

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).

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	https://www.sudoc.fr/235919721
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8KY103-A
LISTE DES VOLUMES	
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	1er Année. 1er oct. 1908 - 30 sept. 1909
	2e Année. 1er oct. 1909 - 30 sept. 1910

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	1er Année. 1er oct. 1908 - 30 sept. 1909
Adresse	Paris : [Association des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers], 1908
Collation	1 vol. (384 p.) ; 24 cm
Nombre de vues	394
Cote	CNAM-BIB 8 Ky 103-A (1)
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	https://www.sudoc.fr/235919721
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8KY103-A.1

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.

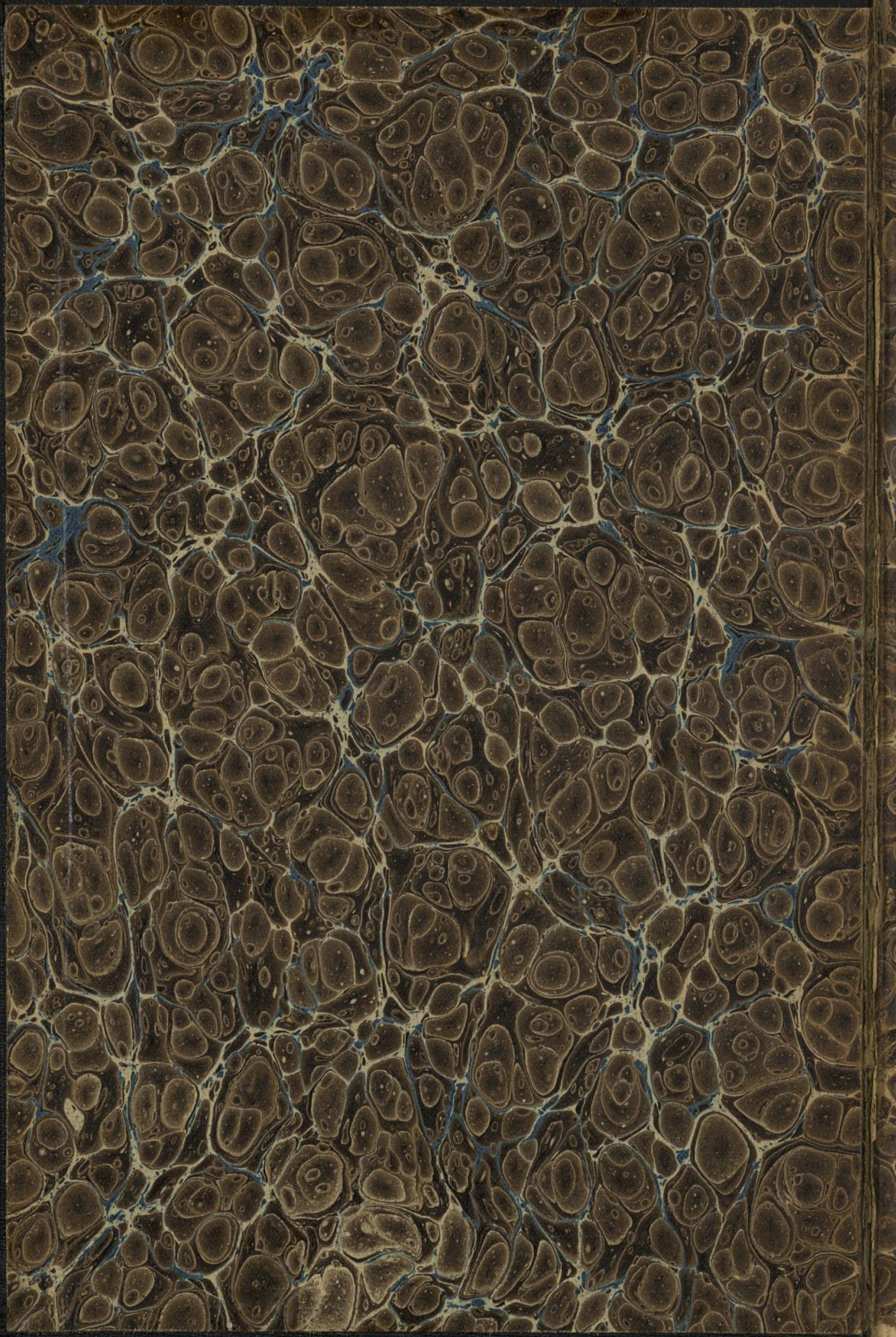
En 1924, la Société des ingénieurs, élèves diplômés, brevetés et techniciens supérieurs du Conservatoire national des arts et métiers voit également le jour au sein du Cnam. Celle-ci s'intéresse avant tout à faire connaître les élèves diplômés et a à cœur leurs intérêts professionnels. Elle propose sa 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.

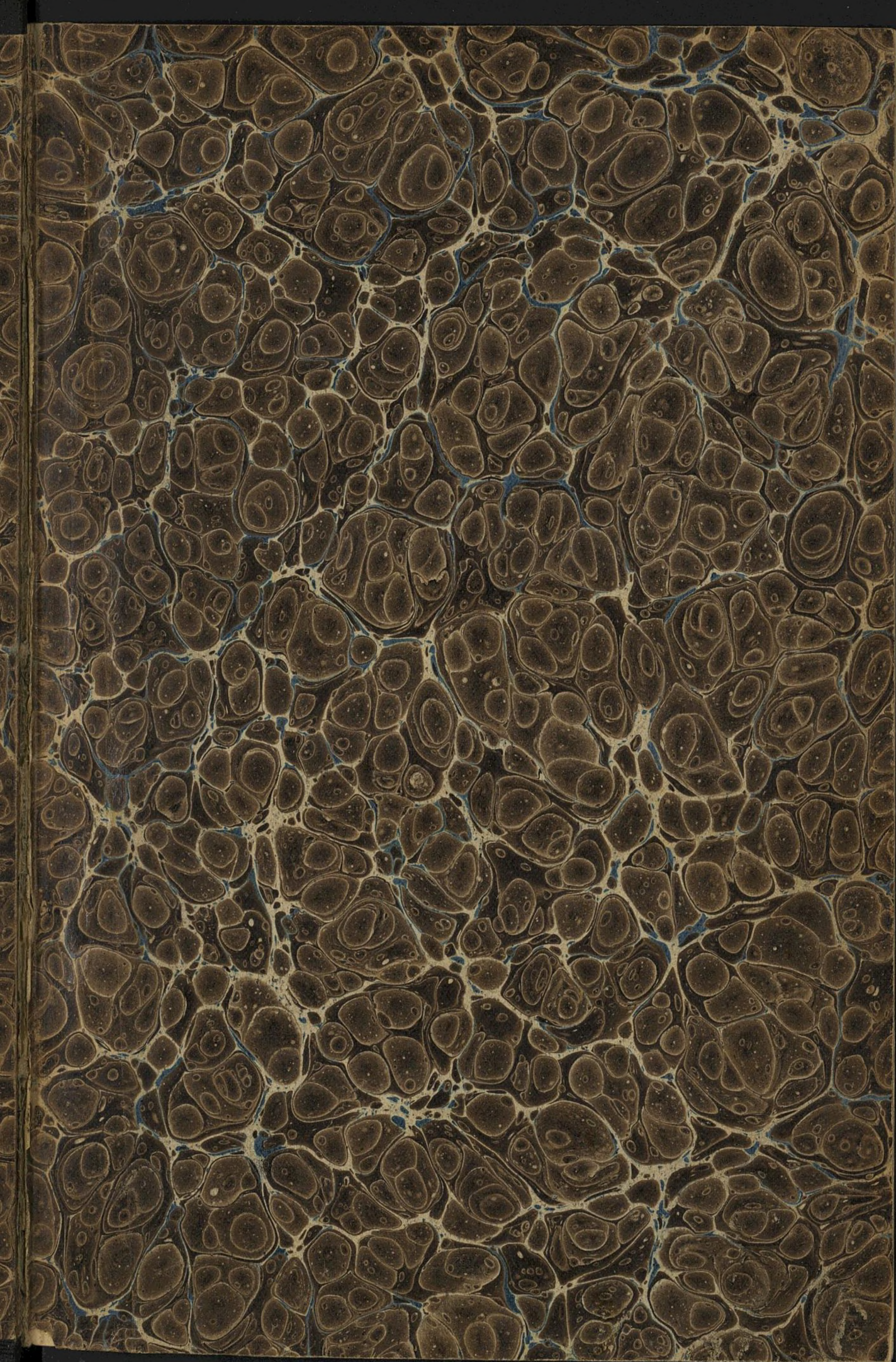
En 1928, ces deux Sociétés, ayant des objectifs semblables, décident de conjuguer leurs efforts en s'unissant pour former la nouvelle Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers. L'année suivante leurs deux publications respectives vont elles aussi fusionner 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.

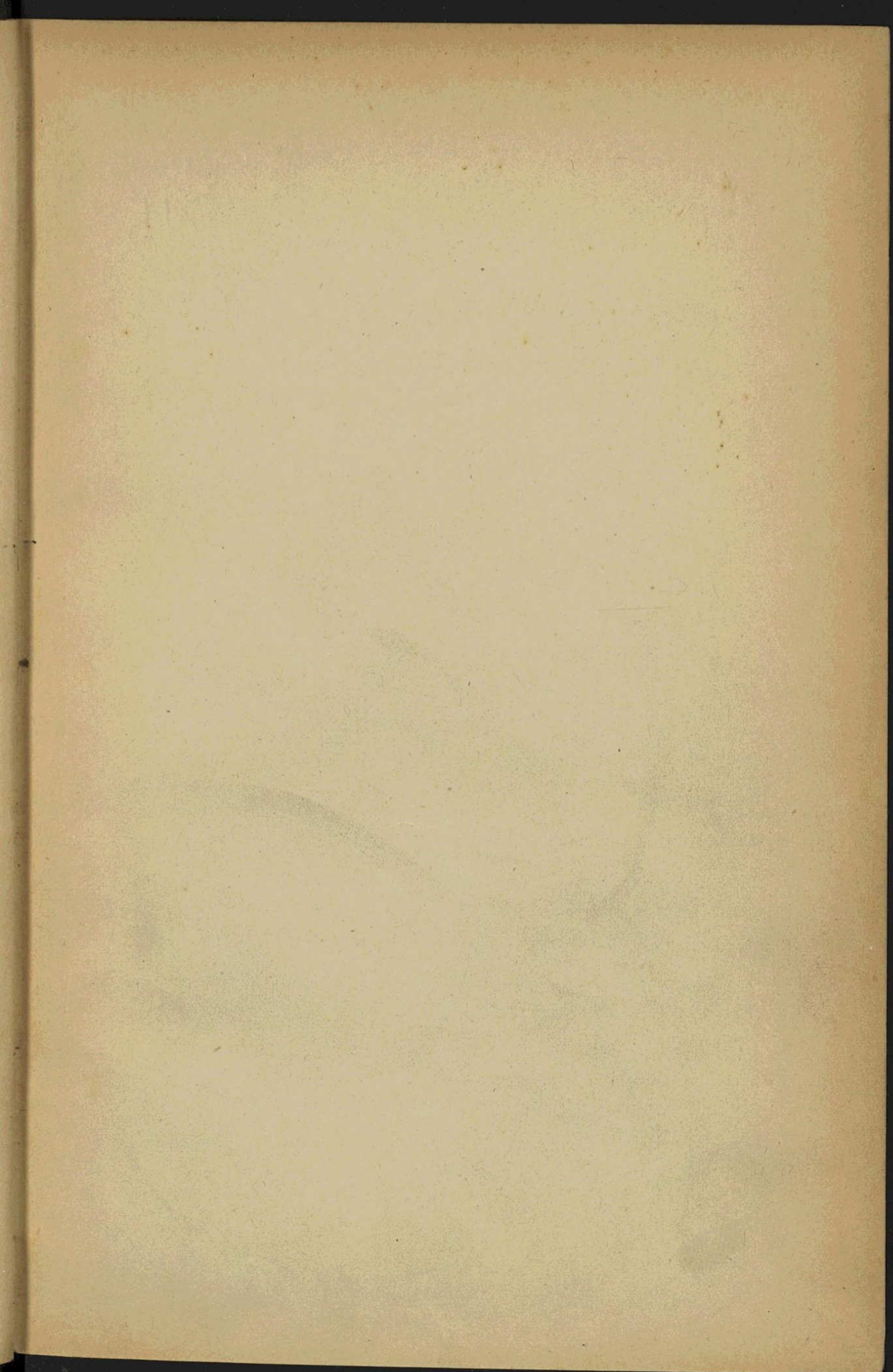
L'union de ces deux sociétés ne semble pas satisfaire tout le monde puisque dès 1930 l'Union des ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers voit le jour. En 1942, l'Association des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers (créée en 1908) reprend du service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







Bull. de la Sté
des élèves et
anciens élèves
T 1

1908

80 Ky 103-A (1)

au 52
Métiers

Procès-verbal de l'Assemblée du 2 Octobre 1908

La Séance est ouverte à 9 heures.

M. Boullie, Président de l'Association, prononce le discours suivant :

Mesdames, Messieurs,

Nous devons nous féliciter mutuellement de l'affluence qu'a provoqué la première Assemblée de l'Association qui nous intéresse.

La spontanéité des dévouements de la première heure, qui ont contribué à la formation de notre Comité, et, ensuite, l'accueil bienveillant qui a répondu à notre appel, nous font bien augurer de l'avenir de la Société, dont je vais avoir l'honneur, et le vif plaisir, de vous définir le but, et de vous exposer l'organisation.

Nous savons tous à quelle nécessité correspond la création d'une Société d'Elèves, et d'Anciens Elèves, du Conservatoire National des Arts et Métiers ; en effet, alors que les Etudiants des Universités et Ecoles Supérieures, se sont, depuis longtemps, groupés en vue d'affronter la lutte pour l'existence, de plus en plus âpre, seul notre Conservatoire, cette Université technique, dont le programme est certainement le plus en rapport avec l'évolution de l'Industrie, était en état d'infériorité dans ce sens.

Au cours de l'année scolaire précédente, un groupe d'élèves a résolu de combler la lacune ainsi créée ; et, dès la fin des Cours, un Comité était formé, en vue d'étudier les conditions, dans lesquelles une Société d'Elèves et d'Anciens Elèves, pourrait être organisée.

Lorsque ce Comité, composé de quinze membres, pour la plupart lauréats du Conservatoire, me proposèrent de le pré-



sider, il ne me fallut rien moins que l'assurance de leur dévouement, et de leur valeur technique, garantie par les distinctions dont ils furent l'objet de la part de la Direction du Conservatoire, pour me décider à en assurer la responsabilité.

Le 7 mai 1908, les Statuts constitutifs de la Société à former étaient votés.

Notre but est triple.

Nous avons à créer :

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

Sur la première partie, il est inutile d'insister, car nous connaissons tous les nécessités du groupement.

Je m'étendrai plus longuement sur les deux autres.

Nous avons tous pu remarquer, au commencement de chaque année scolaire, l'affluence des auditeurs, qui, parfois, pouvait faire craindre que les amphithéâtres ne soient trop exigus pour les recevoir, pendant la durée des Cours ; dès la fin du premier mois des auditions, les rangs s'éclaircissaient d'une façon désastreuse, et le nombre des auditeurs s'abaissait, à moins de vingt pour certains cours. Ce résultat aurait pu faire supposer, de la part des absents, un manque de persévérance et d'assiduité, qui, pourtant existe rarement parmi les auditeurs des premiers jours. La raison de ces défections est moins désobligeante à l'égard de ceux-ci, étudiants remplis de mérite, et de bonne volonté, à qui une instruction élémentaire supérieure insuffisamment développée ne permettait pas de suivre avec fruit l'enseignement du Professeur. Le besoin de lutter pour l'existence, dès la sortie de l'école primaire, les difficultés d'assister à certains cours d'adultes, où ils auraient pu parfaire leur instruction, étaient les seules raisons qui privaient ces élèves des bienfaits de l'Enseignement du Conservatoire.

Il y a là une lacune à combler, et, c'est à ce soin que contribuera l'organisation de notre Enseignement mutuel.

Pendant les mois de l'année, laissés vacants par la fermeture des Cours du Conservatoire, des cours préparatoires,

organisés par nous, permettront à ces Elèves d'aborder, à la prochaine réouverture, des Cours, qui, jusqu'ici leur avaient été à peu près fermés. Ces cours seront complétés par des visites d'usines, que nous organiserons avec le concours de Professeurs et d'Industriels.

En outre, à l'approche des examens de fin d'année, d'autres cours auront lieu, professés, comme les précédents, par des lauréats du Conservatoire, où les candidats pourront facilement réviser leurs connaissances, et approfondir des connaissances acquises superficiellement.

Nous ne doutons pas que l'organisation de ces cours n'aient le plus grand succès.

Les prochains cours de révision s'ouvriront vers Pâques 1909, et les cours préparatoires peu après cette date.

Nous avons une autre lacune à combler, non moins importante que la première : elle a trait aux notes prises pendant les Cours du Conservatoire. Personne n'ignore quelle gêne, et quelle difficulté, éprouvent les auditeurs à noter les paroles du Professeur ; ces notes sont forcément incomplètes, et empêchent généralement de suivre attentivement les explications données et les expériences faites.

Si une publication du Cours avait lieu, l'élève s'allégerait ainsi d'un travail, aussi considérable que peu utile individuellement, une autographie du Cours lui parvenant quelques jours après son audition ; autographie prise par un sténographe, placé sous le contrôle d'une Commission nommée parmi les élèves suivants lesdits Cours, et dont la compétence sera reconnue. D'ailleurs, plusieurs Professeurs ont accepté gracieusement de corriger les notes ainsi prises, et le Cours publié offrira toutes garanties au point de vue de l'exactitude de sa teneur.

Pour assurer cette publication d'une façon certaine, étant donné les difficultés matérielles, et financières, qu'elle entraîne, nous procéderons de la façon suivante :

Au 1^{er} novembre de chaque année, une souscription, fixée à 5 francs par Cours pour les Sociétaires, et à 6 francs pour les non-Sociétaires, sera ouverte. Au 15 novembre, cette souscription étant close, un état sera fait des sommes recueillies pour chaque Cours et, seuls, ceux où la somme obtenue aura été suffisante pour en assurer l'édition intégrale, seront publiés. Pour les Cours dont la souscription aura été insuffi-

sante, les sommes versées seront remboursées immédiatement. Cependant, s'il arrive que les sommes versées pour un Cours soient supérieures au coût de son édition, l'excédent en sera versé à l'actif d'un autre Cours, de souscription insuffisante et de déficit minimum.

