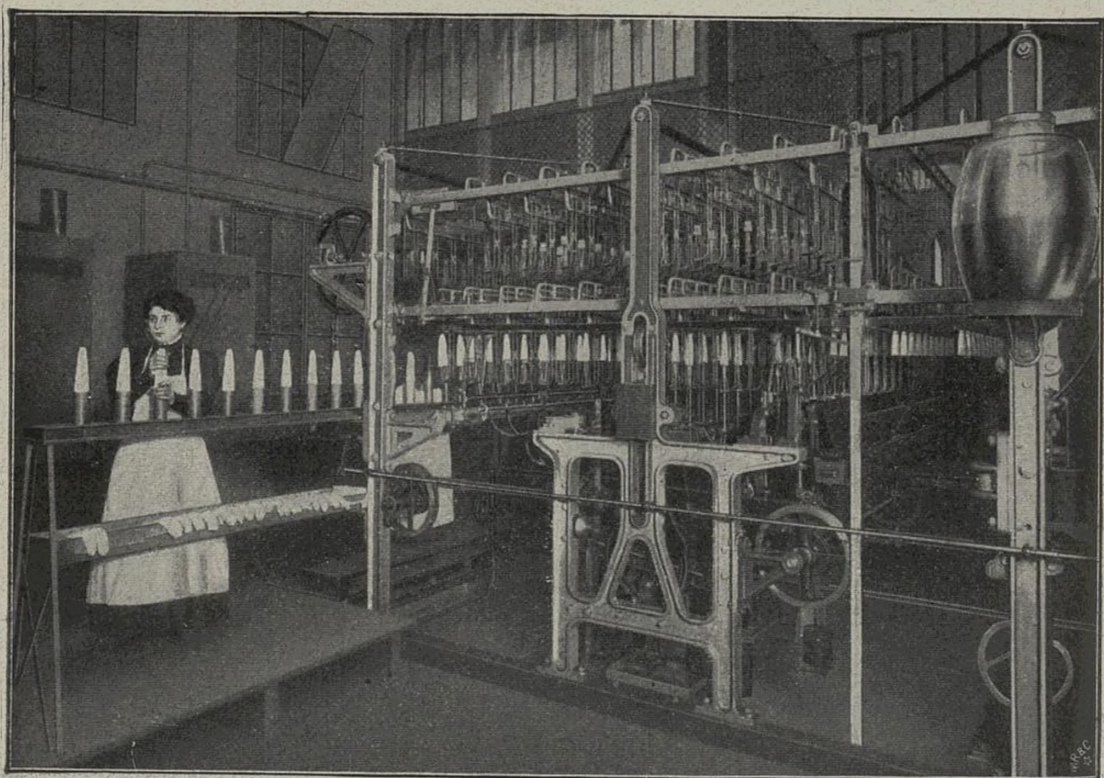


Fig. 29. — Opérations avant collodage. (Machine Muller et Bonnet.)

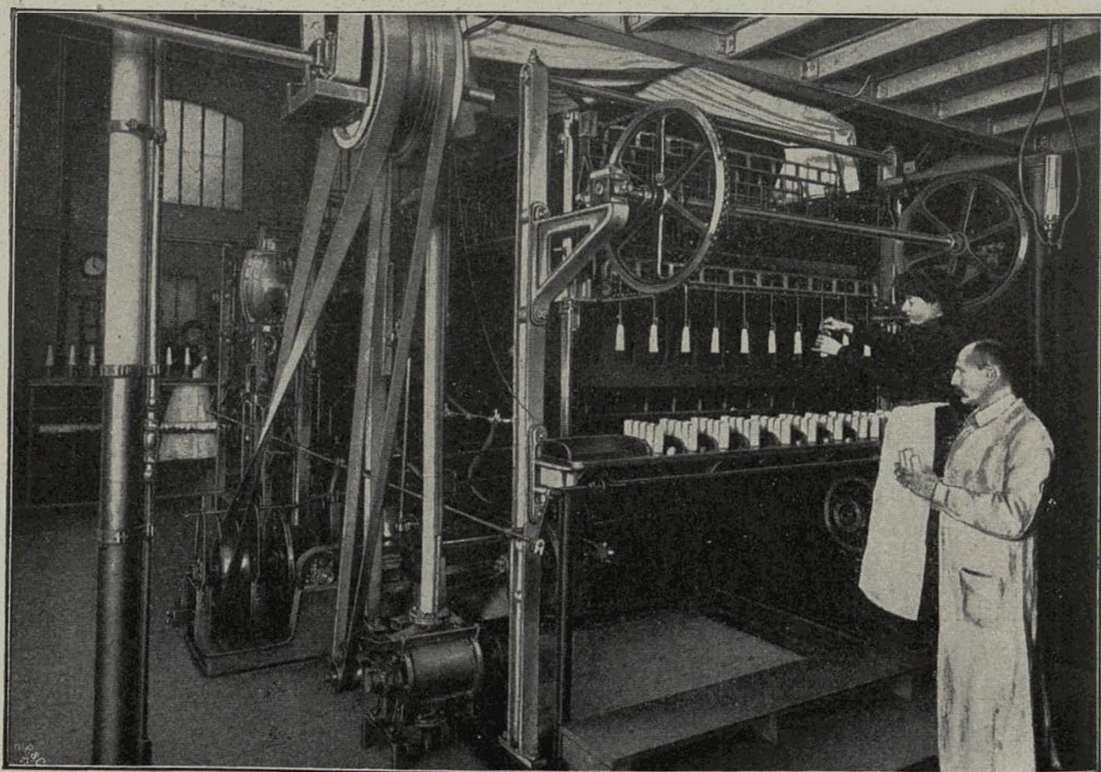
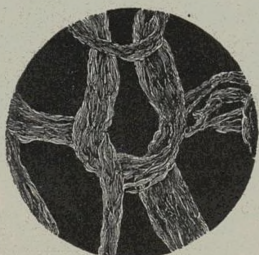


Fig. 30. — Sortie et décrochage des manchons. (Machine Muller et Bonnet.)

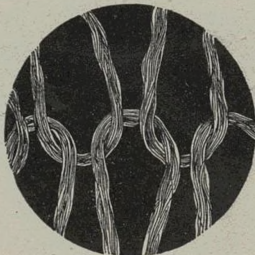


duite dans l'industrie par un américain M. Robin. Cette machine qui a fonctionné en Allemagne et y a produit des quantités de manchons suivant le procédé de MM. Muller et Bonnet vient d'être supprimée par un arrêt récent du tribunal suprême de l'empire d'Allemagne qui a déclaré que la machine Robin n'était qu'une imitation de l'invention Muller et Bonnet laquelle reste la seule qui réalise entièrement le travail mécanique des manchons.

Pour éviter les impuretés que renferment toujours la cellulose naturelle la plus pure provenant soit du coton ou de la laine on a utilisé comme succédanée de ces deux fibres la soie artificielle. (Figure 31).



Tissu en ramie.



Tissu en soie artificielle.

Fig. 31. — Photographie, montrant le degré de finesse du tissu en soie artificielle.

Alors qu'avec les fibres végétales on obtient encore un résidu de 0,5 à 0,7 pour cent de matières minérales, la soie artificielle, préparée dans de bonnes conditions ne laisse pratiquement et même analytiquement rien. Cette disparition de matières minérales des cendres du manchon a le double avantage d'augmenter le rendement lumineux et la durée de ce dernier.

La soie artificielle est préparée actuellement par trois procédés :

1° Le procédé du comte Hilaire de Chardonnet (1), inventeur de la soie artificielle.

---

(1) Ces procédés ont été décrits en détail (théorie et technique) par A. Giret dans les bulletins 1 (pages 16 à 20) et 3 (pages 92 à 94) 1<sup>re</sup> année de la *Société des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des Arts et Métiers*.





Fig. 32. — Mise en tubes.



Fig. 33. — Montage sur galeries.



Le collodion est ici la matière première.

2° Par dissolution de la cellulose dans les chlorures de cuivre ou de zinc.

Le procédé à la viscose dans lequel la cellulose est dissoute dans les alcalis en présence de sulfure de carbone ( $\text{CS}_2$ ).

Quel que soit le procédé employé on a songé tout d'abord à mélanger les terres rares, constituantes du flux lumineux, avec la solution cellulosique et de passer ensuite à la filière suivant la technique de la préparation de la soie artificielle. Toutefois ce procédé n'a pas donné de bons résultats.

Celui par trempage est le plus intéressant. Le rouleau de soie artificielle tissée est pesé avant et après la plongée dans le fluide lumineux. On se rend ainsi compte de la quantité de nitrates retenue sur le tissu.

L'essorage s'opère dans desessoreuses en porcelaine.

Pour précipiter les oxydes sur la fibre même du tissu on plonge celui-ci dans un bain d'ammoniaque, puis on essore dans uneessoreuse en argent. Le manchon obtenu ainsi est souple et d'un maniement facile.

On a songé à précipiter les oxydes en milieux aqueux par l'emploi de l'eau oxygénée ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) mais du cérium se redissout partiellement et de plus il peut se former un oxyde plus oxygéné qui, à la calcination, se décompose avec explosion en détruisant le manchon ou en nuisant à sa solidité.

Comme nous l'avons vu, le collodionnage suit le brûlage. Mais les manchons Plaissetty collodionnés sont sujets à se déchirer au moment où on veut s'en servir. Aussi évite-t-on de les collodionner.

Les opérations suivantes : mise en boîtes, emballage, se comprennent aisément sans qu'il soit nécessaire d'y insister. (Figures 32 et 33).

(A suivre).

(Fin de la première partie).





## BIBLIOGRAPHIE

COURS PROFESSÉS AUX ÉCOLES D'ARTS ET MÉTIERS.

**COURS DE MÉCANIQUE.** (4<sup>e</sup> volume) : *Thermodynamique, Chaudières, Machines et Turbines à vapeur*; par A. BAZARD, sous-directeur de l'Ecole d'Arts et Métiers d'Angers. 1 vol. de 589 pages, avec 538 figures. Prix 12 fr.