Ensuite, complétant les modes d'enseignement précédemment définis, un Bulletin, dont le premier numéro paraîtra incessamment, rédigé par des Professeurs et des Savants spécialistes, sera envoyé mensuellement à chaque membre.

Je peux même vous annoncer que le sommaire de ce premier numéro comprend un article de M. Henri Chrétien, sur la mesure du temps par le pendule électrique; un exposé de la fabrication de la soie artificielle, procédé Chardonnet; le commencement d'une étude sur le tracé des engrenages, etc.

Il nous faut maintenant aborder un des points les plus intéressants de notre programme; je veux parler de l'Intermédiaire professionnel.

Cet organe a pour objet d'établir un rapprochement, de profit réciproque, entre les Chefs d'industrie, désirant s'entourer d'agents techniques, et les élèves du Conservatoire, nantis de Certificats et Diplômes leur permettant de rechercher une situation digne de leur capacité. Par la publicité que nous donnerons au Bulletin mensuel de la Société, et par la propagande particulière qui sera faite à cet effet, nous solliciterons des Industriels des demandes de service, qui seront insérées au Bulletin. Réciproquement, seront insérées les offres faites par les membres titulaires de la Société.

Je viens de dire que les membres titulaires auront le droit de faire insérer leurs offres; seuls, également, auront-ils droit de réponse aux demandes des Industriels.

La distinction entre les membres titulaires et les membres aspirants est justifiée par l'organisation même de l'Intermédiaire professionnel.

En effet, un membre actif, recruté nouvellement, sans certificats, ne peut offrir aucune garantie technique, eu égard à l'Enseignement du Conservatoire, et le caractère particulièrement sérieux, que nous comptons donner à l'organe qui nous occupe, serait détruit de lui-même s'il suffisait de verser une souscription de 6 francs pour y avoir droit.

Ainsi, tout membre actif est d'abord accueilli à titre d'aspirant; il devient membre titulaire sitôt qu'il peut justifier de

sa capacité technique par l'obtention de deux certificats, au moins, délivrés par le Conservatoire.

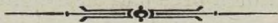
Organisé dans ces conditions, nous sommes certains que notre Intermédiaire professionnel aura, auprès des Directeurs d'Industrie, un succès dont nous ressentirons rapidement les effets heureux.

Maintenant, nous savons quel objectif est le nôtre et quels sont les moyens qui nous permettront d'y concourir.

Dans toute œuvre mutuelle, le dévouement de chaque membre constitue le principal facteur de réussite; à en juger d'après les prémisses, je puis affirmer que ce facteur ne nous fera pas défaut, et il n'est pas douteux qu'un succès utilitaire et légitime ne vienne couronner nos efforts.

M. Besson, Ingénieur E. C. P., Membre du Comité de la Société des Ingénieurs Civils de France, fait ensuite, sur la question du Radium, une étincelante conférence dont, par suite de son vif intérêt, une analyse paraîtra au Bulletin de novembre.

M. Boullie, en remerciant M. Besson de sa captivante communication, souhaite vivement que l'heureuse fortune dont vient de profiter son auditoire puisse se renouveler quelque jour sur la suite des travaux du distingué conférencier.



LA MESURE DU TEMPS PAR LE PENDULE ÉLECTRIQUE

par M. HENRI CHRÉTIEN,

Ingénieur E. S. E., Chef du Service Astro-physique à l'Observatoire de Nice.

Le problème fondamental de la mesure du temps semble avoir reçu sa solution définitive du jour où l'on songea à régulariser le mouvement des horloges en le faisant dépendre périodiquement de celui d'un pendule. Cette idée est généralement attribuée à Christian Huyghens, bien que l'on ait retrouvé des traces d'horloges à pendule bien antérieures à l'époque de Huyghens.

L'imperfection de la taille des engrenages devait rendre l'amplitude d'oscillation du pendule très variable et c'est peut-être la raison d'être des horloges à pendule cycloïdal dont la propriété remarquable de tautochronisme avait été découverte précisément par Huyghens.

Mais l'horloge à pendule cycloïdal présente des difficultés de construction. Aussi a-t-on cherché à rendre l'amplitude du pendule aussi constante que possible en perfectionnant le mécanisme moteur et en réduisant considérablement l'amortissement de l'oscillation.

Le pendule a pris ainsi peu à peu une importance plus grande; tout d'abord simple régulateur d'une machine compliquée, il est devenu aujourd'hui le véritable organe de la mesure du temps, et les horlogers se sont appliqués d'ailleurs avec un succès qui leur fait le plus grand honneur, à entretenir le mouvement du pendule tout en le laissant osciller aussi librement que possible; mais il y a une limite à la perfection des mécanismes et les chefs-d'œuvre d'horlogerie modernes semblent bien près d'avoir atteint cette limite.

Aujourd'hui, la solution pratiquement parfaite de la mesure du temps dans les Observatoires est fournie avec une rare élégance et une extraordinaire simplicité, par le pendule électrique de M. Gabriel Lippmann. Les conditions théoriques qui doivent être remplies si l'on veut entretenir le mouvement pendulaire sans y apporter de perturbation ont été indiquées par ce savant dans le *Journal de Physique* (t. V.).

Je me propose d'entrer dans quelques détails sur ces conditions.

Lois du mouvement pendulaire. — Les lois du mouvement pendulaire peuvent être fournies par l'expérience ou être déduites des principes de la mécanique rationnelle par voie purement analytique.

Un pendule consiste, pratiquement, en une masse pesante, ou *loupe*, fixée vers l'extrémité d'une *tige*, l'autre extrémité oscillant autour d'un axe fixe au moyen de *couleaux* reposant sur des plans très durs, ou encore au moyen d'une lame élastique courte encastrée dans l'extrémité de la tige, d'une part, et dans un support fixe de l'autre (*suspension à ressort*); dans ce cas, l'axe de suspension est mal défini et légèrement mobile. Aujourd'hui, on emploie presque exclusivement la suspension à ressort pour les horloges; la suspension à couleau n'est guère employée que dans les pendules géodésiques servant à la détermination de la gravité par des mesures absolues, et pour lesquels on ne peut tolérer de couple perturbateur comme celui produit par la suspension à ressort.

Les forces qui agissent sur le pendule sont (*fig. 1*) :

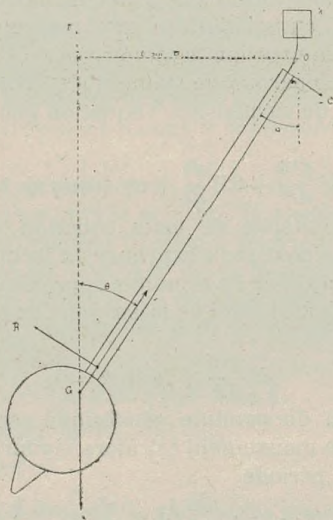


Fig. 1.

1° Son poids, $-mg$, passant constamment par le centre de gravité G et dirigé selon la verticale; le moment de cette force, par rapport à l'axe de suspension O, est égal à $-mgl \sin \theta$, l étant la distance du centre de gravité à l'axe et θ l'élongation du pendule, c'est-à-dire l'angle .OG ;

2° La réaction de la suspension, réductible à une force T, dirigée selon la tige du pendule et à une force tangentielle produite par l'élasticité de la lame-ressort, et dont le moment est proportionnel à θ , si la position d'équilibre de la lame est verticale; soit $-c\theta$ ce moment;

3° La résistance visqueuse du milieu, à laquelle s'ajoute celle de la suspension; son moment par rapport à l'axe est une fonction impaire de la vitesse angulaire $\frac{d\theta}{dt}$, puisqu'elle agit constamment en sens inverse de cette vitesse, et symétriquement, si le pendule est lui-même symétrique, ce que nous supposons; nous supposons ce moment proportionnel à cette vitesse, soit $-2B \frac{d\theta}{dt}$;

4° La poussée hydrostatique du milieu ambiant, dont le moment a même forme que celui de la pesanteur auquel il se superpose, en agissant en sens contraire. Elle est proportionnelle à la pression barométrique.

Si l'on désigne par mk^2 le moment d'inertie du pendule par rapport à l'axe de suspension, l'équation générale du mouvement sera

$$(1) \quad mk^2 \frac{d^2 \theta}{dt^2} + 2B \frac{d\theta}{dt} + c\theta + mgl \sin \theta = 0.$$

L'intégrale complète de cette équation différentielle du second ordre ne peut pas s'exprimer en termes finis. On peut généralement négliger en première approximation l'effet de la résistance de l'air et celui de la suspension et écrire simplement

$$(2) \quad k^2 \frac{d^2 \theta}{dt^2} + lg \sin \theta = 0.$$

C'est l'équation du pendule géodésique oscillant librement dans le vide. Le mouvement est alors rigoureusement périodique et a pour période

$$(3) \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{k^2}{gl}} \left(1 + \frac{\alpha^2}{16} + \dots \right),$$

α désignant l'amplitude. Si celle-ci reste toujours petite, on

peut s'en tenir aux deux termes écrits et négliger les puissances de α supérieures à la deuxième. La durée de l'oscillation dépend donc un peu de l'amplitude. L'effet produit par la suspension à ressort se traduit, dans l'équation (1), par un terme proportionnel à t ; il en résulte que son action est *isochronisante*, c'est-à-dire qu'elle atténue un peu les effets de la variation d'amplitude.

Enfin, la résistance du milieu agit, lorsqu'elle est faible, en réduisant peu à peu l'amplitude d'oscillation selon une progression géométrique. A cette résistance du milieu s'ajoute aussi celle de la suspension qui n'est jamais parfaitement élastique et absorbe un peu d'énergie à chaque flexion. Dans l'expression complète de la durée d'oscillation, on voit figurer la valeur de l'amortissement, de telle sorte que l'oscillation est moins rapide lorsque le pendule est amorti que lorsqu'il ne l'est pas. La durée d'oscillation est, en effet, avec amortissement,

$$(4) \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{k^2}{lg - \frac{B^2}{m}}} \left(1 + \frac{\alpha^2}{16} + \dots\right) \\ = T \left(1 + \frac{B^2}{2mlg}\right),$$

très sensiblement.

Nous verrons, par la suite, qu'il y a intérêt, lorsque le pendule doit servir à mesurer le temps, à réduire au minimum la valeur de l'amortissement et nous le supposons toujours très petit.

Représentation géométrique. — Je néglige encore, tout d'abord, l'effet d'amplitude et celui de viscosité. Le mouvement pendulaire, comme d'ailleurs tout mouvement oscillatoire quelconque au voisinage de sa position d'équilibre, est alors du type dit *harmonique* ou *sinusoïdal*, c'est-à-dire que l'élongation t de ce pendule peut se calculer, pour chaque instant, par la formule

$$(5) \quad \theta = \alpha \sin \left(\varphi_0 + 2\pi \frac{t}{T} \right).$$

α est l'*amplitude* de l'oscillation;

T est la *période*;

l'angle $\varphi = \varphi_0 + 2\pi \frac{t}{T}$ est la *phase* dans laquelle se trouve le mouvement à l'instant t ;

φ_0 est la *phase à l'origine*, c'est-à-dire à l'instant où l'on commence à compter le temps.

Traçons (fig. 2) un cercle de centre O et de rayon a . Soient M un point du cercle, P sa projection sur un diamètre OA. On a, en désignant OP par z :

$$z = a \cos AOM,$$

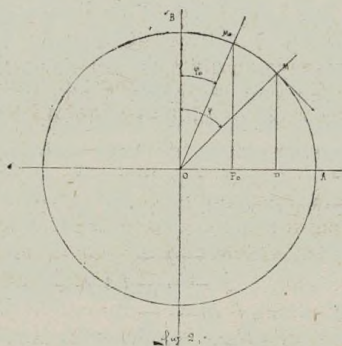


Fig. 2.

de sorte que si M se déplace sur le cercle d'un mouvement uniforme, sa projection P sera animée d'un mouvement sinusoïdal que l'on peut toujours identifier avec celui de l'équation (5). Donc, à tout mouvement oscillatoire d'un pendule P, correspond un mouvement circulaire uniforme d'un point M, que l'on pourrait appeler *mouvement directeur*. La période T du pendule est égale à la durée d'une révolution complète du point M; l'amplitude du mouvement pendulaire est égale au rayon a du cercle directeur; la phase φ est égale au complément de l'angle AOM, c'est-à-dire à l'angle BOM, compté positivement dans le sens du mouvement; la phase à l'origine est l'angle BOM₀, correspondant à la position initiale du point M.

Vitesse. — Dérivons l'équation (5); on aura l'expression de la vitesse angulaire θ' du pendule à l'instant t :

$$(6) \quad \theta' = 2\pi \frac{a}{T} \cos \left(\varphi_0 + 2\pi \frac{t}{T} \right).$$

Ce résultat est évident géométriquement : $2\pi z$ est la lon-

gueur de la circonférence décrite par le point M, pendant le temps T d'une période; $2\pi \frac{\alpha}{T}$ est donc la vitesse de M sur le cercle; la formule (6) exprime que la vitesse du pendule P est égale à la projection de la vitesse de son point directeur sur le diamètre choisi pour origine. Remarquons tout de suite que la quantité

$$\alpha \cos \left(\varphi_0 + 2\pi \frac{t}{T} \right)$$

mesure précisément la distance MP; cette distance est donc proportionnelle à la vitesse du pendule; on peut la considérer comme lui étant égale à chaque instant, en choisissant convenablement l'unité de vitesse.

En résumé, le mouvement directeur d'un mouvement pendulaire simple représente complètement ce mouvement: l'abscisse OP du point M est à chaque instant égale à l'élongation du pendule; l'ordonnée PM représente la vitesse.

Cette représentation peut se généraliser et s'étendre au cas où le mouvement pendulaire est amorti. Le point directeur décrit alors une spirale logarithmique (fig. 3) en coordonnées

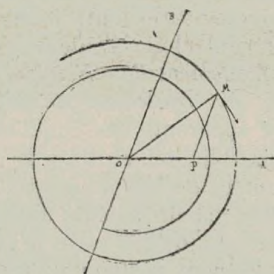


Fig. 3.

obliques, de telle sorte que le rayon vecteur OM tourne d'un mouvement uniforme autour du pôle O. Les coordonnées obliques OP et PM représentent encore l'élongation et la vitesse du pendule. Au fur et à mesure que les oscillations du pendule diminuent d'amplitude, les spires du mouvement directeur se rapprochent de plus en plus du pôle et elles s'en rapprochent indéfiniment, car le pôle est un point asymptote

pour la spirale logarithmique. Il semblerait donc que le pendule ne doive jamais s'arrêter, mais osciller toujours, quoique de moins en moins fort. Or, on peut s'assurer qu'il n'en est rien et qu'il arrive un moment au bout duquel le pendule ne bouge réellement plus du tout. La représentation géométrique cesse donc d'être exacte lorsque le mouvement devient très faible. Ce fait est très général : beaucoup de phénomènes physiques sont des phénomènes d'amortissement, conduisant à des états d'équilibre, lesquels états sont effectivement atteints, alors que la formule théorique qui les représentait avec une très grande précision indique que l'état d'équilibre est seulement asymptotique. Ce paradoxe peut recevoir deux explications ; la première consisterait à supposer que la loi asymptotique est celle que suivent rigoureusement les phénomènes, mais qu'au bout d'un certain temps, le physicien ne peut plus percevoir la différence très petite qui existe entre l'état réel et l'état d'équilibre. Elle implique la continuité des phénomènes au sens mathématique du mot et semble avoir été la conception des anciens : *Natura non facit saltus*.

Mais aujourd'hui cet adage n'est plus admis et même on peut croire, conformément aux théories les plus modernes, que la nature « fait toujours des sauts ». Lorsque les mouvements relatifs deviennent très lents, les coefficients de frottement des pièces en contact augmentent et passent d'une certaine valeur, dite *frottement de glissement*, à une valeur bien plus considérable, dite *frottement au départ*. C'est grâce à cette discontinuité apparente des équations du mouvement qu'un volant de machine ou un train de chemin de fer peuvent être effectivement arrêtés au moyen de freins. Il en est de même du pendule : la viscosité du milieu et celle de la suspension augmentent en quelque sorte brusquement aux très faibles vitesses. On peut postuler qu'il en est toujours de même, à des degrés divers, qu'il s'agisse d'un mouvement qui s'arrête ou d'une égalisation de température entre deux corps inégalement chauds, ou encore de la décharge d'un condensateur. Il y a lieu de noter que l'état de repos auquel arrivera le système sera, en général, toujours un peu différent de l'état d'équilibre prévu par la formule asymptotique.

Mais nous voici entraîné bien loin de notre sujet : revenons y. Il s'agissait d'entretenir le mouvement du pendule amorti. Comme nous supposons que l'amortissement est

faible, les spires du mouvement directeur sont très serrées et les axes presque rectangulaires (fig. 4).

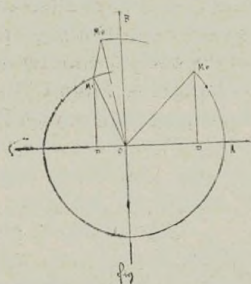


Fig. 4.

Lorsque le point directeur aura parcouru un certain arc de spirale $M_0 M_1$, nous appliquerons au pendule une certaine force afin de lui restituer l'énergie absorbée par les résistances passives. Pendant l'action de cette force, le point M ne décrit plus la spirale, mais au contraire s'éloigne du pôle; puis l'action motrice cessant, le point se remet à décrire un arc de spirale semblable au premier, en partant d'un point M'_0 . L'arc de courbe compris entre M_1 et M'_0 correspond à la partie perturbée du mouvement.

En général, ce sera le pendule lui-même qui sera chargé de déclencher l'action motrice; les abscisses M_1 des points où l'action commence seront toujours les mêmes, ainsi que celles des points M_0 où elle cesse. Il peut arriver que le pendule reçoive des impulsions à différentes phases de son mouvement, par exemple à chaque extrémité de sa course, ou encore à chaque passage par la verticale, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, ce qui correspond à deux positions du point M_1 diamétralement opposées. Si toutes ces impulsions étaient toujours identiques, la marche de l'horloge serait parfaite, en supposant, bien entendu, que les autres conditions, température, pression demeurent invariables. Mais on ne peut jamais être assuré que le mécanisme moteur fonctionne toujours dans les mêmes conditions; quelques parfaits que soient les engrenages, ils présentent toujours des périodes, des excentricités qui peuvent influer sur la forme de la restitution de l'énergie, et, de fait, lorsqu'on suit la marche d'une horloge mue par un mouvement d'horlogerie,

possibles; mais le mécanisme est moins compliqué; c'est la raison pour laquelle les horloges qui ne prétendent pas à une haute précision fonctionnent ainsi.