L. GEISLER, Editeur, 1, rue de Médecis, Paris.

Cet ouvrage que la Librairie Geisler présente aujourd'hui est rédigé avec la clarté et la simplicité qui ont fait le succès des 3 précédents volumes.

Il est conforme au nouveau programme d'enseignement de la mécanique dans les Ecoles d'Arts et Métiers et tient le milieu entre les traités théoriques et les manuels purement descriptifs.

Après quelques notions élémentaires sur la thermodynamique on y trouve des généralités sur les chaudières, les surchauffeurs, les appareils de sûreté et de contrôle, l'alimentation et la condensation.

L'étude de la machine à vapeur y est faite avec plus de détails; les diverses distributions sont examinées successivement ainsi que les épures relatives à chacune d'elles et les différents moyens employés pour faire varier la détente ou pour changer le sens de la marche.

Les questions relatives au rôle et au calcul des régulateurs et des volants, à l'évaluation de la puissance indiquée et de la puissance effective sont traitées avec soin et appliquées à des exemples. Les nouveaux systèmes de dynamomètres et de torsiomètres y sont passés en revue. La dernière partie du volume est consacrée aux turbines à vapeur qui se sont répandues si rapidement dans la marine et dans nombre d'installations importantes.

L'auteur a insisté sur les points délicats qui auraient pu présenter des difficultés pour le lecteur et a su mettre l'ouvrage à la portée de tous. Aussi sommes-nous persuadés que ce volume sera accueilli avec la même faveur que ceux qui l'ont précédé.

---

## BIBLIOTHÈQUE

(Chez M. MERCIER, vice-président, 15, rue de Verneuil.)  
(Chaque lundi de 8 à 10 heures du soir.)

Avec le n° 17, juin 1910, de la « **Technique Moderne** », son sympathique Directeur, M. G. Bourrey, nous a fait parvenir l'intéressant ouvrage de M. G. Debesson, Ingénieur civil, sur : **le Chauffage et la Ventilation des Bâtiments industriels.**

M. G. Debesson, qui s'est fait le promoteur du mouvement en faveur du chauffage moderne : par la vapeur à basse et haute pression, a su, dans ce volume, rassembler les documents et renseignements qu'une longue pratique permet seule d'acquérir.

Nous engageons vivement nos collègues à consulter ce livre et remercions M. G. Bourrey de son utile envoi. G. D.

---

Le Secrétaire-Gérant : E. DELAUPE.

---

Imp. L. Denis, 31, Villa d'Alésia, Paris.



## MINISTÈRE DU COMMERCE & DE L'INDUSTRIE

### Conservatoire National des Arts et Métiers

Liste des Diplômes d'Études, Certificats annuels  
et Récompenses décernés par le Conseil d'adminis-  
tration du Conservatoire aux auditeurs des Cours  
publics et gratuits de l'année scolaire 1909-1910.

(On a indiqué en *italique* les noms des membres de la Société)

---

#### Diplômes d'Études

M. DELAUPE, *Eugène*,

Pour les cours connexes de :

    Géométrie appliquée aux Arts,

    Physique appliquée aux Arts.

M. MERLAUD, *René*,

Pour les cours connexes de :

    Machines,

    Mécanique.

M. MÉVREL, *Gaston*,

Pour les cours connexes de :

    Mécanique,

    Constructions civiles.

M. RIGAUT, *Georges*,

Pour les cours connexes de :

    Economie politique et Législation industrielle,

    Economie industrielle et Statistique.

M. RINUY, *Louis*,

Pour les cours connexes de :

    Physique appliquée aux Arts,

    Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie.

M. STELL, *Jules*,

Pour les cours connexes de :

    Economie industrielle et Statistique,

    Economie politique et Législation industrielle,

    Economie sociale.



### Certificat Annuels.

COURS DE GÉOMÉTRIE APPLIQUÉE AUX ARTS. — MM. R. Bouthemard, A. Duc, U. Garinei et E. Méjean.

COURS DE MÉCANIQUE. — MM. H. Audebrand, E. Burlet, G. Capet, J. Clout, G. Dodé, F. Flotron, A. Heumez, R. Hughes, M. Jolly, M. Lainé, A. Lévy, A. Mafaraud, R. Merlaud, G. Mevrel, H. Michelot, M. Potier, R. Schwaab et A. Tissier.

COURS DE MACHINES. — MM. H. Audebrand, H. Bénézit, E. Choisez, F. Fasquelle, J. Fay, P. Georges, M. Gleiser, H. Larrivé, R. Lestelle, A. Lévy, F. L'Hoste, R. Merlaud, H. Michelot et A. Tissier.

COURS DE PHYSIQUE APPLIQUÉE AUX ARTS. — MM. L. Baheux, J. Bordier, L. Kleiber, L. Rinuy et M<sup>lle</sup> D. Rolland.

COURS D'ELECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — MM. G. Capet, A. Dautel, E. Gélas, R. Mondange, E. Thévenon et V. Vautrin.

COURS DE FILATURE ET TISSAGE. — MM. A. Brochard et G. Schröder.

COURS DE CONSTRUCTIONS CIVILES. — MM. A. Autissier, J. Baudin, R. Fauconnier, M<sup>lle</sup> A. Habicht, MM. A. Heumez, R. Hughes, M. Lainé, H. Leroux, L. Mathieu, G. Mevrel, A. Muret, M. Potier et M. Stengler.

COURS D'ART APPLIQUÉ AUX MÉTIERS. — MM. F. Bato, L. Barbier, B. Cahu, M<sup>lle</sup> M. Deguy-Saaph, MM. E. Delaube, E. Doucet, L. Gilbourg, M<sup>lle</sup> E. Huon, MM. L. Lamouret, J. Perdreau, H. Pinguenet, H. Saur et H. Sollier.

COURS DE MÉTALLURGIE ET TRAVAIL DES MÉTAUX. — MM. M. Artamonoff, H. Audebrand, P. Bischoff, G. Capet, E. Choisez, J. Corne, A. Cotton, F. Dufrène, F. Fasquelle, M. Favre, H. Larrivé, A. Lefort, M. Lamat, R. Lestelle, L. Lévy, F. L'Hoste, V. Rode, A. Rapin, A. Régnault, A. Saulnier et H. Socoléano.

COURS DE CHIMIE GÉNÉRALE DANS SES RAPPORTS AVEC L'INDUSTRIE. — MM. H. Aschel, P. Canfrère, A. Cornille, G. Degaast, G. Gavet, M<sup>lle</sup> A. Habicht, MM. R. Kopenhague, P. Laurent, J. Lecler, H. Martin, A. Parveaud, A. Pierson, L. Rinuy, E. Serrier et M. Travère,

COURS DE CHIMIE AGRICOLE ET ANALYSE CHIMIQUE. —



MM. *P. Canfrère*, *G. Crossette*, *G. Degaast*, *J. Lecler*, *H. Martin* et *H. Tavenaux*.

COURS DE CHIMIE INDUSTRIELLE. — MM. *H. Aschel*, *A. Brun-d'Artis*, *P. Laurent* et *C. Violard*.

COURS DE CHIMIE APPLIQUÉE AUX INDUSTRIES DES MATIÈRES COLORANTES, BLANCHIMENT, TEINTURE, IMPRESSION ET APPRÊTS. — MM. *M. Diamant*, *R. Dosne*, M<sup>lle</sup> *A. Habicht*, MM. *L. Jacquemin*, *P. Mahieu* et *A. Péro*.

COURS DE CHIMIE APPLIQUÉE AUX INDUSTRIES DES CHAUX ET CEMENTS, CÉRAMIQUE ET VERRERIE. — MM. *H. Aschel*, *A. Cornille*, *G. Degaast*, *P. Naudot*, *H. Tavenaux* et *C. Violard*.

COURS D'AGRICULTURE. — *M. F. Cartier*.

COURS D'HYGIÈNE INDUSTRIELLE. — MM. *J. Bordier*, *R. Coppier*, *R. Gau*, *G. Gaudignon*, *A. Gillet*, *L. Grosse*, *V. Gruau*, M<sup>lle</sup> *J. Le Chevalier*, M<sup>me</sup> *J. Mathiaud*, MM. *A. Parveaud*, *L. Pissot* et M<sup>me</sup> *P. Pissot*.

COURS D'ECONOMIE POLITIQUE ET LÉGISLATION INDUSTRIELLE. — MM. *P. Besson*, *E. Chollat*, M<sup>lle</sup> *A. Habicht*, MM. *A. Hubert*, *A. Koutchouk*, *J. Lefèvre*, *J. Mante*, *A. Parbelle*, *A. Pons*, *G. Rigaut*, *M. Sarrazin*, *J. Stell* et *F. Tessier*.

COURS D'ECONOMIE INDUSTRIELLE ET STATISTIQUE. — MM. *G. Charlier*, *E. Chollat*, *A. Hubert*, *P. Itasse*, *E. Joubert*, *A. Koutchouk*, *J. Lefèvre*, *A. Parbelle*, *G. Rigaut*, *M. Sarrazin*, *J. Stell* et *H. Thibaut*.

COURS D'ASSURANCE ET PRÉVOYANCE SOCIALES. — *M. T. Bodin* et *M. Marck*.

COURS DE DROIT COMMERCIAL. — MM. *Bécot*, *L. Chatain*, *H. Guillhen*, *G. Mallet*, *M. Marck*, *G. Nord*, *F. Teissier* et *L. Tu-feau*.

COURS D'ECONOMIE SOCIALE. — MM. *U. Garinei*, *A. Gillet*, *H. Guillhen*, *J. Stell* et *F. Teissier*.

COURS D'ASSOCIATIONS OUVRIÈRES. — MM. *T. Bodin*, *L. Freynet* et M<sup>lle</sup> *A. Habicht*.

COURS DE GÉOGRAPHIE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE. — MM. *P. Besson*, *H. Guillhen*, *A. Hubert*, *M. Marck* et M<sup>lle</sup> *E. Ser*.