Sans faire aucun calcul, il est facile de voir que le changement de phase produit par la percussion motrice est proportionnel à cette percussion, c'est-à-dire à l'amortissement, d'une part, et de l'autre proportionnel à l'élongation du pendule au moment où agit cette percussion. Cela tient à ce que nous supposons ces quantités, amortissement, élongation, petites et que la variation de phase est évidemment une fonction impaire de ces éléments.

Notons, en passant, une conséquence remarquable de cette forme spéciale de la variation de phase. Si l'on percute le pendule au même point de sa course, d'abord à la montée puis à la descente, au moyen de deux chocs égaux et contraires, les variations de phase seront égales et de signes contraires, et la perturbation du mouvement sera annulée. Or, quel que soit le mécanisme moteur employé, il y a beaucoup de chance pour qu'il n'ait pas beaucoup varié d'une percussion à la suivante; si, en outre, il est construit bien symétriquement, la valeur moyenne des percussions d'ordre pair sera égale à la valeur moyenne des percussions d'ordre impair, et il n'y aura pas non plus de variation de marche à longue période. Ce n'est certes pas ce qui arrive lorsque le pendule est percuté aux extrémités de sa course : toutes les variations de phase se totalisent alors, au lieu de s'annuler.

On voit aussi pourquoi il y a intérêt à réduire autant qu'on le peut la valeur de l'amortissement. L'amortissement par l'air est toujours faible, mais celui produit par la suspension peut être considérable. Tous les soins du constructeur porteront donc sur cette partie du pendule; la lame de suspension devra travailler bien au-dessous de sa limite d'élasticité, c'est-à-dire être longue et l'amplitude petite (toutefois sans exagération, afin de ne pas retomber dans les états mal déterminés des vitesses faibles dont nous parlions plus haut; une amplitude de 1° , $\alpha = 1/100$, est une bonne amplitude pour un pendule battant la seconde). L'encastrement, surtout, sera l'objet d'une attention spéciale : la lame sera serrée fortement entre deux flasques très durs, en acier, par exemple, de manière que les lèvres de l'encastrement ne laissent pas fléchir, ni surtout glisser, la lame au droit de l'encastrement.

Maintenant que nous sommes en possession d'un pendule bien construit, nous allons examiner de près le dispositif inventé par M. Lippmann pour en entretenir le mouvement à l'aide de l'électricité et en remplissant les conditions théoriques exposées plus haut.

Londres, le 23 septembre 1908.

(A suivre.)

SOIE ARTIFICIELLE

Procédé CHARDONNET

La fabrication de la soie artificielle remonte à l'année 1884, date à laquelle M. Chardonnet (comte Hilaire de) ayant pris son premier brevet, la mit sur le marché.

Le nom de soie fut donné à cette fibre à cause de son éclat, dépassant celui de la soie naturelle.

Au point de vue chimique, M. Chardonnet n'avait rien découvert, mais simplement réalisé une idée déjà énoncée par le physicien Réaumur. Cette réalisation nécessita, comme on pense, une volonté et une persévérance peu communes, et elle absorba une grande fortune. Nous ne parlerons ici que des grandes lignes du procédé Chardonnet, dont la matière première est la cellulose.

La cellulose existe dans toutes les plantes, depuis les plus simples, appartenant aux *Cryptogames*, jusqu'aux plus élevées, les *Phanérogames*; elle constitue le squelette de la plante. Elle existe aussi dans le règne animal, dans les muscles d'êtres inférieurs, tels que les écrevisses, les hannetons, etc. C'est donc une substance très répandue.

La cellulose pure s'obtient industriellement en traitant diverses matières premières, comme le coton, le buvard, la moelle de sureau, etc. Elle a pour propriété d'être soluble dans tous les dissolvants neutres. On épuise à l'eau, à l'alcool,

à la benzine, à l'éther. Les substances étrangères étant dissoutes, la cellulose est ensuite purifiée avec de l'eau acidulée ou des liquides alcalins, tels que soude et potasse très étendus; on termine par un lavage à l'acide fluorhydrique pour enlever la silice.

La cellulose est une substance blanche, inaltérable à l'air, à l'humidité elle est altérée quand elle est impure. Sa notation chimique est $C^{12}H^{20}O^{10}$, et, si l'on remarque que le rapport de H et de O est ici le même que pour l'eau, soit H^2O , on voit que, à 12 atomes de carbone, correspondent 10 molécules d'eau; pour ce motif, on range la cellulose dans la classe des hydrates de carbone.

La cellulose supporte longtemps, à froid, les acides étendus; à chaud, une action a lieu quoique peu rapide. En présence d'un acide concentré, la réaction est différente; la cellulose fond, forme une gomme et devient soluble dans l'eau. Il y a transformation de cellulose en dextrose.

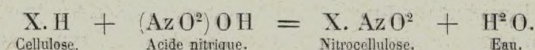
Si l'on place du coton hydrophile dans un tube à essai, pour l'arroser ensuite d'acide nitrique concentré, d'une densité de 1.5, ce coton ne paraît pas varier de forme; il garde sa consistance; au bout de 20 minutes, on le retire, on le lave et on le fait sécher; il n'a rien perdu de sa ténacité, mais c'est maintenant un explosif violent. (Propriété reconnue par le professeur Schœnbein, à Bâle). Cet explosif est la Nitrocellulose, aussi appelé coton-poudre, pyroxiline ou fulmi-coton, suivant le mode de préparation.

Nous arrivons maintenant à la fabrication de la soie Charbonnet, reposant sur la solubilité du coton-poudre dans l'éther, propriété déjà utilisée dans la préparation du colloïdion dès 1851. Toutefois, tous les cotons-poudres ne sont pas solubles dans l'éther, non pas en raison d'une propriété chimique, puisque deux cotons-poudres contenant une même proportion d'azote, soit, par exemple, 11 %, peuvent être inégalement solubles, la solubilité du coton-poudre dépend de conditions physiques mal connues.

Il faut donc nitrer la cellulose, la dissoudre, transformer en fil la solution visqueuse, puis dénitrer.

On nitre la cellulose en baignant le coton sec dans de l'acide nitrique très concentré. Cet acide étant peu facile à obtenir dans sa plus grande concentration, on le mêle à de l'acide sulfurique concentré. Une réaction a lieu, et, de ce fait, l'eau

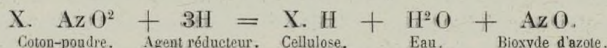
est mise en liberté. En représentant par X l'ensemble des atomes ne prenant pas part à la réaction, on peut écrire :



Entre une molécule d'acide nitrique (Az O^2) OH et une molécule de cellulose, il se fait une double décomposition. L'atome de H de la cellulose permute avec le groupe Az O^2 et l'on obtient $\text{X. Az O}^2 + \text{H}^2 \text{O}$, c'est-à-dire du coton nitré plus une molécule d'eau. La formation de cette molécule est intéressante, car elle enraye l'action de l'acide nitrique qui, dès qu'il est dilué, n'agit plus sur le coton; on maintient donc ainsi la concentration par l'emploi de l'acide sulfurique,

Le coton-poudre ainsi traité est lavé pour éliminer l'acide; sans qu'on ait à le sécher, on peut le transformer en colloïdion. La chimie n'intervient plus ensuite; après dissolution dans l'éther et l'alcool, la substance obtenue passe à la filière, un passage à l'eau dilue l'alcool et l'éther; c'est une action mécanique. Il faut alors dénitrer, c'est-à-dire enlever 2 atomes d'oxygène, pour éliminer Az de la molécule.

La réaction à faire est la réaction de Béchamp, qui consiste à se servir d'un réducteur. On emploie le chlorure ferreux, corps avide d'oxygène. On obtient :

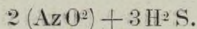


Son rôle est de fournir de l'hydrogène, soit $\text{X. Az O}^2 = \text{H}$, où H résulte de l'action du sel ferreux qui se combinera à l'oxygène. En employant 3 atomes d'hydrogène on obtient $3 \text{X. H} + \text{H}^2 \text{O} + \text{Az O}$.

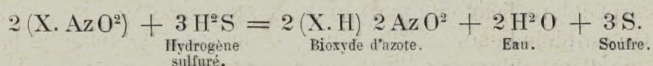
« Az O, le bioxyde d'azote est un gaz reconnaissable à sa coloration spontanée en rouge au contact de l'air. »

Ce procédé de réduction, nécessitant un sel de fer, est très ennuyeux dans la pratique, car il provoque un dépôt d'oxyde. Aujourd'hui on emploie d'autres procédés plus simples, de préférence avec des sulfures, tels que le procédé au sulfhydrate d'ammoniaque. Les sulfures ont la propriété d'éliminer l'oxygène de l'acide; ce sont des réducteurs très énergiques agissant par l'hydrogène sulfuré.

La réaction est :



La présence de 2 molécules de coton nitré et de 3 molécules d'hydrogène sulfuré forme $2(X.H)$; les deux atomes d'hydrogène se substituent à $AzO^2 + 2H^2O + 3S$. On a donc :



Nous connaissons maintenant les réactions chimiques nécessaires à la fabrication de la soie artificielle. M. Chardonnet employa une solution de collodion et de chlorure de fer soluble dans l'alcool et même dans l'éther, par suite se mélangeant bien avec le collodion. Il faut 100 gr. de coton-poudre, 10 à 20 gr. de $FeCl^2$ et 0,2-gr. d'aniline pour amorcer la réaction.

M. Chardonnet a apporté plusieurs perfectionnements à son procédé, entre autres en ce qui concerne le collodion. Le coton traité par l'acide nitrique n'est pas séché entièrement et devient du coton poudre renfermant 1/3 de son poids d'eau : environ 33 0/0. M. Chardonnet obtint un procédé économique en raison de la cherté de l'éther et de l'alcool, par la dissolution du collodion dans le minimum de liquide. Il prit 30 kilogrammes de coton-poudre humide représentant 20 kilogrammes de coton-poudre sec ; puis 40 litres d'alcool et 60 litres d'éther, il malaxa le tout, et obtint de la sorte un produit très maniable.

Ce collodion est filtré à travers la ouate sous une pression de 50/60 atmosphères ; devant être transformé en fil, il doit passer par une ouverture très mince, et pour qu'aucune parcelle solide ne vienne obstruer cet orifice, il importe que le liquide soit bien filtré. De l'eau, versée sur le collodion, enlève l'alcool et l'éther et le fil se coagule. Ce fil est passé dans une solution de sulfhydrate d'ammoniaque, puis chauffé et séché sous tension afin qu'il prenne l'éclat soyeux. C'est cette tension qui donne l'éclat.

Trois fabriques se servent de ce procédé. La maison centrale est à Besançon et les autres à Francfort en Allemagne et à Tubize en Belgique ; chacune de ces maisons produit 1,000 kilogrammes par jour. Les plus gros fils sont appelés crins ; il en faut 30 kilomètres pour peser 1 kilogramme. Les fils de grosseur courante mesurent 64 kilomètres au kilogramme, les plus fins font 112 kilomètres. C'est encore loin de la soie naturelle, faisant 900 kilomètres.

Généralement, lorsqu'un tissu doit supporter une fatigue on fait la chaîne en soie naturelle ou en coton, et la trame en soie artificielle. On ne peut teindre cette étoffe en pièce, car trempée dans l'eau elle perd toute sa consistance.

On emploie la soie artificielle pour la passementerie et les tissus d'ameublements; elle ne retient pas la poussière. On en fait aussi des tissus avec impression sur chaîne; le dessin paraît des deux côtés car cette soie est très transparente.

Nous parlerons ultérieurement des soies artificielles au Cuivre et à la Viscose.

A. GIRET.

Exportateur en tissus.

LE TRACÉ ET LA TAILLE DES ENGRENAGES

Par M. F. BOULLIE

Les besoins croissants de la mécanique actuelle ont obligé les constructeurs à remplacer les engrenages bruts de fonderie par des engrenages taillés.

Sans parler de l'industrie automobile, dont la clientèle exige des engrenages fonctionnant absolument sans bruit, les machines, de plus en plus perfectionnées, servant aux industries les plus diverses, possèdent des engrenages devant avoir un rendement élevé, en raison de la complication de leurs mécanismes.

Il est évident que la denture de meilleur rendement sera celle qui exigera le moins de frottements. A priori, il semble que l'épicycloïde est la courbe la plus naturelle à donner aux dentures, puisque le roulement d'un pignon sur une roue est un mouvement épicycloïdal.

Cependant, diverses considérations ont fait rejeter cette forme de denture.

La principale était l'obligation de faire un outillage spécial pour chaque cas; en effet, la forme des dents, pour un engrenage donné, change naturellement, suivant le diamètre, et par conséquent le nombre de dents de l'engrenage conjugué.

D'autre part, le tracé en épicycloïde exige, d'après son

principe, une distance d'entraxes rigoureuse entre deux engrenages, ainsi qu'un profil absolument exact, sous peine de renoncer à tout l'avantage du système.

Le tracé en développante de cercle présente, par contre, de tels avantages, qu'il est maintenant adopté dans la pratique, à l'exclusion de tout autre.

Dans ce tracé, les flancs de la dent sont constitués par des développantes construites sur les cercles, appelés cercles générateurs, tangents à une droite, passant par le point de contact des cercles primitifs, et inclinée d'un certain angle. Nous savons, par définition, que la développante de cercle est la trace laissée par l'extrémité d'un fil se déroulant autour d'un cylindre, en restant toujours tendu.

Dans ce système, nous avons d'abord un avantage, d'ordre purement cinématique :

La distance séparant les axes de deux engrenages donnés peut varier légèrement, sans que les profils aient besoin d'être changés ; toutefois l'angle de pression est modifié.

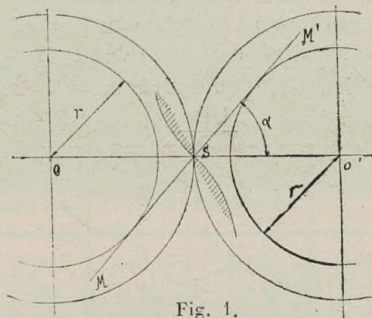


Fig. 1.

En effet, observons les deux roues de centres O et O' ; nous savons que leurs dentures sont déterminées par les développantes de cercle décrites par le point A de la droite MM', inclinée d'un angle donné α , appelé angle de pression.

Il est évident que si nous reculons les deux centres O et O', sans changer les rayons r et r' , la courbe en développante sera la même, puisque le cercle générateur ne change pas.

Seul l'angle α sera modifié.

Une autre considération, d'une importance capitale, est l'interchangeabilité, c'est-à-dire qu'une roue, dont la denture est à profil de développante, peut marcher avec une roue, ou

un pignon, de n'importe quel nombre de dents, pourvu que le pas et l'angle de pression soient les mêmes. Il est inutile d'insister sur l'avantage qu'il y a, à pouvoir tailler une roue sans avoir à tenir compte de celle qui marchera avec.

Enfin, le besoin de plus en plus grand d'approcher de la perfection, a amené les constructeurs à créer des machines, pouvant engendrer automatiquement les profils de denture, c'est-à-dire, à supprimer les gabarits, calibres, etc., dont la forme ne peut être qu'approximative. Or, le tracé en développante de cercle, seul, peut être engendré cinématiquement par une machine, du moins d'une façon pratique. Du reste, nous étudierons cette question en parlant des procédés de taillage.

Le principe du tracé étant arrêté, il restait à déterminer les dimensions de hauteur des dents.

Ces dimensions étant arbitraires, on s'est arrêté à un système permettant un calcul rapide des cotes d'un engrenage, et qui donne une denture relativement peu haute, permettant ainsi un effort plus grand pour une même épaisseur de dents, par rapport aux anciens tracés.

Voici les caractéristiques de ce système :

Le pas circonférentiel P étant égal à

$$\frac{DP \cdot \pi}{N},$$

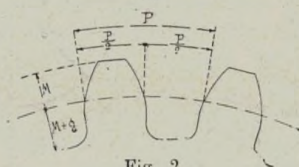


Fig. 2.

DP , étant le diamètre primitif en millimètres de l'engrenage considéré, et N le nombre de dents, on a cherché à éliminer la constante π , on a ainsi obtenu un nombre égal à $\frac{DP}{N}$ que l'on a appelé module.

Ce module, naturellement, est égal à $= \frac{P}{\pi}$.

On a alors donné à la hauteur de la tête de la dent h une valeur en millimètres égale au module. De cette façon le calcul des diamètres d'un engrenage est réduit à sa plus simple expression.

En effet, on a (M étant le module et N le nombre des dents)
 $DP. = M \times N$ et $Diam. \text{ extérieur} = M (N + 2)$.

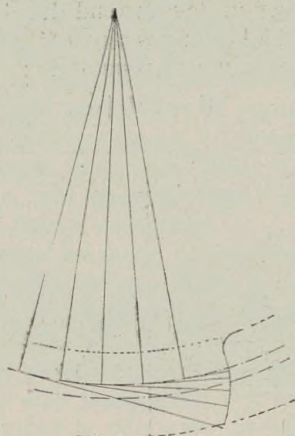


Fig. 3.

On voit que, d'après ce système, on a intérêt à employer un module sans décimales.

Nous donnons, ci-contre, quelques pas circonférentiels en fonction du module :

MODULE	PAS CIRCONFÉRENTIEL	MODULE	PAS CIRCONFÉRENTIEL	MODULE	PAS CIRCONFÉRENTIEL
1.00	3.14	4.00	12.57	7.00	22.00
1.25	3.93	4.25	13.35	7.25	22.77
1.50	4.71	4.50	14.14	7.50	23.56
1.75	5.50	4.75	14.92	7.75	24.35
2.00	6.28	5.00	15.71	8.00	25.13
2.25	7.07	5.25	16.50	8.25	25.92
2.50	7.85	5.50	17.28	8.50	26.70
2.75	8.64	5.75	18.06	8.75	27.49
3.00	9.42	6.00	18.85	9.00	28.27
3.25	10.21	6.25	19.63	9.25	29.06
3.50	11.00	6.50	20.42	9.50	29.84
3.75	11.78	6.75	21.20	9.75	30.63
				10.00	31.41

La hauteur totale théorique de la dent devrait donc être égale à $2M$; cependant, pour le bon fonctionnement, il a été nécessaire de laisser un jeu au fond des dents. Ce jeu a été fixé arbitrairement à $\frac{1}{20}$ du pas circonférentiel.

Si nous l'appelons g , nous avons donc :

$$H = 2M + g$$

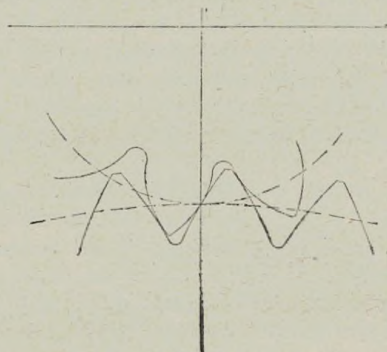


Fig. 4.