---



### Récompenses

PRIX DE TRÉMONT, DE 50 FR. :

*M. J. Bordier,*  
*M. R. Fauconnier,*  
*M. G. Schréder,*  
*M. M. Stengler,*  
*M. P. Canfrère,*  
*M. A. Cornille,*  
*M. L. Lévy,*  
*M. H. Martin.*

PRIX DE ROTHSCHILD, DE 50 FR. :

*M. L. Freynet,*  
*M. A. Hubert.*

PRIX DE LA CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS, DE 50 FR. :

*M. A. Koutchouck,*  
*M. M. Lainé,*  
*M. P. Naudot.*  
*M<sup>lle</sup> E. Ser,*  
*M. F. Teissier.*

PRIX DE LA CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS, DE 75 FR. :

*M. M. Potier,*  
*M. H. Tavenaux,*

PRIX DE M<sup>me</sup> LÉON DROUX, DE 500 FR. :

*M. H. Aschel.*

PRIX AIMÉ GIRARD, DE 150 FR. :

*M. C. Violard.*

PRIX DE LA BANQUE DE FRANCE, DE 100 FR. :

*M. A. Parbelle.*

PRIX JOSEPH HIRSCH, DE 100 FR. :

*M<sup>lle</sup> J. Le Chevalier.*

PRIX JOSEPH HIRSCH, DE 200 FR. :

*M. A. Tissier,*  
*M. V. Vautrin.*

PRIX DE LA CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS, DE 100 FR. :

*M. A. Parveaud.*



PRIX DU GROUPE DES CHAMBRES SYNDICALES DU BATIMENT ET  
DES INDUSTRIES DIVERSES, DE 50 FR. :

M<sup>lle</sup> M. Deguy-Saaph,  
M<sup>lle</sup> E. Huon,  
M. H. Pinguenet,  
M. H. Sollier.

PRIX DE M. BORDEREL, DE 50 FR. :

M. E. Doucet,  
M. L. Gilbourg.

PRIX DE LA CHAMBRE SYNDICALE DE LA TEINTURE, DES APPRÊTS  
ET DU BLANCHIMENT, DE 50 FR. :

M<sup>lle</sup> A. Habicht,  
M. P. Mahieu.

PRIX DE LA CHAMBRE SYNDICALE DE LA TEINTURE ET DES INDUS-  
TRIES QUI S'Y RATTACHENT, DE 100 FR. :

M. M. Diamant.

PRIX DE M. CHAPPAT, DE 100 FR. :

M. R. Dosne.

PRIX DE LA SOCIÉTÉ AMICALE DES CHEFS DE SERVICE ET CONTRE-  
MAITRES DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES, DE 50 FR. :

M. F. L'Hoste.

PRIX DU COMITÉ DES FORGES DE FRANCE, DE 50 FR. :

M. G. Capet,  
M. J. Corne,  
M. F. Dufrène,  
M. H. Larrivé.

PRIX DE LA SOCIÉTÉ DES ANCIENS ELÈVES DES ECOLES NATIO-  
NALES D'ARTS ET MÉTIERS, DE 50 FR. :

M. R. Bouthemard,  
M. R. Méjean.

DON D'UN OUVRAGE PAR M. GUILLET :

M. M. Artomonoff,  
M. A. Saulnier.

MÉDAILLES DE VERMEIL :

MM. L. Kleiber et J. Stell.



RAPPELS DE MÉDAILLES DE VERMEIL :

MM. *G. Mévrel* et *G. Rigaut*.

PLAQUETTES :

MM. *H. Audebrand*, *L. Baheux*, *L. Barbier*, *M. Becot*,  
*P. Besson*, *T. Bodin*, *C. Bonte*, *L. Chevalier*, *E. Choisez*,  
*E. Chollat*, *G. Dodé*, M<sup>lle</sup> *H. Foucault*, MM. *E. Gélas*,  
*A. Gillet*, *H. Guilhen*, *P. Itasse*, *P. Laurent*, *J. Lecler*,  
*J. Lefèvre*, *H. Leroux*, *R. Lestelle*, *J. Mante*, *M. Marek*,  
*A. Muret*, *G. Nonjan*, *G. Nord*, *A. Pierson*, *A. Pons*,  
M<sup>lle</sup> *D. Rolland*, MM. *E. Thévenon* et *M. Travère*.

RAPPELS DE PRIX AVEC PLAQUETTES :

MM. *G. Degaast*, *A. Duc*, *L. Jacquemin*, *R. Kopenhague*,  
*A. Lévy*, *H. Michelot* et *A. Pero*.

LETTRES DE FÉLICITATIONS :

MM. *A. Brochard*, *E. Buriet*, *R. Mondange*, *M. Rougier*,  
*E. Serrier*, *H. Socoléano* et *M. Deruy*.



## COTISATIONS POUR L'EXERCICE 1910-1911

Nous invitons nos Sociétaires à bien vouloir acquitter aussitôt que possible le montant de leurs cotisations pour l'exercice actuel, qui s'étend du 1<sup>er</sup> Juillet 1910 au 30 Juin 1911.

Les cotisations doivent être adressées au trésorier de la Société :

**M. A. Giret, 9, rue de Chaligny (XII<sup>e</sup>).**

Les cotisations qui n'auront pas été acquittées au 1<sup>er</sup> octobre seront mises aussitôt en recouvrement par la poste; elles seront majorées de 0 fr. 50 en raison des frais ainsi entraînés.

**A. GIRET.**



# CONFÉRENCES PUBLIQUES DU DIMANCHE

DU

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

(Suite)

---

## L'état actuel DE L'INDUSTRIE DES TERRES RARES

PAR M. LE CAPITAINÉ NICOLARDOT, DIRECTEUR DU LABORATOIRE DE  
LA SECTION TECHNIQUE DE L'ARTILLERIE

(Notes recueillies par M. G. DEGAAST, lauréat du Conservatoire des Arts et Métiers, vice-président de la Société).

2<sup>e</sup> PARTIE <sup>(1)</sup>

---

La création des manchons à incandescence a modifié complètement l'éclairage au gaz, le pouvoir calorifique du gaz devenant seul intéressant ; et l'on s'est préoccupé de construire de nouveaux becs capables de fournir une flamme aussi chaude que possible.

Ces becs, à introduction d'air, dérivent du bec classique de *Bunsen*, bien connu dans les laboratoires. La forme de ce dernier bec a été modifiée, adaptée au nouvel usage non seulement pour obtenir une grande chaleur mais aussi pour maintenir la température sensiblement constante. A cet effet, il faut que le débit du gaz soit régulier. La lumière conserve alors un éclat constant, et, en plus de cet avantage, le chauffage régulier assure une plus longue conservation du manchon car les variations continuelles de température provoquent des dilations variables dans les petites fibres du squelette d'oxydes du manchon, et dont l'effet, très appréciable, en détermine le bris et l'effritement. Afin d'éviter les consé-

---

(1) Voir la 1<sup>re</sup> partie dans le *Bulletin* n° 23.



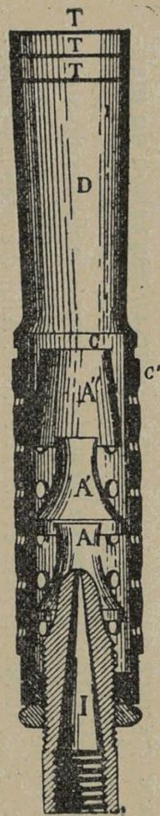


Fig. 34.  
Brûleur *Bandsept* primitif.  
A, A', A'' : injecteurs,

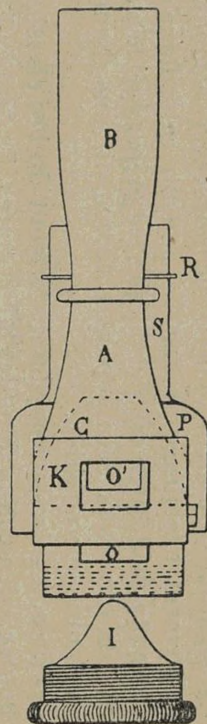


Fig. 35.  
Brûleur *Bandsept*.

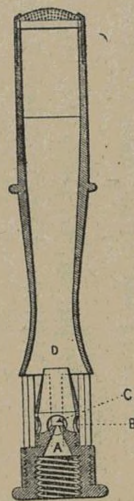


Fig. 36.  
*Bec Visseaux*.  
C, D : injecteurs.

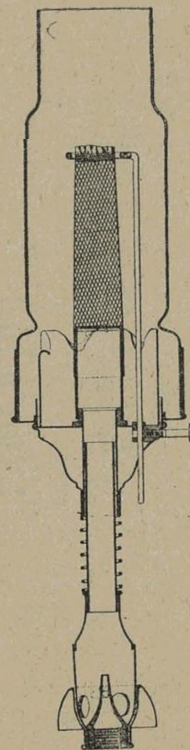


Fig. 37.  
Brûleur *Lacarrière*.



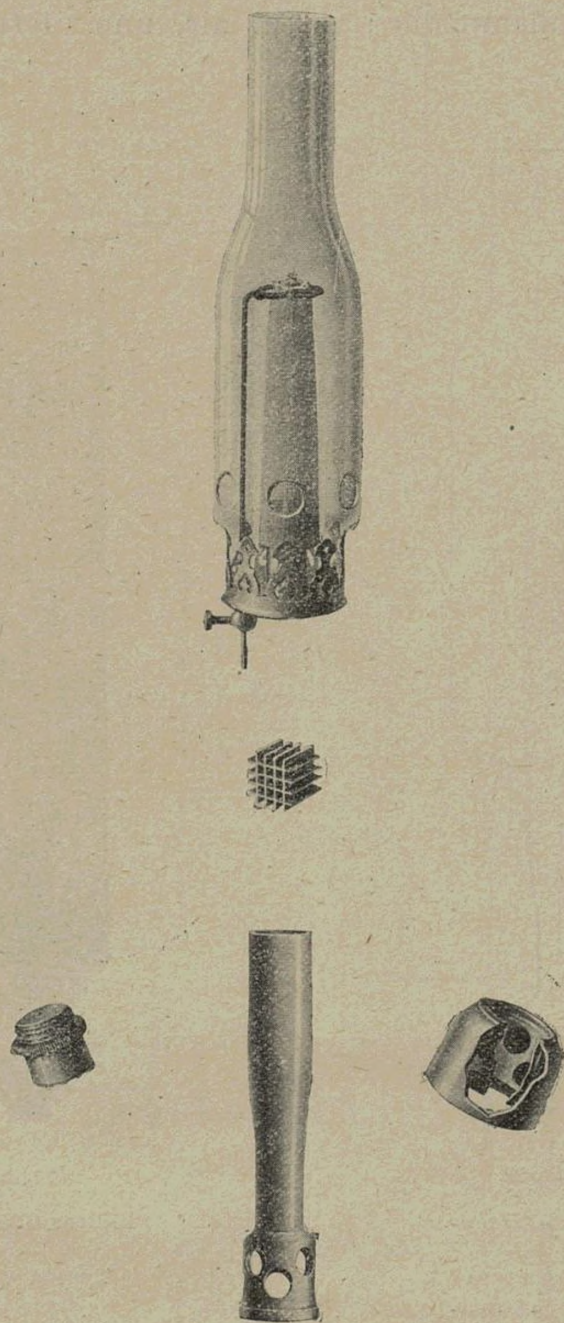


Fig. 38. — Bec *Meker* à incandescence, démonté.

A gauche, l'injecteur à gaz ; au centre, en bas, la chambre de mélange du brûleur ; à droite, le régulateur d'admission d'air ; au centre, le cloisonnement en nickel venant s'adapter au sommet de la chambre de mélange ; en haut, la galerie supportant le manchon et le verre ;



quences, souvent désastreuses, qui résultent de la combustion à l'intérieur du bec *Bunsen*, on chercha aussi à fournir au mélange inflammable : gaz et air, une vitesse suffisante

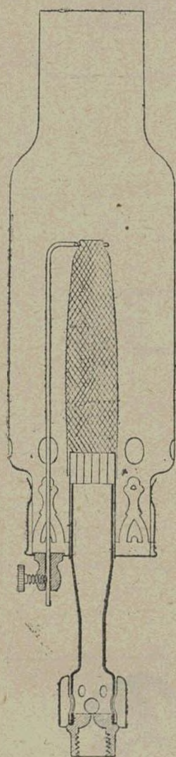


Fig. 39.

Brûleur *G. Meker*.

Coupe du type  
à verre à trous.

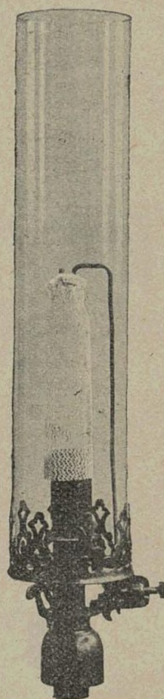


Fig. 40.

Brûleur *G. Meker*.

Type à verre  
cylindrique.

pour que la combustion s'effectuât toujours à l'orifice du brûleur.

Le régulateur *Babelon* a permis de réaliser la première



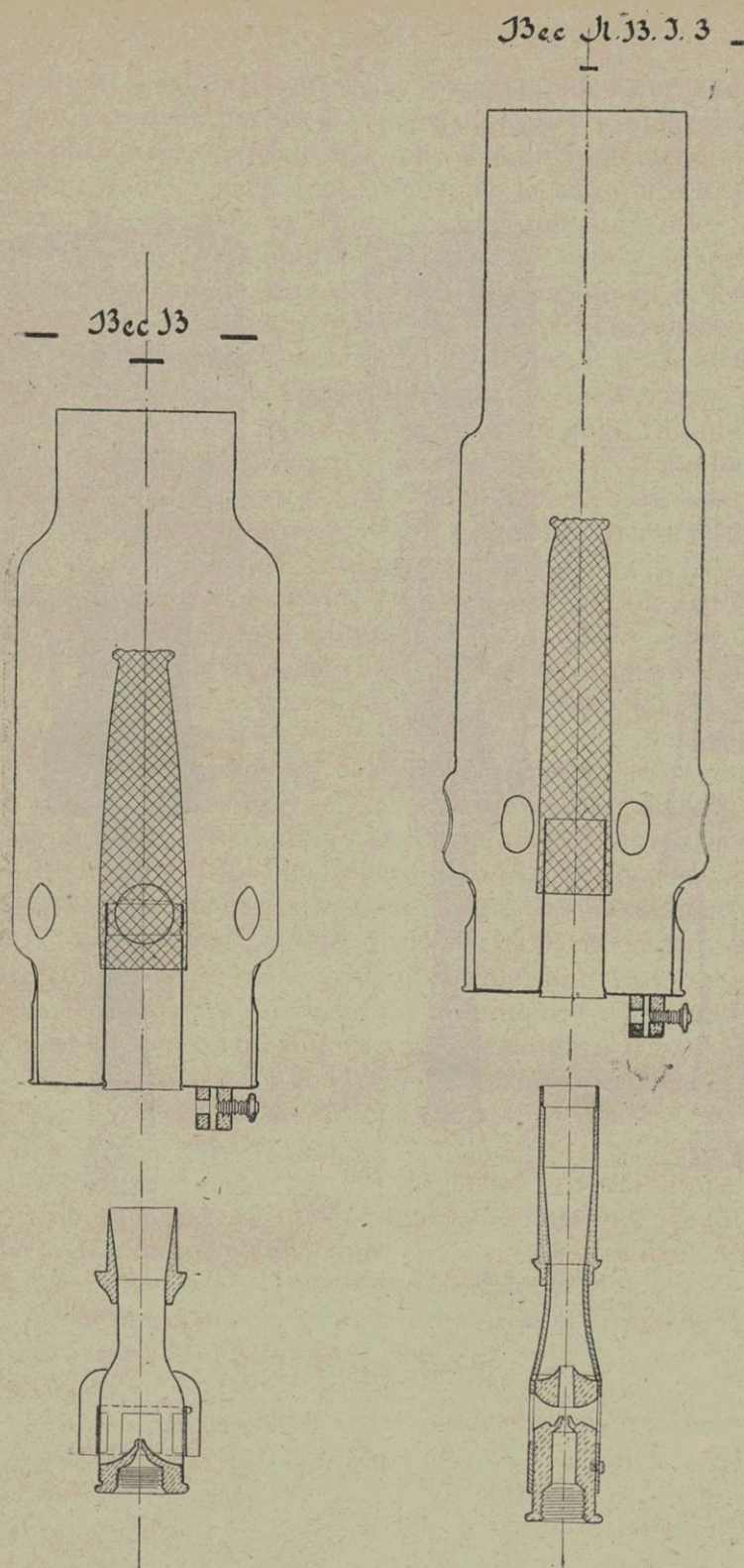


Fig. 41. — Bees de la Société Auer.



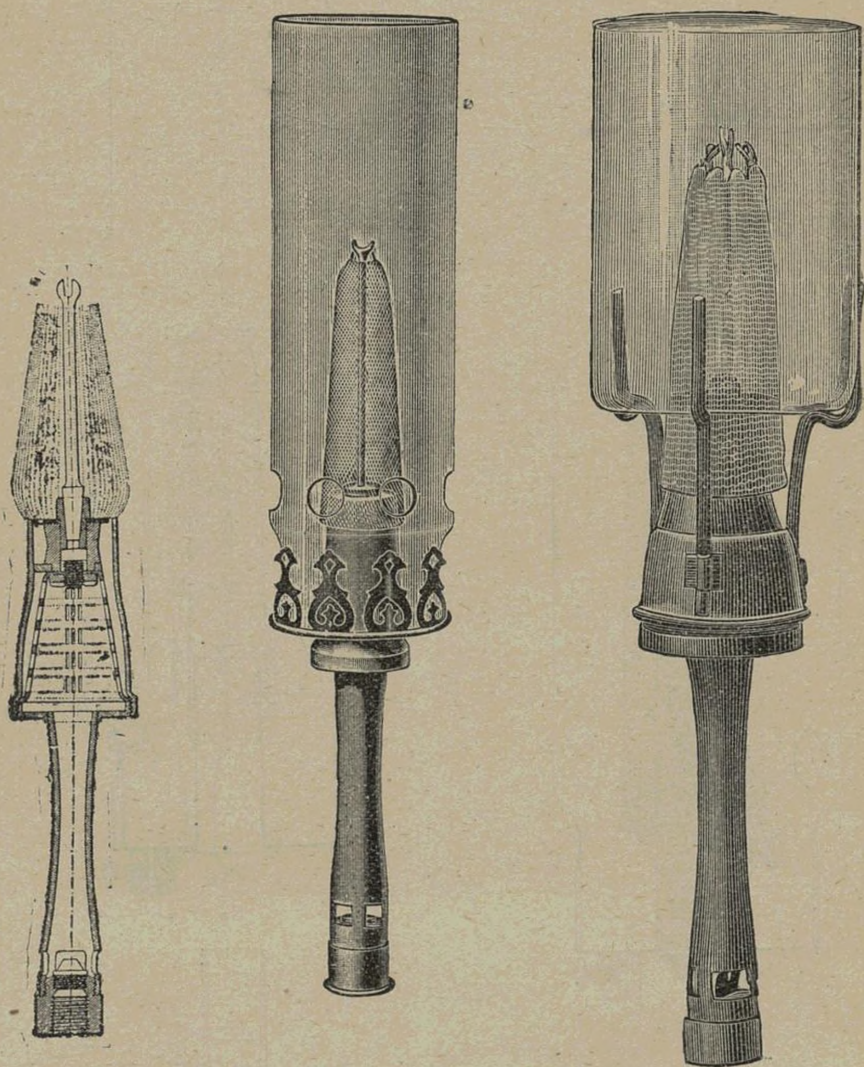


Fig. 42. — Bees Kern.



condition (régularité du débit) par l'emploi d'une chambre séparée en deux parties à l'aide d'un clapet. Ce clapet porte un tube ouvert dans le bas, par lequel le gaz pénètre et se répand dans la partie supérieure de la chambre, avant de passer dans le brûleur. Quand la pression augmente, le clapet est soulevé, et il obture partiellement l'orifice de sortie du gaz ; quand la pression diminue, le mouvement inverse se produit. Le régulateur *Babelon* mis au point fut utilisé avec différents becs dont les plus employés furent les becs *Bandsept*, *Kern*, *Visseaux*, *Lacarrière*, *Couronne*, et *Meker*.