Toutes ces cotes étant obtenues, nous tracerons notre épure de la façon suivante :

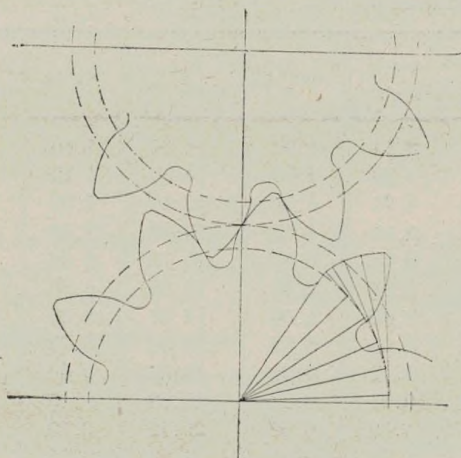


Fig. 5.

Tracer les cercles primitifs d'échanfrinement et d'évidement

et un cercle générateur tangent à la droite MN inclinée à 75° (angle le plus couramment employé). Construire sur ce cercle une développante de cercle allant jusqu'au cercle d'échanfrinement. A l'intérieur du cercle générateur, la courbe se prolonge par une droite concourant au centre, puis se raccorde au cercle d'évidement par un arc de rayon égal au sixième de l'ouverture D. (Cette cote est arbitraire, et a été déterminée par la pratique, de façon à laisser le pied de la dent le plus épais possible, tout en permettant le passage de l'extrémité de la dent de l'autre engrenage.)

Nous avons supposé un angle de pression de 75° , qui est le plus communément employé. Mais, pour des pignons de moins de 18 dents, la dent se trouve étranglée à la base, et en dessous de 12 dents, cette forme n'est plus utilisable. Il est alors nécessaire de modifier l'angle de pression. Dans certains cas, cet angle peut aller jusqu'à 60° .

Ce tracé est employé le plus souvent dans les engrenages droits de différentiel des voitures automobiles, où l'on est obligé d'avoir des pignons de 8 ou 9 dents, et qui ont à supporter de grands efforts, et où il est donc nécessaire d'avoir une dent épaisse à la base.

Cependant ce tracé présente un grave inconvénient; c'est d'augmenter considérablement la poussée sur les axes.

Pour obvier à cet inconvénient, on a alors recours à un artifice dont l'épure ci-dessous dispense de plus amples explications.

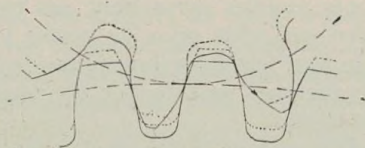


Fig. 6.

Dans ce tracé, qui est le même que celui de la *fig. 3*, on a tout simplement déplacé les cercles d'échanfrinement et d'évidement, de façon à conserver toute l'épaisseur au pied des dents du pignon, alors que celles de la roue, en raison de son grand nombre de dents, sont toujours assez épaisses.

Ce procédé n'a qu'un inconvénient : c'est qu'il exige un outillage spécial dans chaque cas.

Nous étudierons, dans un prochain article, les divers procédés de taillage.

LES PONTS EN HOLLANDE

Si l'on voulait rencontrer, réunis en un point de notre Europe, les plus hardis et les plus grandioses travaux d'art dus à la science de l'Ingénieur de travaux publics, on penserait assez peu à diriger ses pas vers la région, géométriquement plate et monotone des Pays-Bas, dont l'altitude du sol est parfois inférieure à celle de la mer.

Pourtant, la construction de digues gigantesques protégeant l'intérieur des terres a permis aux habitants de dire : « Dieu a fait la mer et nous les côtes » ; des canaux ont été creusés en tous sens, barrés d'écluses, dont les sas de certaines d'entre elles ne refusent pas l'hospitalité aux nefs les plus vastes. La multitude même des canaux a provoqué la création de ponts mobiles permettant aux routes terrestres de se poursuivre sans gêne pour les routes liquides. Enfin, pour franchir de pied ferme les larges bras de la Meuse et du Rhin, et même quelques bras de mer, des ponts de longueur inusitée ont été établis.

Je voudrais dire quelques mots sur les ponts, intéressants à plus d'un titre, des Pays-Bas.

Les ponts fixes, de faible portée, à peu près exclusivement particuliers aux villes, ne présentent pas de particularité, si ce n'est par leur fondation que des pilotis constituent ; ils franchissent des rivières non canalisées et des canaux non affectés au transport.

Les ponts mobiles se rapportent à deux types distincts : les ponts levants et les ponts tournants.

Les ponts levants sont d'origine ancienne et plusieurs d'entre eux sont de construction antérieure au ^{xvii}^e siècle. Ils ont, en général, moins de 6 m. de portée, comprenant un ou deux tabliers articulés aux rives, chacun équilibré par un cadre aérien qui lui est constamment parallèle au cours d'une manœuvre. Le fonctionnement en est comparable à celui des ponts-levis des vieux châteaux-forts; un homme suffit, par tablier, à assurer l'ouverture ou la fermeture du système. De nos jours encore, des ponts levants, d'un tel modèle, sont construits au-dessus des canaux de faible importance; et l'aspect de leurs lignes archaïques n'est pas un des moindres charmes du pays.

Les ponts levants de portée supérieure à 6 mètres sont manœuvrés par pignons et secteurs dentés; le cadre d'équilibrage, d'aérien, devient souterrain. Pourtant, avec deux tabliers, ces ponts ne dépassent guère 10 mètres de portée.

Aux grandes portées sont réservés les ponts tournants, dont l'introduction est moderne.

Le plus souvent, les ponts tournants sont à tablier unique, dont le pivot voisine une des rives; ce tablier, ainsi en porte-à-faux, est équilibré par une masselotte le prolongeant au-delà de son axe de rotation. Moins fréquemment, le tablier pivote par son milieu, sur une pile située au milieu des eaux; cette disposition est spéciale aux grandes distances à franchir et, presque toujours, cette partie mobile sert de liaison à deux tronçons fixes. Pendant la manœuvre, ces ponts reposent sur un pot à huile sous pression où se trouve le pivot; au repos, un système de calage reporte le poids de la masse sur les rives par les abouts du tablier. Le déplacement d'un pont tournant s'effectue, même pour les plus longs, par deux hommes au plus, et la durée n'en dépasse pas 3 minutes.

En raison de l'intensité de la navigation dans les Pays-Bas, des ponts mobiles sont fréquemment mis à contribution, et, dans les villes, c'est la terreur des gens pressés. Il n'est pas rare, au cours d'une promenade, de trouver tous les ponts ouverts sur son trajet; heureusement, l'attente est-elle trompée par le défilé des remorqueurs et des gabares, toujours attrayant.

La manœuvre des ponts mobiles n'est pas gratuite: elle a lieu sur appel de sifflet à vapeur des bateaux, et le coût en

est déposé au passage dans une poche que tient, au bout d'une ligne, un pontonnier. Toutefois, lorsqu'un pont mobile est emprunté par une voie ferrée, l'ouverture n'en a lieu qu'à des heures déterminées par le mouvement des trains, et le tablier se raccorde aux parties fixes par un verrouillage dont dépendent les signaux de la voie.

Parmi les ponts à longue portée, avec ou sans partie mobile, construits dans la région; celui du Hollandsch-Diep est particulièrement remarquable. Le Hollandsch-Diep est un bras de mer, large de 2.640 mètres, qui fut formé, en 1421, à la suite d'une inondation où plus de 70 villages et 100.000 habitants furent engloutis. Au moyen de digues en pierre, la distance à franchir fut réduite à 1432 mètres. Le pont du Hollandsch-Diep, construit de 1868 à 1891, comprend 14 arches; ces arches reposent sur des piles dont les fondations descendent, pour certaines, à près de 20 mètres au-dessous du niveau des plus basses eaux. A distance, l'aspect de ce travail est véritablement grandiose, et justifie d'une hardiesse que l'on croirait assez peu particulière aux Pays Bas, ainsi que je l'ai écrit en commençant.

E. D.

INTERMÉDIAIRE PROFESSIONNEL

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 d'agents techniques, d'instruction pratique garantie par les certificats et Diplômes du Conservatoire.

Les membres titulaires de l'Association ont, seuls, droit de réponse à ces offres, et ce par l'intermédiaire du Président.

Demandes d'Emplois

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

La correspondance relative à l'Intermédiaire professionnel devra être adressée au Président de l'Association.

BIBLIOGRAPHIE

Les inventions industrielles à réaliser, recueil de 650 questions à résoudre pour répondre aux besoins actuels de l'industrie, par Hugo Michel, ingénieur de l'Office allemand des brevets, traduit de l'allemand par Louis Duvinage, ingénieur civil. Deuxième édition française, in-8° de 42 pages. Dunod et Pinat, Paris. Prix : 2 francs.

Le succès de la 1^{re} édition de ce recueil original a déterminé son auteur à en poursuivre l'élaboration, et, cette fois, plus de 125 questions nouvelles ont été ajoutées. Nul doute que les problèmes posés ne trouvent tous leurs OEdipes, car une partie en a déjà été solutionnée; et les découvertes réalisées chaque jour dans les sciences facilitent à mesure le travail. Cet ouvrage se recommande à la pléiade des inventeurs, dont les recherches ne sont le plus souvent malheureuses que pour avoir été mal orientées.

Manuel de l'ouvrier tourneur et fileteur, par Joanny Lombard, chef d'atelier à l'Ecole nationale d'Arts-et-Métiers de Lille. Deuxième édition, in-8° de 232 p. Dunod et Pinat. Prix : 4 fr. 50.

Ce livre, que les ouvriers et contremaîtres tourneurs posséderont, comprend :

- 1° Un rappel de mathématiques touchant les calculs à effectuer;
- 2° Une description du tour et de ses outils, pour les types usuels;
- 3° Un exposé raisonné des calculs se rapportant aux trains d'engrenages.

La conception éminemment pratique de cet ouvrage a été justifiée déjà par la faveur de sa première édition. Dans la nouvelle, des additions ont été apportées concernant le système de filetage S.I., le tracé des engrenages par le système des pas diamétraux, etc.

Analyse chimique industrielle, ouvrage publié sous la direction de G. Lunge, professeur au Polytechnicum de Zurich, traduit de l'allemand par E. Campagne. Ingénieur-chimiste.

Deuxième volume : *Industries organiques*, in-8° de 904 pages.
Dunod et Pinat. Prix, 29 fr. 50.

L'ensemble des travaux réunis et publiés par G. Lunge est connu sous le titre de *Chemischtechnische Untersuchungsmethoden*; il comprend trois volumes et plus de 3.000 pages. Le traité d'analyse chimique industrielle, dont le second et dernier ouvrage vient de paraître est un extrait de ce travail.

L'édition allemande a été accueillie avec un vif empressement et il n'est pas en Allemagne de laboratoire industriel qui n'en ait tiré le plus grand profit. Ce traité étant le fruit d'expériences multiples, est conçu dans une forme pratique d'où la précision est loin d'être exclue; chacune des méthodes qui y sont décrites suivent les travaux les plus récents, et chaque industrie est représentée par un ingénieur spécialiste : huiles et corps gras, caoutchouc, huiles essentielles, amidon, cuir, papier, encres, acides tartriques et citriques, matières colorantes organiques artificielles et naturelles.



Le Gérant : G. DELAUBE.

Paris. — Imprimerie nouvelle (Association ouvrière), 11, rue Cadet,
A. Mangeot, directeur. — 2271-8.

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVETS D'INVENTION

N° 390.100.

Tissage

*Rouleau d'ensouple pour larges métiers applicables
sur barres carrées*

Ce rouleau d'ensouple est caractérisé par :

1° Un premier plateau fixe rendu solidaire du tube ou rouleau creux au moyen de boulons qui traversent une culasse intérieure à trou carré pour le passage de la barre carrée du métier, fixée au dit tube par des boulons à tête fraisée noyée dans son épaisseur ;

2° Un second plateau, dit mobile, rendu solidaire du tube au moyen d'un boulon qui serre en même temps le tube, le collet et un taquet voyageur à l'intérieur duquel se loge la tête carrée du boulon et permet de placer le plateau à l'endroit voulu sur la longueur du tube ;

3° Une culasse du côté du plateau mobile à trou carré pour le passage de la barre carrée du métier, fixée à l'intérieur du tube par 4 boulons à tête fraisée logée dans l'épaisseur du dit tube, pourvue d'un passage pour le taquet mobile et d'un trou pour le passage du boulon de serrage ;

4° Un taquet mobile dans lequel se loge la tête du boulon de serrage, muni d'une gorge pour loger l'extrémité de la baguette et permettant au plateau d'être fixé à l'endroit voulu sur le parcours du tube.

N° 390.097.

Transport sur routes

Dispositif de commande pour véhicules automobiles

Un dispositif de commande, pour véhicules automobiles, dans lequel un plateau à friction qui est muni d'une vis sans fin peut coulisser verticalement, et est commandé par une poulie à friction qui peut coulisser longitudinalement sur ce plateau, caractérisé en ce que le pas de la vis est choisi assez rapide pour que la vis, et avec elle le plateau à friction, puissent coulisser axialement en tournant, sous l'influence d'un effort exercé axialement.

N° 390.063.

Arts industriels

*Produit nouveau constitué par application de broderie
sur métal ajouré ou découpé*

L'invention consiste en un produit nouveau résultant de l'ap-

plication de broderie ordinaire sur métal ajouré ou découpé, tissu ou toile métallique, etc., ce produit pouvant être employé à la constitution d'objets quelconques.

N° 390.066.

Mines et Métallurgie

Marteau à vapeur ou à fluides sous pression.

L'invention consiste en un marteau à vapeur ou autre fluide sous pression, actionné facultativement d'une manière automatique et à la main, caractérisé par la combinaison avec un levier de commande articulé à la tête du marteau et à la soupape servant à distribuer le fluide moteur aux extrémités respectives du cylindre actif, et avec un levier pour régler la dite soupape à la main, d'un levier flottant articulé en un point intermédiaire de la longueur à la tige de la dite soupape, d'un manchon de guidage du levier de commande ayant son point d'appui en un point fixe et des bielles reliant les extrémités opposées du levier flottant au manchon de guidage et au levier de réglage respectivement; l'invention étant caractérisée en outre par l'emploi d'un dispositif pour mener à volonté le point d'appui du manchon de guidage pour le levier de commande à coïncider axialement avec la relation à pivot entre le dit manchon et la bielle permettant de l'accoupler au levier flottant.

N° 390.095.

Instruments de précision

Appareil de contrôle de l'essence

1° Cet appareil de contrôle pour l'essence avec un réservoir à essence sous pression, est caractérisé en ce que la communication entre le compteur à essence et le réservoir à essence est fermée hermétiquement;

2° Une forme d'exécution est caractérisée en ce que la corde, etc., qui transmet le mouvement du flotteur au compteur passe à travers des organes qui empêchent l'arrivée de l'essence au compteur, même sous une forte pression.

N° 390.011.

Machine

Manivelle de sûreté pour la mise en marche des moteurs à explosion

L'invention comprend :

Un système de manivelle de sûreté pour la mise en marche des moteurs à explosion, dans lequel le moyeu porte des dents hélicoïdales dans lesquelles prennent des goujons solidaires d'une rondelle qui ne peut tourner, mais peut se déplacer axialement sur le châssis de la machine, en sorte que, dans le cas d'une rotation en retour de la manivelle, les dents prennent sur les goujons et s'écartent du châssis en débrayant ainsi la manivelle du vilebrequin du moteur.

Avis aux Sociétaires

Dans sa réunion, du 28 octobre 1908, le Comité de l'Association a décidé d'ajourner le commencement de la publication autographique des Cours du Conservatoire au début de l'année scolaire 1909-1910.

Cette décision a dû être prise en présence de la multiplicité des travaux incombant actuellement au Comité, et qui, pour être menés à bonne fin, ne peuvent être abordés simultanément.

L'édition du *Bulletin* mensuel, maintenant commencée, nécessitera encore, durant quelques mois, tous les efforts du Comité, afin que sa publication périodique ne puisse souffrir aucun retard, et que sa rédaction puisse se poursuivre avec un intérêt croissant. Le Comité s'adresse, à cette occasion, aux Sociétaires, les priant de vouloir bien adresser les communications techniques qu'ils auraient à faire au Gérant du *Bulletin*; elles seront insérées, et leurs auteurs pourront ainsi faire connaître la mesure de leur capacité dans les milieux industriels où se répandra notre périodique.

D'autre part, le développement qu'il convient de donner à l'*Intermédiaire professionnel* exigera, au début, des échanges de correspondance, et de nombreuses démarches, jusqu'à ce que la parfaite régularité de son fonctionnement soit acquise.

Enfin, le Comité doit, en outre, préparer les cours auxiliaires et les excursions techniques qui suivront l'année scolaire.

Dans ces conditions, il aurait été, dans une certaine mesure, imprudent d'aborder, dès maintenant, le travail considérable de la publication des Cours. Au contraire, au début de l'année prochaine, le service du *Bulletin* et de l'*Intermédiaire*, définitivement organisé, fonctionnera normalement, et le Comité pourra dès lors consacrer tout son labeur à l'édition en question, dont le besoin est passé maintenant de l'utile à l'indispensable.

Pendant l'interruption des Cours, occasionnée par les fêtes de Noël et du Jour de l'An, une Assemblée générale aura lieu.

Les Sociétaires qui, ayant souscrit à la publication autographique, n'auraient pas encore été remboursés, sont priés d'en faire la réclamation sans retard.

LA RADIOACTIVITE

Ayant dirigé, depuis 1899, tous les travaux d'extraction des sels radioactifs des résidus de pechblende, tant pour M. et M^{me} Curie que pour la vente, dans les usines de la Société centrale de produits chimiques, je me propose d'indiquer très rapidement les propriétés intéressantes de ces sels.

C'est en 1896 que M. Becquerel constata que les sels d'urane émettaient des rayons analogues aux rayons X impressionnant les plaques photographiques. Il montra que ces sels étaient d'autant plus radioactifs que la quantité d'uranium était plus grande. M^{me} Curie ayant étudié, grâce à une méthode inventée par M. Curie, divers morceaux contenant de l'uranium, constata que les morceaux avaient en général une activité plus grande que leur teneur de métal uranium ne semblait l'indiquer, cette radioactivité provenait de plusieurs métaux : polonium, radium, actinium.