La rentrée de la flamme a été évitée en augmentant la vitesse du mélange gazeux, et en interposant, entre la flamme et l'entrée du mélange gazeux, une masse refroidissante.

La caractéristique de l'injecteur *Bandsept* primitif (fig. 34) consiste dans la superposition de trois injecteurs avec trois prises d'air correspondantes, et dans l'utilisation d'une toile métallique empêchant toute rentrée de flamme.

Le bec moderne a été simplifié (fig. 35) et ne possède que deux injecteurs, comme dans le bec *Visseaux* (fig. 36), où ils sont indiqués en *C* et *D*.

Le bec *Lacarrière* (fig. 37) renferme aussi un injecteur à sa base et permet encore d'aspirer l'air près du manchon comme cela a lieu dans les lampes à double courant d'air.

Un bec très utilisé dans les laboratoires, le bec *Meker*, sert aussi à l'éclairage par incandescence. Le cloisonnement de lamelles de nickel (fig. 38), disposé à la partie supérieure du brûleur, divise le mélange combustible d'air et de gaz et lui permet de brûler comme autant de petits becs *Bunsen* élémentaires, en empêchant toute rentrée de flamme. Un évasement de la chambre (fig. 39 et 40) (1) évite toute perte de charge,

Ce dispositif est aussi reproduit sur les becs employés par la *Société Auer* (fig. 41).

Dans le bec *Kern* (fig. 42), la forme hyperbolique de la chambre permet au mélange gazeux de devenir parfait sans perte de charge. Il s'échappe ensuite à travers une corbeille et une roue dentée, qui évitent la combustion en dedans. L'adjonction d'un verre augmente encore le tirage de l'air et assure une combustion parfaite.

---

(1) Tous les clichés relatifs à ce bec nous ont été gracieusement prêtés par *M. G. Meker*.



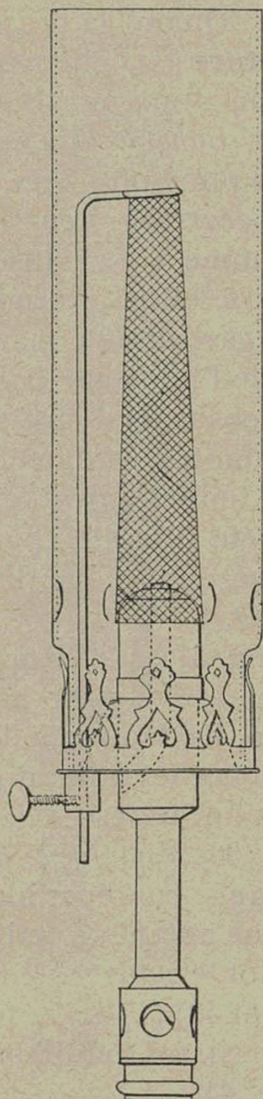


Fig. 43. — Coupe du bec *Denayrouse*.

A la partie supérieure de la chambre de mélange, est indiqué, en pointillé, l'injecteur d'air secondaire.



M. Denayrouze fut un des premiers inventeurs qui créa un type de bec (fig. 43) joignant, à une construction simple, une combustion parfaite, permettant d'atteindre une température élevée. (1)

L'abondance des illustrations qui accompagnent le compte-rendu de la conférence de M. le capitaine Nicolardot nous obligent à reporter au n° 25 la fin de la 2<sup>e</sup> partie.

Dans ce même n° 25, la publication de la conférence de M. MARCHIS sera commencée.

G. D.

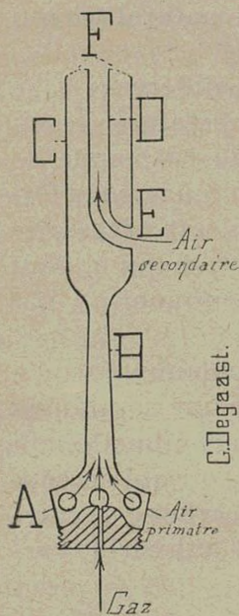
(1) M. RICHARD, ingénieur des Arts et Manufactures, a bien voulu nous prêter le cliché de la figure 43, et nous fournir des renseignements complémentaires sur le fonctionnement du bec Denayrouze :

Le bec Denayrouze possède deux circuits gazeux qui pourraient le faire comparer, à la récupération près, à un four à gazogène Siemens.

A la base du bec, est disposé un injecteur simple A, où s'établit le premier circuit, que nous pourrions appeler gaz-air primaire. Le mélange combustible gaz-air primaire passe dans la chambre de mélange B en forme de tronc de cône à la base du brûleur, et terminée en une partie beaucoup plus évasée et cylindrique C, au centre de laquelle est disposée un tube D, fixé en E sur la paroi de la partie C de la chambre de mélange. A l'endroit du raccord du tube D avec le tube C, un orifice correspondant au diamètre du tube permet à l'air ambiant de passer par le tube D jusqu'au centre de la flamme : c'est le circuit d'air secondaire. En E, existe une petite calotte perforée, au centre de laquelle débouche l'extrémité libre du tube D.

Etudions maintenant le fonctionnement du bec Denayrouze en marche. Le mélange combustible gaz-air primaire enflammé reçoit, par le tube D, un complément d'oxygène amené par l'air secondaire venant de l'atmosphère. Il s'ensuit que la combustion est totale; la flamme, très chaude et incolore, est dépourvue des points brillants qui sont les indices d'une combustion incomplète du carbone contenu dans les carbures du gaz d'éclairage. La flamme est très homogène. De plus, par conductibilité, toute la masse métallique du bec s'échauffe, entraînant l'élévation de température du gaz, de l'air primaire et de l'air secondaire, d'où résulte une récupération assez appréciable au profit de l'éclat lumineux du manchon.

Un des avantages du bec Denayrouze est que l'air comburant (secondaire) n'est plus obligé de traverser le manchon pour arriver au contact du mélange combustible (gaz-air primaire); toute la combustion se fait à l'intérieur du manchon, qui n'est plus refroidi par l'appel d'air comburant, comme cela se produit sur beaucoup d'appareils (G. Degaast).





## Fabrication des Chaux Hydrauliques et des Ciments de Grappiers

SUITE <sup>(1)</sup>

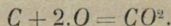
### Combustion <sup>(2)</sup>

L'industrie des chaux et ciments constitue, avec celles de la céramique et de la verrerie, la catégorie des arts du feu; il est donc indispensable, avant d'aborder l'étude de la fabrication proprement dite, de passer en revue les phénomènes se rattachant à la combustion. Car ce n'est qu'avec une connaissance approfondie de ceux-ci qu'il nous sera possible d'obtenir un meilleur rendement de nos fours, condition la plus importante à réaliser pour l'abaissement du prix de revient.

Nous avons vu, dans les précédents articles, que la fabrication de la chaux hydraulique consiste à combiner un mélange de chaux et de silice, ce mélange pouvant être naturel (ce qui est même le cas le plus général).

Or, l'affinité que présentent deux corps différents à se combiner ne s'exerce qu'à une certaine température; ainsi, si nous mettons en présence du sable et du carbonate de soude, il faudra que ce mélange soit porté au rouge pour former du silicate de soude. Cela tient à ce qu'il est nécessaire que les molécules des corps entrent en contact, ce qui ne peut être complètement réalisé que lorsque ces corps sont à l'état fluide (tout au moins pour l'un d'eux).

La chaleur, dont nous avons besoin, est obtenue, jusqu'à présent pour l'industrie qui nous occupe, par une combinaison chimique. C'est la chaleur dégagée par la combustion du charbon dans l'oxygène, lequel est pris dans l'air qui en contient environ 20 volumes pour 80 d'azote. Le carbone se combine en effet à l'oxygène pour donner de l'anhydride carbonique :



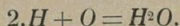
---

(1) Voir *Bulletins* n<sup>os</sup> 20 et 21.

(2) Ce chapitre est tiré presque entièrement de notes prises au cours des leçons de M. le professeur Verneuil, au Conservatoire national des arts et métiers.



Mais le charbon renferme presque toujours de l'hydrogène dans sa composition, et celui-ci se combine à l'oxygène pour fournir de l'eau :



Le corps qui brûle, comme l'hydrogène ou le carbone, est le *combustible*, et celui qui fait brûler, comme l'oxygène, est le *comburant*. Les combustibles peuvent alors se rencontrer sous trois états :

- 1° Solides,
- 2° Liquides.
- 3° Gazeux.

La *température* est le rapport entre le nombre de calories  $C$  du combustible et le nombre de calories  $c$  emportées par la combustion, en supposant qu'il n'y ait pas de rayonnement; soit :

$$T = \frac{C}{c}.$$

Pour qu'une combustion s'opère, il faut réaliser une certaine température, appelée *température d'inflammation*, laquelle doit être maintenue pour que la combustion continue. Cette température est variable avec chaque corps et est assez difficile à déterminer.

Quand les corps solides brûlent, ils sont seuls lumineux ; mais quand ils dégagent des gaz inflammables en brûlant, tel est le bois par exemple, ils sont entourés d'une *flamme*.

Pour que la combustion s'opère normalement, il faut que le rapport entre le combustible et le comburant soit bien déterminé : c'est donc une question de contact qui n'est réalisé qu'en renouvelant continuellement le combustible et le comburant, tout en écartant les résidus de la combustion. C'est le principe du chauffage par contact employé presque encore exclusivement aujourd'hui pour la cuisson des chaux hydrauliques.

Les combustibles liquides et gazeux peuvent être confondus en un seul groupe ; en effet, un corps ne brûle jamais à l'état liquide : ce sont les vapeurs dégagées de ce corps qui brûlent. La difficulté du contact est alors bien allégée, car deux corps gazeux se mélangent avec la plus grande facilité, et leur combinaison, dans le cas de mélange combustible, donne lieu au phénomène de la *flamme*. La vitesse de combus-



tion des gaz peut être augmentée par l'élévation de la température de ceux-ci, et par la pression sous laquelle brûle leur mélange. Les combustibles gazeux employés dans l'industrie sont des composés du carbone ou de l'hydrogène (ce dernier y étant aussi à l'état libre comme dans le gaz à l'eau).