Le traitement industriel fut poursuivi sur les résidus de pechblende provenant de Joachimsthal (Bohême) d'où l'uranium est déjà retiré ; au début, il fallait 10 tonnes de produits chimiques et 50 tonnes d'eau de lavage pour extraire environ 0 gr. 2 de bromure de radium d'une tonne de résidus.

Les sels de radium sont bien déterminés ; le radium possède un poids atomique de 225, d'après M^{me} Curie, et des raies caractéristiques, d'après M. Demarcey.

Les propriétés énergétiques des sels de radium ont pour source la décomposition même du radium. On semble croire que la matière est une et que l'uranium, ayant un poids atomique de 240, se dégrade en plusieurs milliers d'années et finit par former le radium, poids atomique 225; le radium se décompose et donne naissance à un gaz dit *emanation*, sur lequel nous aurons l'occasion de revenir, à de l'hélium, poids atomique 4, et à une série de corps dont le dernier connu semble être le plomb, 206,5; on a constaté la radioactivité du plomb. Dans cette décomposition, une grande quantité d'énergie est mise en liberté, particulièrement sous forme calorifique; un gramme de radium dégage (d'après Curie et Laborde, 1903) une quantité de chaleur égale à 100 calories-grammes (l'expérience est faite au calorimètre de Bunsen).

Cette quantité de chaleur, calculée pour l'année, est de 870.000 calories-grammes, soit 870 grandes calories; si on admet, d'après Rutherford, que la vie moyenne du radium est de 3,000 ans, on voit que la quantité de chaleur dégagée au cours de sa vie, pour 1 gramme de radium, est de 2,610,000 calories; on se rend compte de la quantité formidable de chaleur que dégagerait 1 gramme de radium si on pouvait le décomposer instantanément; si on rapporte cette quantité de chaleur à 1 k., on voit que la quantité de chaleur est de 26×10^8 calories; si on admet 8,000 pour chaleur spécifique du kgr de houille, cela correspond à la chaleur produite par la combustion de 325 tonnes de houille; en prenant 425 pour l'équivalent mécanique de la chaleur, cela correspond à 138.125,000 kgm., soit 1,841,000 chevaux-vapeurs!

Parmi les phénomènes produits au cours de cette décomposition, on peut remarquer le rayonnement radioactif que l'on a tout d'abord observé; le rayonnement est complexe: il comprend des rayons d'origine corpusculaire chargés d'électricité positive, dits rayons α , analogues aux rayons canaux de l'ampoule de Crookes, et des rayons également corpusculaires chargés négativement, dits rayons β , analogues aux rayons cathodiques, enfin des rayons dits γ analogues aux rayons X.

On observe les mêmes phénomènes que ceux produits par les rayons cathodiques et les rayons X.

Le platinocyanure devient phosphorescent, ainsi que le

sulfure de zinc, le sulfure de calcium ; l'air est rendu conducteur, les diélectriques liquides, tels que l'huile de vaseline et l'éther de pétrole, deviennent conducteurs ; on peut faire des radiographies un peu floues, car les objets interposés produisent sous le choc des rayons une radiation secondaire, qui trouble le phénomène primaire. Le verre est coloré par l'action du rayonnement en une teinte violette persistante.

Le radium produit des actions physiologiques intenses qui ont pu être utilisées en médecine ; le rayonnement agit sur les nerfs présidant à la nutrition des cellules épithéliales ; ce traitement a été utilement effectué contre le lupus et le cancer superficiel de la langue ou des lèvres. Les taches de vin disparaissent rapidement sous l'action du rayonnement.

La propriété la plus importante du radium est le dégagement d'une sorte de gaz aux propriétés radioactives, de l'« émanation » communiquant la propriété radioactive aux corps voisins et surtout à ceux qui sont enfermés dans la même enceinte.

Le radium en solution dégage beaucoup plus d'émanation que de rayonnement ; quand on dessèche le sel, ce dernier est au début peu radioactif, mais peu à peu l'émanation s'accumulant à l'intérieur finit par produire un rayonnement grandissant.

L'émanation se détruit de moitié en quatre jours ; elle a été utilisée pour illuminer des ballons ou des tubes contenant du sulfure de zinc.

La radioactivité est une propriété générale que l'on observe, non seulement dans le sol, et on attribue la chaleur terrestre à la décomposition radioactive, mais encore dans les eaux médicales qui lui doivent une partie de leurs propriétés curatives, enfin dans l'atmosphère, la radioactivité vient du sol et du soleil ; son étude se poursuit et peut-être sera-t-il possible de connaître les causes des variations de l'électricité atmosphérique, par suite la prédiction du temps ; cela sera avec la détermination du degré géothermique les deux conquêtes modernes de la science que pourra revendiquer la radioactivité.

Paul BESSON,

Ingénieur des Arts et Manufactures,
Membre du Comité de la Société des Ingénieurs civils
de France.

LA MESURE DU TEMPS PAR LE PENDULE ÉLECTRIQUE

par M. HENRI CHRÉTIEN.

M. H. Chrétien, actuellement en déplacement à Pulkovo (Russie), n'a pu nous faire parvenir la suite de sa savante étude suffisamment à temps pour que l'insertion en ait lieu au présent *Bulletin*; la teneur en sera donc reportée au *Bulletin* de décembre.

L'ASSURANCE AUTOMOBILE

L'automobile étant devenue, en France, un moyen de transport courant, mais son extension entraînant, parallèlement à son progrès, un fâcheux accroissement du nombre des accidents, il nous semble utile d'exposer de quelle façon l'automobiliste est à même de se préserver, au moins pécuniairement, des dommages susceptibles de lui incomber, tant à son point de vue personnel qu'à celui de sa responsabilité civile.

C'est dans une nouvelle forme d'assurance que nous trouvons des éléments permettant de couvrir le risque né de l'automobile.

L'assurance, en général, est une convention, par laquelle une des parties contractantes se charge de couvrir, suivant des conditions déterminées, les risques d'un événement fortuit auquel l'autre partie est exposée; et elle s'oblige à l'indemniser des dommages ainsi éprouvés.

Le sinistre est l'événement du risque encouru; il fait naître la responsabilité de l'assureur. Ce mot désigne aussi la perte conséquente à l'événement.

Le coût de l'assurance, c'est-à-dire la somme que l'assuré s'oblige à payer à l'assureur pour prix de sa garantie, est désigné sous la dénomination de prime, cotisation ou annuité.

Toute personne susceptible de contracter, peut faire assurer non seulement les choses qui sont sa propriété, mais encore les pertes et dommages qu'elle peut éprouver par suite d'un dommage causé à autrui, dont elle est exposée, en cas de sinistre, à être déclarée responsable.

L'assurance est un moyen de conserver, non d'acquérir; elle ne peut être une cause de bénéfice pour l'assuré. C'est là un principe fondamental en matière d'assurance, un principe d'ordre public.

L'acte qui constate une convention d'assurance, et que l'on désigne sous le nom de Police, peut se diviser en deux parties bien distinctes : Conditions générales et Conditions particulières.

Le nombre des Sociétés qui assurent le risque automobile est encore relativement restreint. D'autre part, le caractère pris par cette assurance jusqu'ici est à peu près uniforme.

Les conditions générales sont à peu près communes à toutes les Compagnies; nous en extrairons les passages principaux :

Les Compagnies assurent contre l'incendie, lors même qu'il est occasionné par le feu du ciel, et contre l'explosion de l'automobile :

a) Le risque direct, c'est-à-dire les dégâts matériels survenus à l'automobile ou à ses accessoires, et aux effets ou objets soit de l'assuré soit des personnes voyageant avec lui.

b) Le recours des tiers, c'est-à-dire les responsabilités qui peuvent incomber à l'assuré : envers les propriétaires des constructions dans lesquelles pourrait se trouver l'automobile, ou envers les voisins, aux termes des articles 1733, 1734, 1735, 1382, 1383, 1384 et 1386 du Code civil.

L'assurance, soit pour le risque direct, soit pour les responsabilités, porte sur l'automobile désignée ou décrite sous les conditions particulières de la police, à l'exclusion de tous autres véhicules; elle n'a d'effet que si cette automobile est conduite par une personne munie d'un permis de conduire.

Dans aucun cas, les garanties des Compagnies ne portent

sur une automobile comportant un système d'allumage par brûleur.

Les dommages causés aux effets et objets, soit de l'assuré, soit des personnes voyageant avec lui ne sont garantis qu'autant qu'ils ont été causés par l'incendie ou l'explosion de l'automobile.

La garantie des responsabilités est strictement limitée aux dégâts matériels, aux biens immeubles ou meubles; cette garantie doit être expressément stipulée, et fait généralement l'objet d'une prime spéciale.

La Police d'assurance est rédigée d'après les déclarations de l'assuré. L'assuré doit déclarer, et faire mentionner dans la police, sous peine de n'avoir droit, en cas de sinistre, à aucune indemnité, s'il est propriétaire absolu, propriétaire indivis, locataire, dépositaire, mandataire, et généralement en quelle qualité il agit.

Un sinistre étant survenu l'assuré doit, sous peine de déchéance :

a) Aviser immédiatement sa Compagnie par une déclaration écrite indiquant les causes et circonstances du sinistre, l'étendue approximative du dommage, et le nom et le domicile des témoins du sinistre;

b) Fournir, dans un délai maximum de quinze jours, un état détaillé et estimatif des objets atteints et sauvés.

Les Compagnies ne doivent indemniser que du dommage réel, à dire d'experts, et d'après la valeur vénale, au jour du sinistre, de l'automobile assurée.

Si la valeur des objets assurés, pour le risque direct, dépasse la somme garantie sur lesdits objets, l'assuré est son propre assureur pour l'excédent, et supporte sa part des dommages au centime le franc.

L'assuré doit justifier de la qualité en laquelle il agit, et de la valeur des objets, sans pouvoir invoquer comme présomption les énonciations de la police.

L'assuré ne peut délaisser le sauvetage.

L'assurance des responsabilités est basée sur la valeur vénale de l'automobile assurée. Si l'assuré a fait garantir une somme égale à la valeur vénale de l'automobile assurée, les Compagnies répondent à sa place du dommage jusqu'à concurrence de la somme assurée. S'il n'a fait assurer qu'une

somme moindre, les Compagnies ne répondent du dommage que dans la proportion existant entre la somme assurée et la valeur vénale de l'automobile sinistrée; l'assuré reste son propre assureur pour l'excédent.

Toute action en paiement d'indemnité est prescrite à l'expiration d'un délai de six mois, à compter du jour du sinistre ou de la clôture de l'expertise; cette prescription ne peut être interrompue que par une demande en justice.

Voici à peu près esquissé dans ses grandes lignes ce mode d'assurance.

Quant à la prime, il ne nous est guère possible de la préciser, car elle varie proportionnellement au risque, qui peut être excessif chez les uns, les autres n'en courant presque pas. Cette variation existe tant dans les sociétés à primes fixes que dans les sociétés mutuelles.

E. SCHIRCH,

Lauréat du Conservatoire des Arts et Métiers.

LE TRACÉ ET LA TAILLE DES ENGRENAGES

Par M. F. BOULLIE

SUITE (1)

Nous avons, dans un précédent article, déterminé le tracé de la denture en développante de cercle, seul employé en dehors de quelques cas spéciaux. Il nous faut maintenant appliquer ce tracé.

Nous nous occuperons d'abord des engrenages cylindriques.

Le moyen paraissant le plus simple, et qui, d'ailleurs, est depuis longtemps le plus communément employé, consiste à

(1) Voir le Bulletin, n° 1.

diviser la roue à tailler (préalablement montée sur un appareil *ad hoc*) à l'aide d'une fraise de forme, d'un profil exactement pareil à celui d'un vide.

De quels moyens disposons-nous pour construire une fraise de forme?

Nous pouvons d'abord constituer une fraise à petite denture (*fig 1*), galbée, d'après un calibre à grande échelle, par

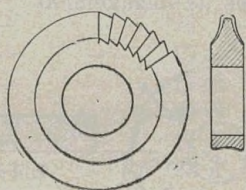


Fig. 1

l'intermédiaire d'un pantographe réducteur atténuant ainsi les imperfections de l'épure, faite à la main, et de la confection du calibre. Mais cette fraise doit être affûtée à nouveau avec ce même calibre, et son emploi est assez onéreux. Ce genre de fraise ne peut donc être employé qu'à des travaux peu importants.

Pour des travaux de longue haleine, nous trouvons avantage à employer une fraise de forme à profil constant (*fig 2*);

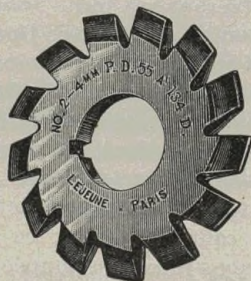


Fig. 2.

dans ce type, les dents sont toutes dépouillées également, et de façon telle qu'après affûtage chaque coupe se trouve à égale distance du centre ; le profil final reste rigoureusement pareil au profil primitif.

On obtient ce dépouillement par une machine particulière, appelée tour à dépouiller les fraises, dont nous allons exposer le principe.

La fraise à dépouiller, dans laquelle on aura pratiqué au préalable des encoches de dégagement : ABC (*fig 3*), sera

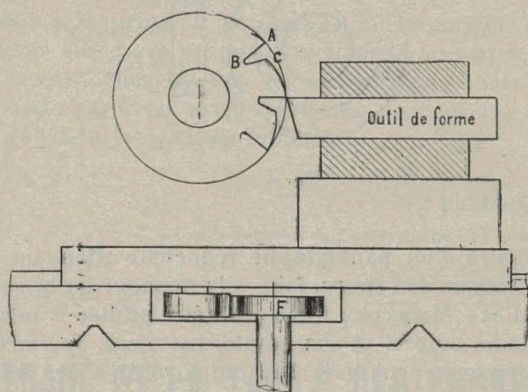


Fig. 3.

montée sur un mandrin, fixé à l'arbre de la poupée du tour. Sur le chariot, nous fixerons un outil dont la forme représentera le profil à obtenir sur la fraise. Durant la rotation de cette fraise, le chariot sera animé d'un mouvement rectiligne perpendiculaire à l'axe du tour par l'action d'une came F, d'un profil approprié à l'importance de la dépouille. Lorsque l'outil atteindra le fond d'une dent, un ressort provoquera le retour rapide du chariot ; le chariot devra exécuter ce mouvement durant chaque révolution complète de la fraise un nombre de fois égal à celui des dents ; ce résultat s'obtient par un train d'engrenages reliant la poupée à la came.

Nous obtenons ainsi une fraise pouvant être employée sans déformation jusqu'à usure presque complète.

On taille, par ce procédé, toutes les sortes de roues droites, quoique avec un outillage assez restreint.

La pratique détermine que, pour la taille d'une collection complète de roues dentées de même pas, un jeu de 15 fraises décomposé ci-dessous, suffirait :

1 fraise pour roues de 12 dents				
1	—	—	13	—
1	—	—	14	—
1	—	—	15 et 16	dents
1	—	—	17 et 18	—
1	—	—	19 et 20	—
1	—	—	21 à 23	—
1	—	—	23 à 25	—
1	—	—	26 à 29	—
1	—	—	30 à 34	—
1	—	—	35 à 41	—
1	—	—	42 à 54	—
1	—	—	55 à 79	—
1	—	—	80 à 134	—
1	—	—	135 dents et plus,	
jusqu'à la crémaillère				

Toutefois, ce procédé pêche par la base, car, pour obtenir de telles fraises, il a fallu tracer des épures qui, malgré le soin qu'on y apporte, sont pourtant approximatives. Si ce procédé satisfait aux engrenages d'assez grandes dimensions de vitesse tangentielle relativement faible, il n'est plus applicable aux engrenages de vitesse angulaire élevée, dont après la solidité, la douceur de roulement est une qualité indispensable : tels que les engrenages d'automobiles.

On a été ainsi amené à la création de machines réalisant cinématiquement la forme de la dent spéciale à chaque cas. Actuellement, deux systèmes donnent ce résultat d'une façon pratique.

Le premier, dit *à la vis mère*, a été imaginé par M. Godinot. Il s'appuie sur ce principe que les dents d'une crémaillère, engrenant avec celles d'une roue où le tracé par développante

A cause de la similitude des triangles ASM et $A_1S_1M_1$, on a la relation

$$\frac{A_1S_1}{AS} = \frac{A_1M_1}{AM},$$

ou encore

$$\frac{A_1S_1 - AS}{AS} = \frac{A_1M_1 - AM}{AM};$$

mais on peut écrire l'égalité

$$A_1M_1 - AM = K_1M_1 - KM;$$

d'où

$$\frac{A_1S_1 - AS}{AS} = \frac{K_1M_1 - KM}{AM};$$

et, comme

$$K_1M_1 - KM = \text{arc } KK_1,$$

il en résulte

$$\frac{A_1S_1 - AS}{AS} = \frac{\text{arc } KK_1}{AM},$$

et

$$A_1S_1 - AS = \frac{AS}{AM} \times \text{arc } KK_1;$$

d'autre part, l'égalité

$$\frac{\text{arc } KK_1}{\text{arc } AA_1} = \frac{CK}{CA}$$

donne

$$\text{arc } KK_1 = \frac{CK}{CA} \times \text{arc } AA_1;$$

donc

$$A_1S_1 - AS = \frac{AS}{AM} \times \frac{CK}{CA} \times \text{arc } AA_1;$$

ou encore, à cause de la similitude des triangles ASM et CAK, donnant la relation

$$\frac{AS}{AM} = \frac{CA}{CK},$$

on a

$$A_1S_1 - AS = \frac{CA}{CK} \times \frac{CK}{CA} \times \text{arc } AA_1,$$

et enfin

$$A_1S_1 - AS = \text{arc } AA_1;$$

le point S_1 résulte bien du déplacement du point S et par suite la tangente SM a bien glissé sur la développante

jusqu'en S, M_1 . On voit, en outre, que la tangence des profils conjugués s'opère toujours sur la droite TT_1 .

On en déduit que la courbe enveloppante d'un flanc de dent de crémaillère est, dans tous les cas, une développante de cercle, c'est-à-dire quel que soit le diamètre de l'engrenage avec lequel il se trouve en prise.

La vis se prête fort bien à la taille des roues droites, puisque sa génératrice peut être celle d'une crémaillère (*fig. 5*). Alors, si nous échancrons les filets afin d'obtenir des

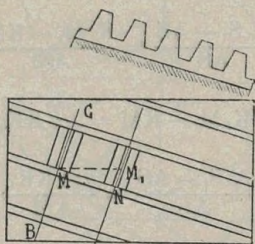


Fig. 5.

faces coupantes, il ne nous restera plus qu'à faire tourner cette vis, dite *vis-mère*, en regard d'un disque, auquel un train d'engrenages communiquera une vitesse de rotation n fois moindre que celle de la vis-mère, n étant le nombre de dents à tailler sur le disque. Dans ce cas, il faut incliner l'axe de la vis-mère, par rapport à celui du disque, d'un angle égal à celui de l'inclinaison des filets, de façon à obtenir une coupe normale.