On appelle *diffusion* le mélange spontané de deux gaz, quelle que soit leur différence de densité. La diffusion est due à la vitesse des molécules des gaz : les vitesses sont d'autant plus grandes que les densités sont plus faibles ; elles varient en effet en raison inverse des racines carrées des densités. La vitesse moléculaire augmente aussi très vite avec la température, d'où intérêt à employer des gaz chauds pour activer la combustion. La vitesse moléculaire est en effet proportionnelle aux racines carrées des températures absolues. Si nous prenons l'hydrogène pour exemple, nous voyons que sa vitesse moléculaire au 0 absolu, ou à  $-273^{\circ}\text{C.}$ , est de 1.844 mètres, alors qu'à  $1000^{\circ}$  elle est de 3.688 mètres, soit un rapport de 1 à 2.

La récupération de chaleur est donc un gros avantage, car on voit qu'elle n'augmente pas simplement la vivacité de la combustion, par un apport de calories, mais bien par l'augmentation de la vitesse moléculaire.

**Combustibles solides.** — Le seul employé dans l'industrie de la chaux, pour la cuisson des calcaires, étant le charbon de terre, nous nous bornerons à l'étude des *houilles*.

On les divise généralement en 6 groupes différents :

1° Les houilles sèches à longues flammes, charbon très flambant, contenant jusqu'à 40 0/0 de matières volatiles ;

2° Les houilles grasses à longues flammes, ou charbon à gaz, contenant jusqu'à 35 0/0 de matières volatiles ;

3° Les houilles grasses proprement dites, appelées aussi houilles de forge ou maréchaux, contenant jusqu'à 30 0/0 de matières volatiles ;

4° Les houilles grasses à courtes flammes, ou charbon à coke, contenant jusqu'à 20 0/0 de matières volatiles ;

5° Les houilles maigres ou anthraciteuses, contenant jusqu'à 10 0/0 de matières volatiles ;

6° Les anthracites, ne contenant plus que 2,5 0/0 de matières volatiles.

En général, la densité des charbons et leur flammabilité dépendent de l'excès de l'hydrogène sur l'oxygène :



DÉSIGNATION	H	O	H en excès
Houilles sèches à longues flammes...	5,0	17,2	2,8
Houilles grasses à longues flammes.	5,4	12,1	3,9
Houilles grasses ou de forge .....	5,2	8,2	4,2
Houilles grasses à courtes flammes ..	5,0	6,0	4,3
Houilles maigres ou anthraciteuses...	4,2	4,2	3,7
Anthracites .....	2,5	1,2	2,4

La houille renferme toujours des matières schisteuses, argiles plus ou moins impures, réparties dans le charbon tantôt en minces lamelles visibles à l'œil nu, tantôt disséminées dans toute la masse. Ce sont ces matières qui, composées d'argile, de chaux, de silice, d'oxyde de fer, de micas et de pyrite, constituent les cendres, dont la quantité moyenne dans les charbons industriels peut être évaluée à 10 0/0.

La proportion plus ou moins considérable de cendres n'est pas le seul inconvénient à considérer ; le degré de fusibilité de ces cendres a aussi une grande importance. En effet, la silice, l'argile, la chaux ou l'oxyde de fer, pris isolément, sont infusibles avant 1850°, mais, comme les cendres sont le plus souvent constituées d'un mélange de ces corps, parmi lesquels la chaux et l'alumine font l'office de fondants, les cendres s'agglomèrent sous forme de mâchefer.

Pratiquement, les cendres fondent entre 1200 et 1300°, et les charbons dont les cendres ne fondent qu'au-dessus de 1500° sont à préférer.

Le charbon s'altère à l'air, et d'autant plus vite qu'il est en morceaux plus fins ; cette altération peut même se traduire par une inflammation spontanée due à l'oxydation de la pyrite.

Les *lignites*, ou bois fossile, peuvent être aussi utilisés dans les fours à chaux ; celui de Polienç (Vaucluse) contient :

63 de carbone,  
5 d'hydrogène,  
18 d'oxygène et d'azote,  
14 de cendres.

Comme combustible, également très employé, on peut encore citer le coke, qui est formé du résidu de la distillation de la houille, dont il emporte une des tares puisqu'il en



contient toute la cendre. On divise les *cokes* en deux catégories :

1° Le coke de gaz, provenant de la distillation de charbons de la 3<sup>e</sup> classe ;

2° Le coke de four, provenant de la distillation de charbons de la 4<sup>e</sup> classe.

Composition du coke de four :

Carbone . . . . .	91,5,
Hydrogène . . . .	0,5,
Oxygène . . . . .	2,0,
Cendres . . . . .	6,0.

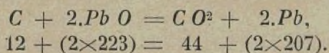
Ils sont très intéressants pour les industries dont nous occupons, car, comme les anthracites, ils brûlent sans flammes, qualité à rechercher pour les combustibles employés dans les fours coulants.

On appelle *pouvoir calorique* d'un combustible la quantité totale de calories que peut donner en brûlant 1 kilo de ce combustible. Il est donc utile de déterminer cette quantité, tant pour se rendre compte de la valeur du combustible que pour sa bonne utilisation dans les fours. Toutes les méthodes employées pour cette recherche sont basées sur les deux faits d'expérience suivants :

1° La chaleur spécifique de l'eau est une valeur constante ;

2° Un corps qui brûle dégage toujours la même quantité de chaleur quand il donne toujours le même produit final (principe de l'état initial et de l'état final).

La méthode de *Berthier* est basée sur le second fait ; on se sert, en effet, pour déterminer, d'après cette méthode, la puissance calorifique d'un charbon, de la réaction du carbone sur l'oxyde de plomb :



On voit que 1 kilo de carbone donnera

$$\frac{414}{12} = 34,5 \text{ k. de Pb.}$$

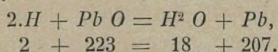
Comme la quantité de chaleur dégagée par 1 kilo de car-



bone pur en brûlant est de 8.140 calories, 1 kilo de plomb équivaldra donc à

$$\frac{8.140}{34,5} = 236 \text{ calories.}$$

Cette méthode serait très simple s'il ne fallait mettre en regard l'action de l'hydrogène contenu dans le charbon sur l'oxyde de plomb :



Donc 1 kilo d'hydrogène donne

$$\frac{207}{2} = 103,5 \text{ de plomb,}$$

et, comme 1 kilo d'hydrogène dégage 34.500 calories, 1 kilo de plomb équivaut à

$$\frac{34.500}{103,5} = 333 \text{ calories.}$$

On devra donc, pour rendre exacte la méthode de *Berthier*, commencer par doser le carbone et l'hydrogène en effectuant l'analyse élémentaire du charbon.

Résultats d'une analyse élémentaire de *houille de Béthune* (*M. Verneuil*) :

	C =	82.418
	H =	5.089
O et Az par différence	=	7.193
Eau	=	1.200
Cendres	=	4.100
Total	=	100.000

A l'aide de formules empiriques, telles que celles de *Dulong* ou de *Gontal*, on peut déterminer immédiatement la puissance calorifique d'un combustible dont on veut effectuer l'analyse élémentaire.

*Formule de Dulong :*

$$P = (8.140 \times C) + \left( 34.500 \left[ H - \frac{(O + Az)}{8} \right] \right).$$

Cette formule, appliquée aux résultats de l'analyse ci-dessus, nous donne :

$$P = (8.140 \times 0,82.418) + \left( 34.500 \left[ 0,05.089 - \frac{0,07.193}{8} \right] \right) = 8.154,3 \text{ calories.}$$



*Formule de Gontal :*

$$P = \frac{(8.140 \times C) + (34.500 \times H) - (3.000 [O + Az])}{100}$$

D'où :

$$P = \frac{(8.140 \times 82,418) + (34.500 \times 5,089) - (3.000 \times 7,193)}{100} = 8.248,7 \text{ calories}$$

Dans la méthode calorimétrique, la détermination de la puissance calorifique est obtenue à l'aide de la bombe calorimétrique basée sur ce principe, dû à *Berthelot*, que la combustion d'un corps combustible est instantanée sous une pression de 25 à 30 atmosphères d'oxygène. La bombe calorimétrique a été rendue industrielle par *Mahler*, qui remplaça par un obus en acier, émaillé intérieurement, la bombe en platine de *Berthelot*.

La chaleur dégagée est obtenue par la formule :

$$\pi = (D + C) (P + P') - (0,23.p + 1,6.p'),$$

dans laquelle :  $\pi$  est la puissance calorifique,  $D$  la différence des températures observées,  $C$  la correction déduite des variations thermométriques,  $P$  le poids d'eau du calorimètre,  $P'$  l'équivalent en eau de la bombe et des accessoires,  $p$  le poids de l'acide azotique formé,  $p'$  le poids du fil de fer volatilisé.

On peut employer aussi la formule sans correction ; elle se réduit alors à :

$$\pi = (P + P') D.$$

Le résultat est encore exact à 1/100 près.

Dans la pratique, on peut se servir de la méthode de *Gontal*, créée empiriquement d'après des épreuves de la bombe ; mais les erreurs peuvent atteindre de 8 à 9 0/0. La puissance calorifique est alors donnée par la formule :

$$P = (82 \times C) + (a \times V),$$

dans laquelle :  $C$  est le coke,  $V$  les matières volatiles primitivement dosées,  $a$  étant un coefficient, fonction de la valeur  $V'$  des matières volatiles de combustible supposé pur et sec :

$$V' = \frac{100 \times V}{V + C}$$



Tableau des valeurs de  $\alpha$  pour des valeurs de  $V'$  variant de 5 à 40 :

$V'$	$\alpha$	$V'$	$\alpha$	$V'$	$\alpha$
5	145,0	17	113,3	29	99,2
6	141,7	18	111,7	30	98,0
7	140,7	19	110,0	31	97,5
8	139,2	20	109,0	32	96,7
9	133,3	21	108,3	33	95,8
10	130,0	22	106,7	34	95,0
11	127,7	23	105,0	35	94,0
12	125,0	24	104,2	36	91,7
13	121,7	25	103,3	37	88,3
14	120,0	26	102,5	38	85,0
15	117,0	27	100,8	39	82,5
16	115,0	28	100,0	40	80,0

Dans les houilles,  $V'$  peut varier de 5 à 35 0/0. Pour les anthracites, la constante  $\alpha$  est en général égale à 100, et la formule devient :

$$P = (82 \times C) + (100 \times V).$$

#### Détermination des températures de combustion.

— La chaleur spécifique d'un corps est la quantité de chaleur qu'il faut lui fournir pour élever sa température de 1°. Maintenant que nous savons déterminer la puissance calorifique, il nous sera donc facile de calculer la température  $T$  à laquelle ce combustible est amené et qui est sa température de combustion :

$$T = \frac{P}{C},$$

où  $P$  est la puissance calorifique,  $C$  la chaleur spécifique.

On doit remarquer que les gaz ont deux chaleurs spécifiques : celle à pression constante et celle à volume constant, la première étant la plus grande. Pour les liquides et les solides, il n'y a qu'une chaleur spécifique. En pratique, on peut négliger cette distinction, car, grâce aux cheminées, les gaz brûlent toujours à pression constante.

On calculait autrefois les températures de combustion à l'aide des chaleurs spécifiques de *Regnault*, mais les nombres obtenus sont de beaucoup supérieurs à ceux que l'on peut obtenir dans la pratique. *Berthelot* montra en effet qu'ils



étaient dûs à une grave erreur, provenant de ce que les chaleurs spécifiques ne sont pas constantes ; elles augmentent, en effet, avec l'élévation de température. C'est pourquoi, dans l'équation

$$T = \frac{P}{C},$$

si  $C$  augmente,  $T$  diminue.

On a mesuré alors les chaleurs spécifiques à des températures plus élevées, et on a simplifié de ce fait les calculs en ne les rapportant plus au pouvoir calorifique, mais au poids ou volume moléculaire. On appelle alors *chaleur de combustion moléculaire à pression constante* les quantités de chaleur dégagées par une molécule du corps, soit à l'état solide, soit à l'état gazeux. La chaleur spécifique, étant rapportée au poids ou volume moléculaire, prend alors le nom de *chaleur d'échauffement moléculaire*.

Les chaleurs d'échauffement moléculaire s'obtiennent facilement par la formule :

$$Q = a. \frac{T}{1.000} + b. \frac{T^2}{1.000^2}$$

dans laquelle  $a$  est constant (6, 5 pour tous les gaz),  $b$  est variable avec les gaz,  $T$  est la température absolue ( $-273^\circ \text{C.}$ ).

Valeurs de  $b$ . — Pour  $\text{Az}$ ,  $\text{O}$ ,  $\text{H}$  et  $\text{CO} = 0,6$ ,

$\text{H}^2\text{O} = 2,9$ ,

$\text{CO}^2 = 3,7$ ,

$\text{CH}^4 = 6$ .

Tableau des chaleurs de combustion moléculaire à pression constante :

Molécules	Poids moléculaire	Volume moléculaire	Corps formés	Chaleur moléculaire de combustion
$\text{H}^2$	2	22,32	$\text{H}^2 + \text{O} = \text{H}^2\text{O}$	58,2
$\text{CO}$	28	—	$\text{CO} + \text{O} = \text{CO}^2$	68,2
$\text{CH}^4$	16	—	$\text{CH}^4 + 4.\text{O} = 2.\text{H}^2\text{O} + \text{CO}^2$	195,2
$\text{C}^2$	24	—	$1/2.\text{C}^2 + 2.\text{O} = \text{CO}^2$	97,69
$\text{C}^2$	24	—	$1/2.\text{C}^2 + \text{O} = \text{CO}$	29,4



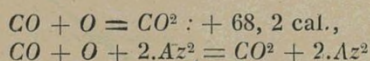
Tableau des chaleurs d'échauffement moléculaire des gaz à pression constante de 0° à 2.600° (*Damour*) :

GAZ	0	200	400	600	800	1.000	1.200
$O^2, Az^2, H^2$ et $CO$ .....	0	1,39	2,82	4,31	5,82	7,43	9,05
$H^2O$ .....	0	1,73	3,69	5,87	8,23	10,98	13,87
$CO^2$ .....	0	1,85	3,99	6,44	9,07	12,42	15,55
$CH^4$ .....	0	2,19	4,85	8,02	11,46	15,77	20,37

GAZ	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600
$O^2, Az^2, H^2$ et $CO$ .....	10,73	12,46	14,21	16,05	17,91	19,84	21,81
$H^2O$ .....	17,00	20,35	23,86	27,76	31,82	36,10	40,62
$CO^2$ .....	19,18	23,10	27,21	31,84	36,65	41,76	47,16
$CH^4$ .....	25,44	30,99	36,86	44,55	50,54	58,02	66,04

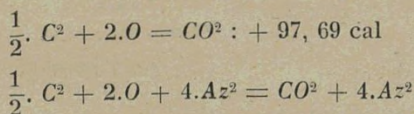
*Applications.* — 1° Détermination de la température de combustion de  $CO$  dans l'air froid.



Chaleurs d'échauffement à	1800°	2000°	2200°
$CO^2$	27,21	31,84	36,65
$2.Az^2$	28,42	32,10	35,82
$CO^2 + 2.Az^2$	55,63	63,94	72,47

Si nous portons les températures en abscisse et les chaleurs d'échauffement en ordonnées, il nous sera facile de tracer une courbe qui, en l'espèce, est une droite, et au moyen de laquelle on déterminera la température de combustion.

2° Température de combustion du carbone dans l'air froid.



Chaleurs d'échauffement à	1800°	2000°	2200°
$CO^2$	27,21	31,84	36,65
$4.Az^2$	56,84	64,20	71,64
	84,05	96,04	108,29



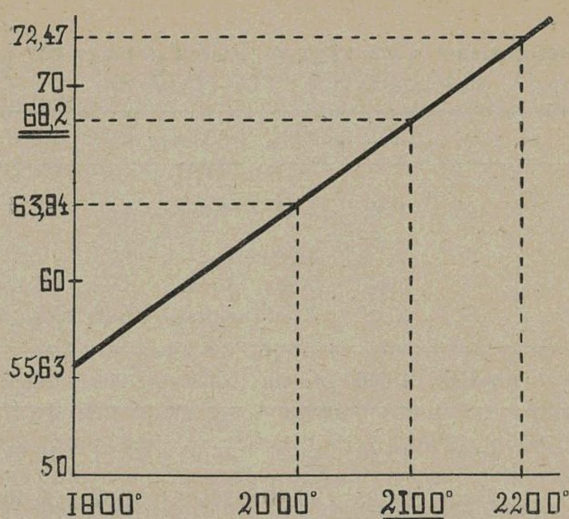


Fig. 1. — Combustion de l'oxyde de carbone.

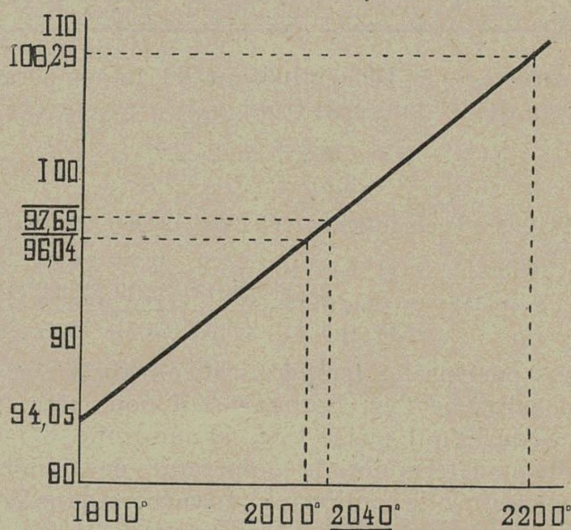
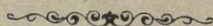


Fig. 2. — Combustion du carbone.

Le charbon brûlant dans l'air ne peut donc donner sa température supérieure à 2.040°.

Emile LÉPAULLE,  
Membre du Comité de la Société,  
Ingénieur de la Société anonyme  
des chaux et ciments de Vaison (Vaucluse).





## Intermédiaire Professionnel

---

La correspondance relative à l'Intermédiaire Professionnel devra être adressée à **M. MERCIER**, vice-président de la Société, 15, rue de Verneuil, Paris (7<sup>e</sup>).

MM. les Sociétaires qui recherchent une situation, ou que leurs relations ont mis au courant d'une vacance, sont priés de vouloir bien en informer M. Mercier.

Dans l'intérêt de MM. les Industriels et de nos sociétaires, nous prions nos collègues, qui ont recours au Service de l'Intermédiaire professionnel, de nous tenir au courant du résultat de leurs démarches auprès des personnes à qui nous les recommandons, ainsi que de nous fournir toutes indications utiles les concernant : âge, appointements, diplômes et références, desiderata, etc.

---

### OFFRES D'EMPLOIS

On demande, pour situation stable, secrétaire au courant de la vente mécanique et de l'outillage. Notions techniques; langue anglaise. (120)

On demande un jeune homme, libéré du service, pour la correspondance. (121)

On demande un dessinateur-électricien pour usine d'appareillage. (122)

On demande un préparateur physicien-chimiste de 18 à 22 ans pour une maison de cinématographie. (123)

On demande 2 dessinateurs pour l'outillage et les machines-outils aux appointements de 250 francs. (124)

On demande un jeune homme de 16 à 18 ans ayant une bonne instruction primaire et quelques connaissances scientifiques succinctes. (125)

### DEMANDES D'EMPLOIS

Cette rubrique est réservée aux membres titulaires de la Société.

Contre-maitre mécanicien-électricien, connaissant l'ajustage et l'automobile, demande un emploi. (D-107)

Dessinateur-monteur-mécanicien demande place 175-200. (D-108)

Aide-monteur de 34 ans conduirait au besoin voiture automobile. (D-109)





## TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

2<sup>e</sup> Année

1<sup>er</sup> OCTOBRE 1909 — 30 SEPTEMBRE 1910

### LE COMITÉ

#### Assemblées du :

31 octobre 1909; p. 17 et 33.  
1<sup>er</sup> mai 1910; p. 190 et 223.  
26 juin 1910; p. 287.