Ce procédé, en dehors de son avantage d'engendrer automatiquement un profil de denture exact, permet de tailler des roues d'un nombre quelconque de dents, mais de même pas, avec une seule vis-mère.

Examinons la façon d'obtenir cette vis-mère à l'atelier.

Nous avons dit que l'on sectionnait la vis-mère, normalement aux filets, pour obtenir des faces coupantes. Mais, de même que pour les fraises à profil constant, il est nécessaire de donner une certaine dépouille, de façon à obtenir un angle de coupe égal à celui d'un outil de tour, par exemple; en outre, il faut que cette dépouille soit à profil constant, pour une raison déjà justifiée.

Nous savons comment se dépouillent les fraises à profil constant.

Dans la vis-mère, les dents ne sont pas disposées suivant une circonférence, mais suivant une hélice, de sorte que, pour les dépouiller, il faudra non seulement faire tourner la vis pendant que l'outil avancera vers le centre, mais encore il faudra que l'outil se déplace parallèlement à l'axe BC de l'hélice, comme on procède lors de son filetage, ce mouvement étant obtenu par une vis en relation avec la poupée par un train d'engrenages approprié.

Mais, lorsque l'outil se sera déplacé longitudinalement d'une longueur égale à celle du pas, la vis-mère aura accompli une révolution complète, et la came d'échancrement un nombre de tours correspondant au nombre même des échancrures. Or, la ligne de coupe n'est pas parallèle à l'axe, mais forme une hélice, et l'outil qui était en M n'arrive qu'en M', au lieu d'atteindre le point N. Pour remédier à ce défaut on recourt au moyen suivant (fig. 6).

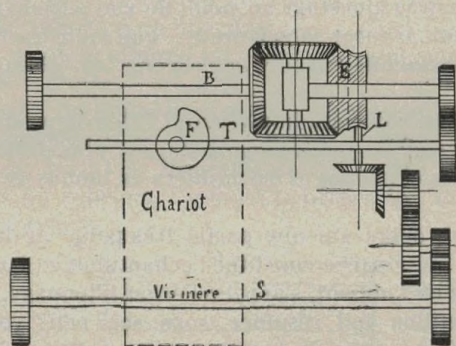


Fig. 6.

PLAN SCHÉMATIQUE D'UN TOUR A DÉPOUILLER LES FRAISES-MÈRES

La vis S, qui provoque le déplacement longitudinal du chariot porte-outil, actionne, par l'intermédiaire d'un train d'engrenage, une vis tangente L commandant le pignon conique E d'un différentiel. Par cette intervention on modifie le rapport des vitesses de l'arbre B et de l'arbre T qui commande la came F, et, par suite, la came n'accomplit plus un nombre entier de tours, par tour de vis; le mouvement est

ainsi avancé ou retardé d'une quantité voulue réglable au moyen du train d'engrenage M.

Nous parlerons, dans un prochain article, du procédé de taillage de M. Fellow.

L'ÉCHANTILLONNAGE EN MATIÈRE D'ANALYSE INDUSTRIELLE

Théorie de l'échantillonnage.

Le but d'une analyse chimique industrielle est de pouvoir donner un résultat aussi exact que possible sur la teneur d'une matière : denrée, minéral, etc.; en corps utilisables ou à extraire.

Envisageant la question au point de vue purement industriel, on peut avancer sans crainte : que toute matière première est essentiellement hétérogène et chimiquement impure.

La définition contraire impliquerait l'idée de produits purs, qui, réelle pour de petites quantités, est plus difficile à réaliser pour des centaines et des milliers de tonnes de matières premières.

L'analyse s'opère sur une partie très petite de la matière considérée. Cette partie constitue l'échantillon, et l'opération, par laquelle on l'obtient, s'appelle l'échantillonnage.

Cet échantillon doit résumer, sous son petit volume, la composition moyenne de tout le lot de matière; c'est alors seulement, par la pratique de l'échantillonnage, que l'on pourra arriver à ce résultat.

Ainsi, dans le cas particulier d'un minéral, un bloc ou morceau n'est pas uniquement formé du composé : oxyde, carbonate, sulfure, arsénium, etc., du corps à extraire.

Ce composé est entouré, mélangé, d'autres produits naturels, n'ayant aucun rapport avec le métal à extraire, et qui constituent ce que l'on appelle la gangue. Cette gangue est éliminée par l'addition de fondants appropriés, dans ce que l'on nomme les scories.

Donc, dans le cas d'un minéral, si l'on se bornait à prendre comme échantillon un morceau quelconque sur un tas, dans un wagon, dans une benne, il est présumable que ce fragment pourrait être composé uniquement ou de gangue, ou de minéral pur, ou tout au moins renfermer plus ou moins de chaque, et, en définitive, ne pas présenter la composition moyenne du lot.

On doit donc se placer dans des conditions telles que ce dernier inconvénient soit évité pour avoir l'échantillon normal.

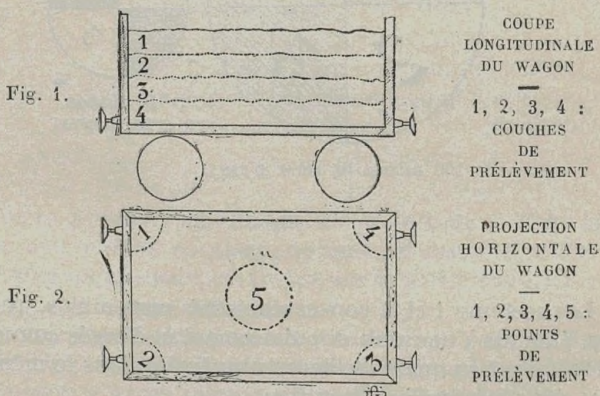
Technique de l'échantillonnage

Prenons pour point de comparaison la prise d'échantillon d'un minéral de fer.

Cet exemple est intéressant en ce que le fer, par sa consommation, nécessite le traitement de grandes masses de minéral, et que, de plus, la teneur en métal variant de 15 à 30 0/0 pour 85 à 70 0/0 de gangue, les causes de mauvais échantillonnage sont nombreuses.

Soit le cas où le minéral est amené à l'usine par wagons de chemin de fer.

A l'arrivée, on prélève des morceaux de minéral aux quatre coins et au centre du wagon. Puis, à vue d'œil, on divise la hauteur de la masse du minéral en quatre couches, sur lesquelles on répétera l'opération précédente au cours du déchargement.



Chaque prise doit être d'environ 25 kilogrammes; donc, pour un wagon, on obtiendra $25 \times 4 = 100$ kilogrammes de prise d'essai.

Les morceaux sont cassés au maillet de fer sur une aire de fonte. Dans cette opération, on pourrait objecter qu'il y aurait à craindre l'addition de petits fragments de l'aire de fonte détachés par le choc. Cela peut être vrai avec des minerais à gangue silicatée, capable de rayer la fonte, mais l'erreur qui s'ensuivrait serait presque infinitésimale, et, par suite, négligeable.

Après le concassage, les 100 kilogrammes de prise d'essai sont mis en tas, que l'on étend ensuite sur l'aire de l'usine en lui donnant un emplacement circulaire.

Cet emplacement est partagé en quatre secteurs par deux diamètres perpendiculaires. On numérote 1, 2, 3, 4 les secteurs, puis, à l'aide d'une pelle ou d'un râteau, on en élimine deux opposés par le sommet, soient 2 et 4.

1, 3 (FIG. 1^o) ET 2, 4 (FIG. 2^o)
SECTEURS CONSERVÉS POUR FORMER DE NOUVEAUX TAS

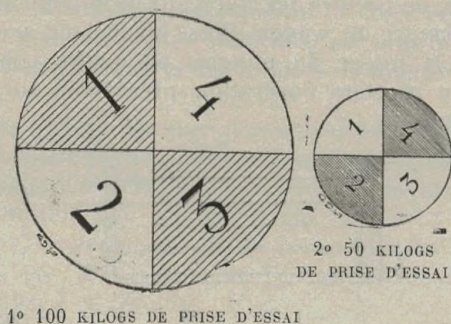


Fig. 3.

Les secteurs 1 et 3, conservés, sont rassemblés, remis en tas, étendus à nouveau circulairement et divisés comme précédemment en quatre secteurs numérotés dans le même sens que dans la première opération.

Cette fois on élimine les secteurs 1 et 3 et conserve 2 et 4, que l'on manipule de la même manière.

On élimine ainsi à chaque opération la moitié du minerai conservé dans l'opération précédente et l'on obtient successivement 100, 50, 25, 12 kil. 5, etc. de prise d'essai.

Quand il ne reste plus que 1 kilog, on conserve cette partie qui, ensuite, est concassé en mortier de fer, le plus finement possible.

On répète alors les divisions et éliminations, comme avec le minerai brut, jusqu'à concurrence d'un poids restant de 50 grammes.

Ces 50 grammes sont passés au mortier d'Abich pour obtenir une poudre fine.

En ses parties essentielles le mortier d'Abich se compose d'une masse cylindrique en acier présentant dans le sens vertical, et en son centre, une cavité dans laquelle vient se poser, à frottement doux, une pièce cylindrique faisant office de bocard ou de pilon.

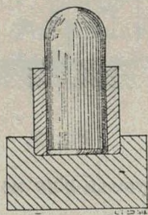


Fig. 4.

COUPE VERTICALE D'UN MORTIER D'ABICH

1/2 DE GRANDEUR NATURE

La matière à pulvériser finement est introduite dans la cavité; on met le pilon en place; le tout est assujéti solidement et, avec un marteau, on frappe sur la partie supérieure du pilon jusqu'à finesse suffisante.

Il faut avoir soin de frapper bien franchement pour ne pas fausser le pilon, ce qui fait coincer celui-ci dans la cavité et rend le mortier d'Abich impropre à toute bonne opération.

Au laboratoire du Creusot (1) on emploie un mortier d'Abich de forme spéciale.

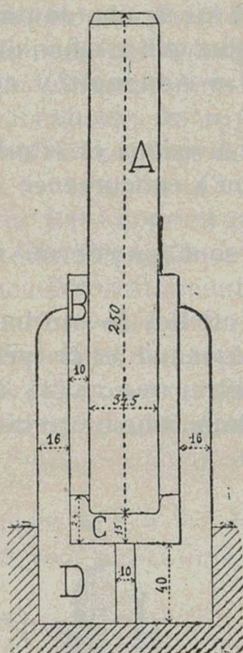


Fig. 5.

COUPE VERTICALE D'UN MORTIER D'ABICH
EN USAGE AU LABORATOIRE DU CREUSOT
(D'APRÈS ARTH)

Les caractéristiques de fabrication de ce mortier sont les suivantes :

A. — Pilon en acier Holtzer trempé à l'eau froide au rouge cerise sur 15 millimètres.

B. — Manchon en acier trempé à l'eau froide.

(1) Voir Arth. Procédés de dosages, page 169. — Carré et Naud, 1897.

C. — Grain en acier diamant N° 2 trempé au rouge cerise par un jet d'eau au centre.

D. — Embase en acier Creuset A₂ trempé. Cette embase est enchassée dans un tas de fonte.

Pour le bon fonctionnement du mortier, le jeu entre les diverses pièces, et par rapport au diamètre, ne doit pas dépasser 1 à 2 dixièmes de millimètre.

De plus, pour la conservation, le pilon doit être arrondi quelque peu à la circonférence de base, et les grains à pulvériser doivent être aussi mobiles que possible sous l'effort et le choc du pilon.

La poudre obtenue au mortier d'Abieh est ensuite terminée, rendue impalpable, au mortier d'agate.

Cette opération est parfois difficile, surtout quand le minéral renferme un métal à l'état natif sous forme de petites paillettes.

Ces paillettes, sous l'effort du pilon, se laminent, s'étirent, et ne se mettent en poudre qu'après un certain temps, assez long.

La poudre impalpable est alors prête pour l'analyse, et on en prend une quantité, variable avec le minéral, que l'on pèse avec soin à l'aide d'une balance de précision.

C'est sur cette quantité déterminée que le chimiste opérera.

G. DEGAAS.

LE PLANIMÈTRE D'AMSLER

Ce fut en 1854 qu'Amsler construisit son premier planimètre, réalisé en vue de mesurer rapidement les surfaces planes. Cet appareil, bien connu, est encore actuellement en grande faveur, tant en raison de sa simplicité que de son maniement facile; et aucun des systèmes que d'ingénieurs

chercheurs imaginèrent par la suite ne réussit à supplanter sensiblement cet ancien organe de précision.

Si le planimètre d'Amsler est bien connu, nombreux sont les opérateurs qui, tout en en tirant habilement parti, n'ont qu'une connaissance imparfaite de sa théorie. Cette dernière est pourtant curieuse et mérite d'être rappelée ici.

Soient AB (*fig. 1*) une tige mobile, fixe en A, articulée en B

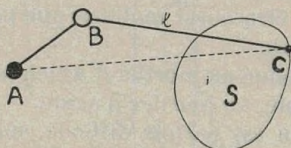


Fig. 1.

à une autre tige BC de longueur l , et S la surface que l'on se propose d'évaluer. L'extrémité C, de la tige BC, doit pouvoir parcourir le contour de la surface S, et les tiges AB et BC doivent être de longueurs telles que l'on ait constamment $AB + BC > AC$ pendant le déplacement de C le long du contour. Cette condition a pour effet de maintenir constamment l'articulation B du même côté de AC, de telle sorte qu'elle revienne à son point initial en même temps que l'extrémité C, ce qui pourrait ne pas avoir lieu si la condition précédente n'était pas remplie.

Durant le déplacement de C, la tige BC balaye une certaine surface, et l'on se rend compte aisément qu'avant de revenir à son point de départ elle aura franchi une seule fois chaque point de la surface S, mais aura franchi deux fois chaque point extérieurement balayé ou tout au moins un nombre tel que le résultat n'en est pas pratiquement altéré. Si nous convenons de donner aux surfaces balayées un signe dépendant du sens suivant lequel elles sont balayées, il en résulte que la surface extérieure, balayée deux fois en sens inverses, s'annule; la surface intérieure S reste seule à compter.

Recherchons donc de quelle façon peut s'évaluer une surface balayée, et, à cet effet, considérons un élément aussi petit que nous le voudrons de cette surface. Cet élément sera

balayé par suite du déplacement de la tige BC, de BC en B'C' (fig. 2). A ce déplacement de la tige, substituons-en trois

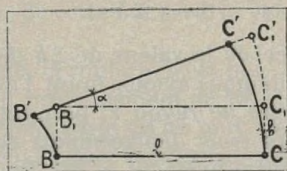


Fig. 2.

étudiées de façon à atteindre la même position finale. Nous aurons ainsi : 1° Une translation de la tige BC en B₁C₁; 2° une rotation de B₁C₁ en B₁C₁'; 3° un glissement de B₁C₁ en B'C'. Dans le premier déplacement, h représentant la distance de translation, la surface balayée est :

$$l \times h;$$

dans le deuxième déplacement, α représentant la valeur angulaire de la rotation de la tige, la nouvelle surface ainsi balayée devient

$$l \times \alpha \times \frac{l}{2} = \frac{l^2 \alpha}{2};$$

dans le troisième déplacement, aucune surface n'est balayée. Ces trois déplacements auront donc fait balayer une surface s représentée en grandeur par

$$s = l \cdot h + \frac{l^2 \alpha}{2}.$$

Les surfaces BB₁B' et CC₁C₁C' pouvant être considérées comme équivalentes sans erreur pratique appréciable, on peut ainsi considérer l'expression de s comme celle de la surface d'un élément balayé.

Maintenant, la surface S cherchée s'obtiendra par la sommation des surfaces élémentaires s ; on peut donc écrire

$$S = \sum s = \sum \left(l \cdot h + \frac{l^2 \alpha}{2} \right) = l \cdot \sum h + \frac{l^2}{2} \cdot \sum \alpha.$$



La valeur de $\Sigma \alpha$ est nulle car elle résulte de l'addition algébrique d'angles élémentaires comptés respectivement dans deux sens différents; le dernier terme disparaît donc, et il reste

$$S = l. \Sigma h.$$

De la connaissance de la valeur de Σh dépend donc celle de S . Supposons que nous ayons muni l'extrémité C de la tige BC d'une roulette de rayon r , perpendiculaire à cette tige, et reprenons les trois déplacements élémentaires que nous avons donné primitivement à BC. Dans le premier, la circonférence de la roulette a parcouru une longueur h , tournant à cet effet d'un angle θ tel que l'on puisse écrire

$$r. \theta = h;$$

pendant le second déplacement la roulette tourne d'un angle φ et sa circonférence parcourt la distance $l. \alpha$, d'où la relation

$$r. \varphi = l. \alpha;$$

quant au troisième mouvement de BC, il a lieu sans rotation de la roulette. La rotation totale γ de la roulette a donc correspondu à une longueur parcourue $h + l. \alpha$; d'où

$$\gamma = \theta + \varphi = \frac{h + l. \alpha}{r}.$$

Passant de l'élémentaire au total, il en ressort que lorsque la roulette aura parcouru entièrement le contour de S , elle aura tourné d'un angle Γ , ayant pour valeur

$$\Gamma = \Sigma \gamma = \Sigma \left(\frac{h + l. \alpha}{r} \right) = \frac{\Sigma h}{r} + \frac{l. \Sigma \alpha}{r}.$$

Or, nous savons que la valeur de $\Sigma \alpha$ est nulle; par suite, nous pouvons écrire

$$\Gamma = \frac{\Sigma h}{r}$$

ou, ce qui revient au même,

$$\Gamma. r = \Sigma h.$$

Reprenant une relation écrite plus haut, la valeur de la surface S devient

$$S = l. \Sigma h = l. \Gamma. r.$$

Les valeurs de l et de r sont constantes; la valeur de Γ dont dépend seulement la grandeur de S est aisée à mesurer au moyen d'un compteur de tours. Ce compteur convenablement étalonné donnera, de cette manière, la valeur de S à première lecture.

Dans la pratique, la roulette n'est pas située en C , mais au-delà de B sur un prolongement de BC ; le système de comptage est réglé de telle sorte qu'un tour de roulette correspond à 100 cmq. On peut évaluer facilement une surface à $\frac{1}{10}$ de cmq près. On a reproché parfois au planimètre de donner des valeurs un peu fortes dans certains cas.

E. D.

INTERMÉDIAIRE PROFESSIONNEL

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 d'agents techniques, d'instruction pratique garantie par les certificats et Diplômes du Conservatoire.

Les membres titulaires de l'Association ont, seuls, droit de réponse à ces offres, et ce par l'intermédiaire du Président.

Demandes d'Emplois

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

La correspondance relative à l'Intermédiaire professionnel devra être adressée au Président de l'Association.

BIBLIOGRAPHIE

Le Chauffage des habitations, par G. Debesson, ingénieur civil. Un volume in-8° de 660 pages, avec 711 figures. Dunod et Pinat, éditeurs, Paris, 1908. Prix : broché, 25 francs; relié, 26 fr. 50.

Le chauffage est devenu maintenant un des problèmes les plus délicats à résoudre par l'architecte moderne, surtout en raison du développement pris durant ces dernières années par les appareils employés pour le chauffage collectif. L'ouvrage de M. Debesson définit les principes qui doivent régir la construction et l'emploi de tout appareil destiné au chauffage domestique; il fait en outre une étude approfondie des systèmes actuellement utilisés. Un chapitre additionnel traite de la ventilation.

Ueber die Verhütung der Bleigefahr (La prévention du saturnisme), par le docteur Josef Rambousek, professeur d'hygiène industrielle à Prague. Un volume in-8° de 79 pages. A Hartleben, éditeur, Vienne 1908. Prix : broché, 3 marks; relié, 4 marks.

Cet ouvrage, tout en faisant connaître de quelle manière le saturnisme se contracte, traite des moyens employés pour le combattre et le prévenir. La partie médicale est soigneusement développée, et l'auteur conclut en prétendant qu'il est possible d'enrayer dans une large mesure les méfaits du plomb, en utilisant à propos la non-toxicité de son sulfure.

La Télégraphie sans fil et la Télémécanique, par E. Monier, ingénieur des Arts-et-Manufactures, avec préface du docteur E. Branly, 4^e édition, mise à jour. Dunod et Pinat, éditeurs, Paris, 1908. Prix : 2 francs. Il est traité dans cet opuscule des récents perfectionnements apportés à la télégraphie sans fil, des progrès de la télémécanique, de la téléphotographie et des essais de télévision.

Dictionnaires techniques illustrés, en six langues (français, allemand, anglais, russe, italien, espagnol), par K. Deinhardt et A. Schlomann, ingénieurs. 3^e volume : Chaudières, machines

et turbines à vapeur, in-16, XII-1322 pages, avec 3,500 figures. Prix : cartonné, 19 francs. Dunod et Pinat, éditeurs, Paris.

Les Nouveaux Laboratoires d'Etat, pour la répression des fraudes, par Georges A. Le Roy, directeur du laboratoire municipal de Rouen. Grand in-8° de 38 pages. Prix : 3 francs. Dunod et Pinat, éditeurs. Paris, 1908.

L'ouvrage de M. Le Roy renferme les textes de la loi des fraudes de 1905 et des décrets d'application, les méthodes officielles d'analyse, les circonscriptions des laboratoires d'Etat, les circonscriptions d'inspection.

Cours de Philosophie positive, par Auguste Comte, tome III. Philosophie chimique et philosophie biologique. Un vol in-8° de 446 pages. Prix : 2 francs. Schleicher frères, éditeurs, 61, rue des Saints-Pères, Paris, 1908.

Ce livre est une réédition du volume paru en 1838, et il est intéressant de constater combien les biologistes ont eu raison de ne pas s'arrêter aux limites fixées par Comte. Toutefois, l'intérêt de l'ouvrage est loin d'en être amoindri, et l'on ne peut se lasser d'admirer la logique du penseur, sinon la clairvoyance.

Analyse des métaux par électrolyse, par MM. A. Hollard, Docteur ès-sciences, Chef du Laboratoire central de la Compagnie française des Métaux, et L. Bertiaux, Essayeur du commerce, Chimiste à la Compagnie française des Métaux. 1 volume in-8°, de 180 pages. Dunod et Pinat, éditeurs, Paris. Prix : 6 francs.

1^{re} partie : Principes de l'analyse électrolytique et classification des métaux.

2^e partie : Séparation et dosage des métaux.

3^e partie : Analyse des métaux industriels, alliages, produits métallurgiques et minerais.

4^e partie. — Essais expérimentaux.

Les chimistes métallurgistes trouveront dans ce traité des méthodes originales et rapides d'analyse des métaux industriels, de leurs alliages, des produits d'usines et des minerais.

L'électrolyse y occupe la plus grande place, mais n'y est pas exclusive.

Les auteurs, par leur situation, ont été appelés à appliquer la plupart de ces méthodes au cours de douze années d'expériences sur les produits les plus variés, et en ont reconnu ainsi toute la valeur pratique.

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVETS D'INVENTION

N° 391.454.

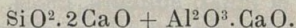
Construction de travaux publics et privés

Procédés d'utilisation des laitiers de hauts fourneaux pour la fabrication du ciment

1° Un procédé de fabrication d'un ciment, au moyen des laitiers de hauts fourneaux, consistant à refondre, dans un four, un mélange de laitiers de hauts fourneaux, de chaux, et de minerai de fer ou de bauxite, la fusion se faisant avec du laitier liquide, immédiatement à la sortie du haut fourneau, le produit obtenu étant ensuite granulé à l'eau et séché, puis trituré;

2° Un mode d'exécution différent, dans lequel la granulation est effectuée à sec, entre deux cylindres refroidis;

3° Le produit industriel constitué par un ciment à base de laitiers de hauts fourneaux, avec addition de chaux, d'alumine et de fer, la teneur en chaux correspondant à peu près à la formule :



N° 391.475.

Arts chimiques

Procédé pour la production de colorants directs pour coton, dérivés de corps amidoazoïques et des acides dinitrostilbendisulfonique ou dinitrodibenzylsulfonique.

Cette invention concerne :

1° Le procédé pour la production de colorants directs, pour le

coton, pour la condensation de corps amidoazoïques avec l'acide dinitrostilbendisulfonique, ou dinitrodibenzylidisulfonique.

2° Les nouveaux colorants obtenus par le procédé décrit ci-dessus, ou par tout autre procédé;

3° Leur application dans l'industrie.

N° 391.498.

Mines et Métallurgie.

Procédé grisoumétrique applicable à toutes les lampes de sûreté.

Le procédé consiste à rendre nettement apparente, et à mesurer, la zone de combustion qui se fait, autour d'une flamme, dans une atmosphère grisouteuse, qui ne contient pas plus de 6 pour 100 de grisou. Pour cela, on introduit dans cette zone de combustion, sous forme de fil, de tige ou de lamelle, une substance à la fois incandescente, incombustible, et de préférence mauvaise conductrice de la chaleur, laquelle substance deviendra incandescente dès qu'elle entrera dans la zone de combustion. L'incandescence de la substance indiquera la présence du grisou, et le point où s'arrêtera l'incandescence indiquera la limite de la zone de combustion et, par suite, la quantité de grisou, puisque les dimensions de cette zone sont proportionnelles à la quantité du grisou.

N° 391.491.

Arts textiles

Perfectionnements apportés aux machines à tisser à deux cylindres, système Jacquard.

L'invention comprend :

1° Une machine à tisser comprenant deux cylindres qui actionnent chacun à leur tour un même système d'aiguille, et dans laquelle une aiguille spéciale du système est reliée aux organes qui réunissent les cylindres aux aiguilles, de telle façon que les cylindres sont tour à tour bloqués, puis mis en mouvement ;

2° La commande des cylindres au moyen de leviers coudés, ces leviers étant reliés par des tiges à une même barre, articulée en son milieu à une tige pouvant recevoir un mouvement de va-et-vient ;

3° La fixation des leviers coudés, réalisée au moyen de tenons pénétrant dans des encoches ménagées dans des pièces solidaires des leviers coudés, ces tenons étant disposés à l'extrémité des

leviers qui viennent soulever en temps voulu des saillies disposées sur les chaînons d'une chaîne Galle animée d'un mouvement continu ;

4° Une machine conforme aux paragraphes 1, 2 et 3, dans laquelle l'un, ou les deux cylindres, peuvent être mis dans un sens opposé dès que la moitié du dessin a été faite, de façon à permettre de réduire le nombre de cartons employés ;

5° Une machine conforme au paragraphe 4, dans laquelle l'un des cylindres est soumis à l'action de deux cliquets qui sont alternativement mis en prise et dégagés par une aiguille spéciale, qui n'est elle-même mise en mouvement que par le premier ou le dernier carton de chaque système de cartons.

N° 391.515.

Agriculture

Produit fertilisant et son procédé de fabrication

L'invention comprend :

1° Un produit fertilisant dans la composition duquel entrent des matières de vidange, de la chaux et du goudron ;

2° Le procédé de fabrication, qui consiste essentiellement :

a) A mélanger d'abord les matières de vidange avec de la chaux, de façon à chauffer la masse, puis à ajouter du goudron, qui est diffusé dans le mélange par suite de la chaleur produite, et enfin à agiter la masse pendant qu'elle est chaude et plastique ;

b) A broyer la composition quand elle est refroidie et durcie ;

c) Ou bien, au lieu du broyage, à diviser la masse en petites parties.

N° 391.544.

Machines

Distribution de courants à haute et basse tension pour l'allumage des moteurs à explosion

L'invention a pour objet un distributeur de courant primaire et de courant secondaire, pour courants à haute et basse tension, caractérisé essentiellement :

1° Par une couronne portant les organes d'établissement et de rupture du courant primaire, cette couronne étant mobile par rapport au corps du distributeur et permettant de faire varier l'avance à l'allumage en laissant ce dernier immobile ;

2° Par une cuvette à bain d'huile tournant, renfermant la came du primaire ;

3° Par la came du primaire, constituée par un assemblage de pièces cylindriques.

CURIOSITÉS ARITHMÉTIQUES

Un des problèmes les plus curieux et les plus saisissants de l'arithmétique est sans doute celui dit « du jeu d'échecs » ; chacun de nous en connaît l'énoncé, dont les formes sont nombreuses, mais n'a pas eu, peut-être, la patience de le résoudre, en raison de la longueur des calculs nécessaires, quoique simples.

Voici d'abord une des formes les moins connues de l'énoncé du problème :

Un auteur arabe, Al Sephadi, rapporte que le roi des Perses, ayant demandé à Sessa, l'inventeur du jeu des échecs, quelle récompense il souhaitait, Sessa répondit qu'il désirait un grain de blé pour la 1^{re} case de l'échiquier, 2 pour la 2^e, 4 pour la 3^e, et ainsi de suite, en doublant toujours jusqu'à la 64^e case. Le roi parait-il, sourit à cette demande, et grand fut son étonnement quand il apprit qu'elle ne pouvait être satisfaite.

On obtient le nombre des grains de blé en additionnant les termes d'une progression géométrique, de raison 2, ayant pour premier terme 1, et pour dernier 2⁶³. D'après une formule connue, la somme de ces termes est égale à

$$2^{64} - 1 ;$$

en effectuant l'opération on trouve pour somme totale des grains de blé le nombre fantastique suivant :

$$18.446.744.073.709.551.615.$$

En admettant qu'un mètre cube de blé renferme 20 millions de grains, le nombre de mètres cubes correspondant devient

$$922.337.203.685,$$

représentant la production annuelle d'une surface ensemencée égale à huit fois celle de la terre !

La stupéfaction du monarque asiatique était naturelle.

On peut rapprocher, de ce problème, le suivant, dont la forme plaisante de l'énoncé est due à Chavignaud :

*Un maquignon consent à vendre son cheval,
Suivant un marché fait qui semble original,
Il ne veut qu'un centime en suivant, son système.
De son premier clou, puis le double, du deuxième,
Enfin toujours doublant jusqu'au vingt-quatrième.
Pour être possesseur de ce coursier mignon
Quel prix doit-on donner à l'adroit maquignon !
Et le total acquis fait voir en terminant
Que le prix du cheval serait exorbitant.*

En effet, car ce prix se trouve égal à

167.772 fr. 45

E. D.

Le Gérant : E. DELAUPE.

Paris. — Imprimerie nouvelle (Association ouvrière), 11, rue Cadet,
A. Mangeot, directeur. — 2525-8.

L'ANALYSE DU CUIVRE INDUSTRIEL

[MM. Hollard et Bertiaux ont bien voulu, à notre intention, extraire de leur remarquable ouvrage « L'Analyse des métaux par voie électrolytique », dont mention a été faite à la Bibliographie du Bulletin n° 2, un de ses chapitres les plus intéressants et les plus documentés.

Les méthodes inédites, simples et rapides, développées dans cet extrait, seront vivement appréciées par les chimistes métallurgistes.

Nous sommes heureux de pouvoir remercier les deux savants praticiens de leur aimable collaboration.]

Nous ne saurions mieux, pour appliquer les principes de l'analyse électrolytique, nous adresser qu'au cuivre industriel qui — s'il n'est pas parfaitement affiné — contient un nombre considérable d'impuretés différentes.

Quand nous disons *analyse par voie électrolytique* d'un métal industriel, nous ne voulons pas dire que la méthode électrolytique sera seule mise en œuvre, car nous aurons forcément recours aux méthodes pondérales et volumétriques. Nous voulons simplement dire que nous ferons plusieurs séparations par électrolyse et que les métaux seront, en général, dosés sous forme de dépôts électrolytiques.

Electrodes. — Les électrodes qui nous serviront (fig. 1) sont constituées d'une part, par un cylindre un peu évasé dans le haut, en toile de platine, et destiné à recevoir le dépôt; l'autre électrode entoure la première en prenant la forme de spirale à l'intérieur et de cage à l'extérieur. La toile de platine est dépolie (au jet de sable) de façon à présenter la plus de surface possible et une grande adhérence pour les dépôts.

La forme de ces électrodes rend la densité de courant très homogène à l'intérieur et à l'extérieur de la toile de platine; de plus, les gaz anodiques traversant librement tout le bain mettent celui-ci en circulation constante, même au travers des mailles de la toile, ce qui donne au bain une composition très homogène. Il en résulte que le dépôt électrolytique se

fait suivant une épaisseur égale dans toutes les parties de l'électrode toile. Dans ces conditions on obtient — avec un poids minime de platine — une grande rapidité dans la formation des dépôts.

La forme de cet appareil et sa composition (toile) conviennent admirablement pour une diffusion très rapide du

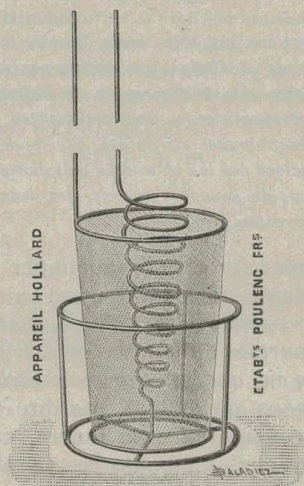


Fig. 1

liquide anodique vers la cathode, aussi permet-il d'opérer avec de fortes intensités sans que cela nuise à la belle qualité du dépôt.

Avec cet appareil, l'électrolyse se fait dans un verre de Bohême, ce qui permet d'en suivre les différentes phases.

S'il y a un précipité dans l'électrolyte, il n'est pas toujours nécessaire de le filtrer, il suffit bien souvent de le laisser se déposer au fond du verre sans qu'il gêne pour cela la formation du dépôt.

Les dimensions de ces électrodes sont les suivantes. Électrode en toile de platine; diamètre des bases : 43 et 35 mm.; génératrice : 63 mm. L'autre électrode; diamètre des bases : 56 et 51 mm.; génératrice : 40 mm.

Ces électrodes, qui sont toutes les deux en platine iridié (10 0/0 d'iridium), sont dépolies au jet de sable. Toutes les

parties de ces électrodes sont réunies par des soudures de platine. Il n'y a pas de soudure à l'or, l'or pouvant être attaqué par bien des réactifs; il n'y a pas non plus de parties agrafées, ces parties pouvant retenir des sels ou autres impuretés.

Impuretés. — Plomb, bismuth, nickel, cobalt, manganèse (1), étain, zinc, fer, arsenic, antimoine, soufre, argent, or.

Dosage du cuivre. — On pèse 10 gr. de métal en copeaux, débarrassés, par l'éther et par l'aimant, des graisses et des parcelles de fer provenant de l'outil. Ces copeaux sont introduits dans un verre de Bohême de 550 cm³ environ (diamètre inférieur : 6^{cm},5 ; hauteur : 18 cm.) (2). On verse dans celui-ci 12 cm³ d'acide sulfurique et 25 cm³ d'acide nitrique, après avoir tout d'abord immergé les copeaux de cuivre dans une quantité d'eau suffisante pour que l'attaque soit modérée. Le vase est alors recouvert d'un entonnoir dont les bords reposent à l'intérieur de ceux du verre et forment ainsi une petite gouttière dans laquelle quelques gouttes d'eau forment un joint hydraulique parfait. On chauffe doucement pour achever l'attaque. La dissolution est, en général, complète pour un cuivre affiné. Les cuivres non affinés laissent un résidu insoluble; dans ce cas, on chauffe, après l'attaque, pour rassembler le précipité et pour le débarrasser des sels de cuivre qu'il pourrait retenir.

Après la dissolution, on étend à 300 cm³ et on ajoute du sulfate ferrique pur (une quantité correspondant à 0 gr. 1 de Fe est plus que suffisante, même pour les cuivres très impurs). Ce sel oxyde l'arsenic et le maintient à l'état d'acide arsénique, c'est-à-dire à l'état d'ions AsO_4^{3-} . On évite ainsi tout dépôt d'arsenic avec le cuivre, ce qui lève une des grosses difficultés que rencontrent les chimistes qui électrolysent du cuivre en présence d'arsenic. Le bismuth et l'antimoine — qui sont non moins gênants parce que le courant les dépose sur le cuivre — sont rendus inoffensifs par une addition, faite sur les copeaux de cuivre, avant l'attaque, de sulfate de

(1) Le manganèse ne se trouve guère que dans les grains de scories ou de matras qui accompagnent quelquefois le cuivre brut, soit superficiellement, soit dans la masse même du cuivre.

(2) Cette grande hauteur est destinée à éviter les projections du bain en dehors du vase, pendant l'électrolyse.

plomb, en poudre très fine (0 gr. 4 de ce sulfate suffisent largement, même pour les cuivres très impurs). Il se forme ainsi sur l'anode un dépôt de peroxyde de plomb qui permet à Bi et à Sb de se déposer avec lui à l'état de peroxyde.

Ce procédé ne suffit cependant pas si le cuivre est riche en Bi. Il faut alors précipiter cette impureté, en solution rendue exclusivement sulfurique, à l'état de phosphate de bismuth (voir plus loin : dosage de bismuth). La solution sulfurique filtrée, débarrassée ainsi de Bi et Pb, est additionnée de quelques cm^3 de $\text{NO}^3 \text{H}$ et électrolysée pour cuivre.