### DELAUPE

#### Bibliographie :

Agenda du photographe pour 1910 (*Mendel*);  
p. 3 (rose du n° 18).  
Aide-mémoire de l'ingénieur (*Huguenin*);  
p. 15.  
Aide-mémoire de l'ingénieur-mécanicien  
(*Freytag*); p. 127.  
Allumage électrique des moteurs (L')  
(*Sainturat*); p. 7 (rose du n° 22).  
Ascensions en ballon libre; guide de  
l'aéronaute-pilote (Les) (*Renard*); p. 251.  
Atlas des champignons parasites et patho-  
gènes de l'homme et des végétaux  
(*Coupin*); p. 3 (rose du n° 18).  
Auto-guides D. A. C. (*Automobile-Club*);  
p. 3 (rose du n° 17).  
Aviation (L') (*Renard*); p. 94.  
Calcul et étude du haut fourneau (*Brisker*);  
p. 16.  
Caoutchouc (Le) (*Fayol*); p. 63.  
Congrès international d'aéronautique  
(Quatrième) (*Commission permanente  
internationale d'aéronautique*); p. 250.  
Congrès international du froid (Premier)  
(*de Loverdo*); p. 16.  
Constructeur en ciment armé (Le) (*Tedes-  
co et Forestier*); p. 15.  
Construction et fonctionnement des mo-  
teurs à combustion interne (*Mathot*);  
p. 253.  
Cours de mécanique (*Bazard*); p. 352.  
Cours de mécanique appliquée aux ma-  
chines (*Boulvin*); p. 252.  
Cours municipal d'électricité industrielle  
(*Barbillion*); p. 3 (rose du n° 19).  
Cours pratique d'électricité industrielle  
(*Chevallier*); p. 16.



- Découvertes modernes en physique (Les) (*Hermann*); p. 3 (rose du n° 19).  
Détermination de la puissance des moteurs d'automobiles (*Faroux*); p. 3 (rose du n° 17).  
Eléments de statique graphique (*Bourlet*); p. 7 (rose du n° 23).  
Essais des fers et aciers par corrosion (*Frémont*); p. 3 (rose du n° 19).  
Etudes sur les hélices propulsives (*Prayon*), p. 8 (rose du n° 22).  
Evolution des mondes (L') (*Arrhenius*); p. 253.  
Industrie houillère du département du Nord (*Mettrier*); p. 94.  
Manuel de l'aviateur-constructeur (*Calderara et Banet-Rivet*); p. 3 (rose du n° 18).  
Moteur (Le) (*Petit*); p. 7 (rose du n° 22).  
Notes et souvenirs d'un ancien marsouin (Cochinchine, Cambodge) (*Abaly*); p. 3 (rose du n° 17).  
Pisciculture en France de 1884 à 1900 (La) (*de Bellesme*); p. 3 (rose du n° 18).  
Précis d'un cours de comptabilité (*Thomas*); p. 94.  
Problème de l'éclairage à l'usine et à l'atelier (Le) (*Escard*); p. 8 (rose du n° 23).  
Radioactivité et la constitution de la matière (La) (*Batteeli, Occhialina et Chella*); p. 253.  
Rapport sur le fonctionnement en 1909, du Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers (*Guillet*); p. 282.  
Recherches sur la décharge des condensateurs (*Léauté*); p. 253.  
Spectroscopie astronomique (*Salet*); p. 63.  
Technologie et analyse chimique des huiles, graisses et cires (*Lewkowitsch*); p. 3 (rose du n° 19).  
Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels (*Port et Neumann*); p. 3 (rose du n° 18).  
Voiturettes et voitures légères (*Laville et Gatoux*); p. 8 (rose du n° 22).  
Vol plané (Le) (*Bretonnière*); p. 281.
- MERCIER Bibliothèque; p. 93, 255, 280, 319 et 352.  
LA RÉDACTION Boîte aux lettres; p. 47, 91, 122, 7 (rose du n° 17), 191, 7 (rose du n° 19) et 254.



- BERNIER** Cathédrale (De la) ; p. 257.
- Mercier* Causeries :  
Béton armé ; les accidents du bâtiment et des travaux publics (Le) ; p. 190 et 224.
- Besson** Radio-activité en géologie et dans l'atmosphère (La) ; p. 37, 39 et 65.
- Degaast* Théorie et la technique du tannage (La) ; p. 288.
- Violard** Céramique berbère (La) ; p. 97 et 218.
- DELAUPE** Chat retombe toujours sur ses pattes (Un) ; p. 101.
- LE COMITÉ** Commun cations ; p. 3 (rose du n° 17),  
Conférences :
- Denet* Combustibles (Les) ; p. 159.
- Cavillon* Lin ; la soie ; le tissage (Le) ; p. 256.
- Degaast* Lorraine industrielle (La) ; p. 92.
- Becquerel* Origine de la Vie ; les faits et les hypothèses (L') ; p. 125.
- Degaast* Théorie et la technique de l'impression typographique moderne (La) ; p. 160.
- Conférences publiques du dimanche du Conservatoire national des arts et métiers :
- Le Comité* Avis ; p. 124.
- Le Conservatoire* Liste ; p. 5 (rose du n° 5) et 5 (rose du n° 16).  
*Par ordre chronologique :*
- Verneuil** L'état actuel de la reproduction industrielle des pierres précieuses ; p. 129.
- Soreau** Les avions ; p. 146.
- Bernard** Le Maroc, son état actuel et son avenir ; p. 161.
- Blondin** Les grands réseaux de distribution d'énergie électrique en France ; p. 170.
- Puiseux** Les taches solaires et le magnétisme terrestre ; p. 195.
- Cuenot** La montagne en été et en hiver ; tourisme et sports ; p. 203.
- Magne** Le travail artistique du fer ; p. 225.
- Schlœsing** La fabrication des nitrates par l'électrochimie ; p. 235 et 289.
- Nicolardot** L'état actuel de l'industrie des terres rares ; p. 321 et 359.
- Marchis** Le gaz pauvre et les moteurs à gaz de grande puissance ; p. 235 et 3<sup>e</sup> année.
- Franchet** La faïence moderne ; 3<sup>e</sup> année.



- GIRET Cotisations pour l'exercice 1910-1911 ; p. (rose du n° 23) et 358.
- SCHIRCH Eaux au Japon (Les) ; p. 116.
- DEMOUY Electro-thermie (L') ; p. 17, 83 et 103.
- LA RÉDACTION Errata ; p. 3 (rose du n° 15) et 3 (rose du n° 16).
- DELAUPE Excentriques (Les) ; p. 48 et 80.  
Excursions technologiques :  
*Degaast* à Bruxelles et à Liège ; p. 221.  
*Degaast* dans le nord de la France ; p. 5 (rose du n° 17) et 188.
- LÉPAULLE Fabrication des chaux hydrauliques et des ciments de grappiers ; p. 239, 265 et 368.
- DELAUPE Fête annuelle de la proclamation des prix et récompenses aux lauréats du Conservatoire national des Arts et Métiers ; p. 125.
- FRANÇOIS Formule fondamentale des courants alternatifs établie par les mathématiques élémentaires (La) ; p. 3.
- MAINVIEL Indérégable Mackenstein (L') ; p. 279.
- ROUBERTY Industrie sucrière (L') ; p. 7 et 55.
- LAUR Installations téléphoniques (Les) ; p. 26 et 244.
- MERCIER Intermédiaire professionnel ; p. 32, 64, 6 (rose du n° 15), 6 (rose du n° 16), 6 (rose du n° 17), 6 (rose du n° 18), 6 (rose du n° 19), 6 (rose du n° 20), 6 (rose du n° 21), 6 (rose du n° 22), 6 (rose du n° 23) et 379.
- LE CONSERVATOIRE Liste des diplômes, certificats annuels et récompenses décernés par le Conseil d'administration du Conservatoire aux auditeurs des cours publics et gratuits de l'année scolaire 1900-1910 ; p. 353.
- Altermann Matières colorantes (Les) ; p. 236.
- LE COMITÉ Membres honoraires (Nos) ; p. 193, 255 et 281.



DARDARE	Notes sur la divisibilité, la constitution et a dématérialisation de la matière ; p. 118.
GIRET	Office national de la propriété industrielle : Appareil à produire le gaz acétylène (403.037) ; p. 23. Production des composés nitrés oxygénés par voie électrique (402.102) ; p. 95. Shunt variant sous l'influence d'un champ magnétique extérieur (402.048) ; p. 96.
DEGAAST	Photographie ; p. 96
DELAUPE	Prix du transport en chemin de fer (Le) ; p. 128.
LE COMITÉ	Renouvellement du Comité ; p. 195.
DEGAAST	Salon d'automne (Au) ; p. 26.
DEGAAST	Science et l'industrie (La) ; p. 75.
LA RÉDACTION	Table alphabétique des matières : (1 <sup>er</sup> octobre 1905-30 septembre 1909) ; p. 5 (roses du n° 13). (1 <sup>er</sup> octobre 1909-30 septembre 1910 ; p. 380).
LE COMITÉ	Titularisations ; p. 3 (rose du n° 17). Visites : <i>Le Conservatoire</i> -conférences du dimanche dans le Musée industriel ; p. 5 (rose du n° 14). <i>Le Comité</i> de la fabrique des conserves alimentaires Estival et Cie ; p. 256. <i>Petit</i> de la manufacture des tabacs d'Issy-les- Moulineaux ; p. 110 et 213. <i>Degaast</i> de l'usine à glace de « La Frigorifique » ; p. 23. <i>Degaast</i> de l'usine électrique, dite des 100.000 che- vaux, de la Société d'électricité de Pa- ris ; p. 222. <i>Revol</i> des aciéries de Paris et d'Outreau ; p. 273. <i>Revol</i> des établissements Bonvillain et Ronceray ; p. 184. <i>Revol</i> des établissements Lepet ; p. 179. <i>Le Comité</i> et conférences (avis divers) ; p. 25 et 92.

---

Le Secrétaire-Gérant : E. DELAUPE.

---

Imp. L. Denis, 31, Villa d'Alésia, Paris.