Revenons, maintenant, au cas d'un cuivre qui n'est pas riche en Bi : on laisse le bain s'éclaircir complètement par le repos, puis on y plonge les électrodes. Le courant est de 1 ampère. Le verre est fermé par deux demi-verres de montre qui ne laissent passer que les tiges des électrodes. Lorsqu'au bout de 7 à 8 heures la solution est complètement décolorée, par suite du dépôt de cuivre sur la cathode, on lave avec un jet de pissette les deux demi-verres de montre en dirigeant les eaux de lavage dans le bain, et on continue l'électrolyse. Celle-ci peut être considérée comme terminée lorsque l'élévation du niveau du bain — qu'on provoque par une petite addition d'eau — ne suscite pas sur la tige de la cathode fraîchement immergée un nouveau dépôt de cuivre. Il faut toutefois que ce dépôt n'apparaisse pas sur la tige pendant deux heures après cette petite addition d'eau, si l'on veut être sûr que le bain est complètement privé de cuivre.

Au bout de 12 heures au maximum le dépôt est généralement complet. On retire alors le vase rapidement, et, sans détacher les électrodes ni supprimer le courant, on les plonge un instant dans de l'eau à la fois sulfurique et nitrique (1 0/0 en volume d'acide nitrique à 36° B. et 1 0/0 en volume d'acide sulfurique) (1). On remplace ensuite ce premier bain de lavage par un bain légèrement sulfurique (1 0/0 en volume) (2) où les électrodes restent 5 minutes, le courant continuant de passer. Enfin un vase d'eau distillée pure vient remplacer

(1) L'acide nitrique est nécessaire pour empêcher le zinc du bain qui mouille la cathode de se déposer sur le cuivre, ce qui aurait lieu avec le bain exclusivement sulfurique. Cette remarque est surtout importante lorsqu'on analyse un laiton.

(2) L'acide nitrique ne pourrait pas remplacer l'acide sulfurique parce que, sous l'influence du courant, il donnerait au cuivre une couleur rouge due probablement à la formation de $\text{Cu}^2 \text{O}$.

le bain précédent ; on y laisse les électrodes quelques minutes, le courant passant toujours, puis on détache les électrodes. La cathode est encore plongée dans de l'alcool absolu, puis séchée 10 minutes environ à 90° dans une étuve, enfin pesée.

Les transvasages précédents doivent se faire rapidement pour éviter l'action des acides sur le cuivre. Ces lavages successifs faits avec l'aide du courant nettoient complètement le cuivre de tout sel ou de toutes autres impuretés. Le poids de la cathode, diminué de celui de l'électrode, représente le poids du cuivre *pour celui de l'argent* qui s'est déposé en même temps que le cuivre. On déduira donc du poids du cuivre le poids de l'argent déterminé ultérieurement.

Plomb et bismuth. — On attaque 10 grammes de cuivre par 50 cm³ d'acide nitrique ; après attaque, on ajoute 10 cm³ d'acide sulfurique. On évapore jusqu'à sec ; on reprend par de l'eau (200 cm³ environ) et 5 cm³ d'acide sulfurique. Le sulfate de plomb reste insoluble ainsi qu'une partie de bismuth qui est à l'état d'arséniate. Le liquide, en présence de ces précipités, est additionné, à l'ébullition, de 10 cm³ d'acide phosphorique à 60° B. qui précipite le reste du bismuth. On laisse refroidir et on ajoute 30 cm³ d'alcool absolu destiné à parfaire la précipitation du plomb. On laisse reposer 12 heures, puis on décante et on filtre. La partie insoluble, qui contient la totalité du plomb et du bismuth, est lavée d'abord avec une solution contenant en volume environ 1 0/0 d'acide sulfurique, 1 0/0 d'acide phosphorique, et 15 0/0 d'alcool absolu, puis avec une solution étendue de AmSH et de CyK (1). Ce dernier mélange enlève le reste du cuivre, de l'arsenic, de l'antimoine et de l'étain. Le résidu insoluble, qui ne contient plus que le plomb et le bismuth, est dissous dans NO³ H étendu de son volume d'eau et chaud ; un traitement par de l'eau régale étendue de son volume d'eau et chaude achève cette dissolution ; on évapore en présence de 7 cm³ de SO⁴ H² jusqu'à ce qu'apparaissent des fumées blanches sulfuriques ; on reprend par une centaine de centimètres cubes d'eau et de l'alcool. Le sulfate de plomb est filtré, lavé avec SO⁴ H² et de l'alcool étendus. La quantité d'alcool doit

(1) 100 cm³ de cette solution contiennent 5 gr. de CyK et 5 cm³ de AmSH (obtenu en saturant par H²S de l'ammoniaque à 10 0/0 de NH³).

être au total de 35 cm³. Le sulfate de plomb est traité à chaud par le mélange suivant qui le dissout complètement :

Ammoniaque à 22° B	40 cm ³
Acide nitrique à 36° B.	67 cm ³
Nitrate de cuivre correspondant à .	10 gr. de cuivre

On étend à 300 cm³ et on électrolyse ($I = 0^{\text{amp}},3$). Le peroxyde de plomb lavé à l'eau est séché à 200° puis pesé. Son poids multiplié par le facteur 0,853 donne la quantité de plomb.

La solution sulfurique de bismuth qui a été séparée par filtration du sulfate de plomb est additionnée de 5 cm³ d'acide sulfurique et étendue à 300 cm³. On l'électrolyse avec un courant de $0^{\text{amp}},1$ pendant 24 heures.

Nickel, cobalt. — Une nouvelle prise d'échantillon (5 gr.) est électrolysée pour cuivre. Il suffit d'en électrolyser la presque totalité seulement ; peu importe que ce dépôt de cuivre soit noirci par le dépôt de l'arsenic, de l'antimoine ou du bismuth, puisqu'ici le cuivre n'est pas dosé. Le liquide privé de cuivre et dans lequel on aura dissous le dépôt (1) formé sur l'anode, est évaporé jusqu'au dégagement de fumées blanches sulfuriques abondantes ; on reprend par de l'eau, on précipite par H² S les métaux lourds, puis on filtre. Le liquide filtré est chauffé pour éliminer H² S ; si alors il se reprécipitait du sulfure d'arsenic, on le filtrerait sur le filtre qui contient déjà les autres métaux lourds. Ce filtre qui contient la totalité de l'étain est conservé pour le dosage de ce métal (voir plus loin). On ajoute ensuite au liquide H² O² qui oxyde les dernières traces de H² S et qui peroxyde le fer. Le liquide est alors additionné, — en vue de l'électrolyse du nickel — de 15 cm³ d'ammoniaque à 22° B., puis d'acide sulfurique jusqu'à neutralité, de sulfate de magnésie (5 gr.), de 5 cm³ d'une solution saturée de SO², enfin d'ammoniaque à 22° B en excès de 25 cm³. On étend à 300 cm³ et on électrolyse avec un courant de 0,1 ampère, à la température de 90° environ. Il importe de ne jamais laisser la température tomber au-dessous de cette valeur. Au bout de 5 heures, le

(1) Ce dépôt peut, en effet, contenir du manganèse et le peroxyde de manganèse peut entraîner du fer.

nickel est déposé intégralement avec le cobalt ; le zinc est resté dans le bain.

Si, à cause du manganèse en présence, il s'était formé un dépôt noir sur la spirale pendant l'électrolyse du nickel, il faudrait s'assurer que ce dépôt ne contient pas de nickel ni de fer.

L'hydrate de fer est privé du zinc qu'il a pu entraîner, par dissolutions et précipitations successives, puis dosé iodométriquement (voir plus loin). Le zinc est électrolysé (voir plus loin).

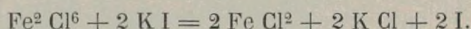
En présence d'une quantité de fer supérieure de 2 0/0 (barres de cuivre, cuivres noirs), une partie de l'hydrate de fer vient avec le dépôt de nickel. Dans ce cas, on commence par déposer, en solution ammoniacale de sulfate de nickel additionné de sulfate d'ammoniaque, le nickel qui entraîne une partie au moins du zinc et du fer. Ce dépôt est converti en sulfate (par dissolution dans NO^3H et évaporation avec SO^4H^2). Ce sulfate est électrolysé en présence du sulfite d'ammoniaque (voir précédemment), ce qui donne le nickel pur. Les eaux-mères de cette électrolyse sont mises à bouillir avec H^2O^2 pour oxyder ce qui reste de SO^2 et pour peroxyder le fer. On réunit ces eaux avec celles provenant de la première électrolyse (qui a donné $\text{Ni} +$ une partie du Zn). On filtre le tout : l'hydrate ferrique est redissout dans le moins possible de SO^4H^2 ; il est précipité par NH^3 . Cette opération est répétée jusqu'à ce que l'hydrate ferrique ne retienne plus de zinc.

Dosage du zinc. — Les liquides filtrés réuais sont concentrés, neutralisés par SO^4H^2 , puis additionnés successivement de 5 gr. de soude (comptés en NaOH), de 2 gr. d'acide citrique, d'acide sulfurique ajouté jusqu'à neutralité. On revient alcalin avec quelques gouttes de soude. Enfin le tout est additionné de 2 gr. d'acide citrique. On étend à 400 cm^3 et on électrolyse le zinc avec un courant de 1 ampère sur une cathode cuivrée.

Méthode iodométrique pour le dosage du fer (1). — Lorsque

(1) Nous avons publié cette méthode en 1902 (Hollard : *C. R. du 4^e Congrès international de Chimie appliquée*, tome III, p. 215), c'est-à-dire que nous l'avons trouvée bien avant Namias et Carcano qui l'ont donnée comme étant d'eux en 1904. La seule différence entre leur publication et la nôtre consiste dans l'emploi du chloroforme qu'ils préconisent, tandis que nous employons le sulfure de carbone. Le sulfure de carbone permet à la réaction de s'achever dans une demi heure au plus, tandis que le chloroforme, au dire de Namias et de Carcano eux-mêmes, elle nécessite 12 heures.

le fer se trouve à l'état d'hydrate ferrique, il est souvent commode d'avoir recours à la méthode volumétrique suivante : L'hydrate ferrique est d'abord privé de toute trace de $\text{NO}^3 \text{H}$ qu'il a pu entraîner si, comme c'est le cas général, il a été précipité d'une liqueur contenant cet acide. L'hydrate est dissous dans le moins possible de HCl . La solution ainsi obtenue est additionnée de bicarbonate de soude qui neutralise la plus grande partie de l'acide et remplit de gaz carbonique le flacon. Ce flacon est bouché à l'émeri et jauge 250 cm^3 environ. La solution acide (qui doit être jaune sans nuance de rouge) est étendue à 125 cm^3 environ, puis additionnée de 5 cm^3 de sulfure de carbone et d'un excès d'iodure de potassium (en solution très concentrée). On bouche immédiatement le flacon, on agite et on laisse une demi-heure. Les ions ferriques deviennent ions ferreux et il y a production d'iode libre qui se dissout au moins en partie dans le sulfure de carbone :



On laisse CS^2 dans le flacon et, sans décantier le liquide surageant, on titre avec l'hyposulfite l'iode libre dont le départ est indiqué par la décoloration du CS^2 . *La réaction serait incomplète et susceptible d'être inversée sans la présence du sulfure de carbone* qui éloigne constamment un des produits (l'iode). La quantité de sulfure de carbone indiquée (5 cm^3) est nécessaire pour rendre la réaction absolument complète. Cette méthode n'est autre que celle de Mohr, avec cette différence capitale que *toute réaction inverse est évitée*. Mohr opérait à chaud, sous pression et avec de l'amidon. Sa méthode nous a donné des résultats beaucoup trop faibles.

Dosage de l'étain. — Le précipité de sulfures, obtenu tout à l'heure au cours de la séparation du nickel contient tout l'étain. On dissout ce précipité dans HCl bromé; on évapore à sec au bain-marie. On reprend le résidu sec par 30 cm^3 d'acide chlorhydrique, 30 gr. d'oxalate d'ammoniaque et on étend à 250 cm^3 . Le liquide chauffé à 95° environ, est traversé, pendant une heure et demie, par un courant de H^2S qui précipite les métaux lourds mais pas l'étain (1). On fait ensuite bouillir un moment, après avoir ajouté du sulfate

(1) Cette méthode rappelle celle de Clarke.

d'ammoniaque, afin de rassembler les sulfures, spécialement celui d'antimoine qui est colloïdal. Ces sulfures sont filtrés sur un filtre imprégné de sulfate d'ammoniaque et lavés avec une solution de H_2S contenant pour 100 cm^3 : 2 cm^3 d'acide chlorhydrique, 12 gr. d'oxalate d'ammoniaque et 1 ou 2 gr. de sulfate d'ammoniaque.

Le liquide filtré est mis à bouillir pour chasser H_2S et électrolysé pour étain ($I = 1$ ampère et température du bain : 50° environ). Ce liquide doit contenir, par 100 cm^3 : 10 gr. d'oxalate d'ammoniaque et 10 cm^3 d'acide chlorhydrique.

Les sulfures des métaux lourds pouvant entraîner de l'étain, il sera prudent, pour ne pas perdre cet étain, de redissoudre ces sulfures et de les reprécipiter dans les conditions précitées.

Manganèse. — Une nouvelle prise de 5 gr. de cuivre est traitée comme il vient d'être dit pour enlever le cuivre et les métaux lourds. Après oxydation par H_2O_2 , le liquide est additionné de 5 gr. d'acide citrique, de 50 cm^3 d'une solution saturée d'acide sulfureux, de 25 cm^3 d'ammoniaque à 22° B . On revient à la neutralité par addition de $\text{SO}_4 \text{H}_2$; enfin, on alcalinise avec 25 cm^3 d'ammoniaque à 22° B .

On dépose le fer, en même temps qu'une partie du nickel et du zinc, sur la cathode en toile de platine; l'électrolyse se fait à la température de 40° , avec un courant de 1 ampère, le volume de la solution ayant été porté comme toujours à 300 cm^3 .

Le fer une fois déposé est retiré du bain (on ne le pèse pas). Le bain, contenant le manganèse, est acidulé avec $\text{SO}_4 \text{H}_2$; on dissout dans ce bain acide le peroxyde de manganèse qui a pu commencer à se déposer sur la spirale. On concentre ce bain au moins à 250 cm^3 . On y ajoute 25 cm^3 d'une solution saturée de SO_2 , puis de l'ammoniaque à 22° B , en excès de 25 cm^3 . Cet excès de SO_2 est nécessaire pour prévenir l'oxydation du citrate d'ammoniaque qui amènerait la précipitation, au sein du liquide, d'oxydes de manganèse. On étend à 300 cm^3 .

Le courant doit être de $1/2$ ampère et la température du bain de 90 à 95° pendant tout le cours de l'électrolyse. Au bout de quelques heures, le manganèse est complètement déposé. Avant de retirer les électrodes, on rend le bain légèrement ammoniacal s'il n'est plus alcalin, sous peine d'y

redissoudre une partie du manganèse ; puis on y fait tomber la toile de platine. Celle-ci est recouverte de superoxydes de manganèse (1) qui se décomposent sous l'influence de l'ammoniaque du bain avec dégagement gazeux et passent à l'état de MnO^2 . On retire la toile et on la plonge successivement dans deux bains contenant de l'eau bouillante légèrement ammoniacale. Enfin on la calcine au rouge sombre pour faire passer le peroxyde de manganèse à l'état de $Mn^3 O^4$. Il est préférable d'éviter le contact direct de la flamme et d'introduire d'abord, comme nous le faisons, la toile dans un gobelet de platine mince, puis de chauffer fortement celui-ci.

Le poids de $Mn^2 O^4$ est obtenu par différence entre le poids de l'électrode recouverte de $Mn^3 O^4$ et le poids de l'électrode pris *avant* l'électrolyse et non *après*. En prenant le poids *après* on aurait des chiffres un peu forts parce qu'après la dissolution de $Mn^3 O^4$ (dans un mélange d'acides nitrique et oxalique) le platine qui a été quelque peu désagrégé pendant l'électrolyse peut perdre quelques milligrammes.

Dosage de l'arsenic. — On chauffe 5 gr. de métal dans un ballon de 300 cm³ environ avec 25 cm³ de $SO^4 H^2$, assez long-

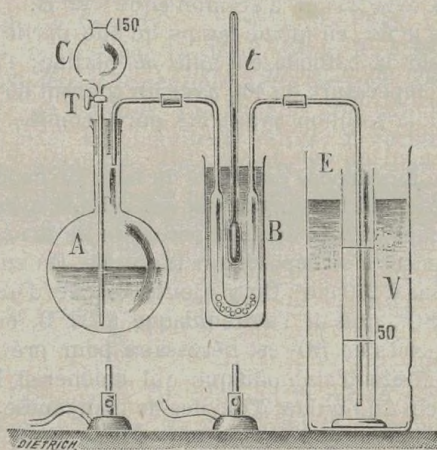


Fig. 2.

temps pour chasser tout l'acide sulfureux formé pendant

(1) Nous nous en sommes assurés en dosant l'oxygène actif par le permanganate de potasse et l'acide oxalique.

l'attaque. On laisse refroidir ensuite et sans faire de transvasage on monte, avec le ballon, l'appareil distillatoire de la figure 2. Le ballon A doit contenir en outre 15 gr. de sulfate ferreux et 20 gr. au maximum de sulfate ferrique qui oxyde les sulfures qui n'ont pu être attaqués par SO^4H^2 . On verse par l'intermédiaire de la boule C et du robinet T, 150 cm^3 d'acide chlorhydrique pur ordinaire. On ferme, aussitôt après, le robinet T et, après s'être assuré que la température du bain d'huile B est de 150 à 175°, on chauffe le ballon A d'abord doucement. L'arsenic distille à l'état de chlorure arsénieux; ce chlorure est retenu dans l'éprouvette E dans laquelle on a introduit d'avance 85 cm^3 d'eau. On arrête l'opération quand il a passé 35 cm^3 de liquide dans l'éprouvette E, ce qui a lieu une heure environ après qu'on a commencé à chauffer le ballon A. Dans ces conditions, l'arsenic passe seul dans l'éprouvette E; l'antimoine, s'il y en a, reste dans le ballon A.

Le tube en U, qui contient quelques perles de verre, retient toutes les projections qui pourraient provenir de A. La solution arsénieuse obtenue est titrée par l'iode.

Nous rappelons les détails du dosage par l'iode.

On ajoute, à la solution refroidie et étendue d'eau, de l'ammoniaque pure jusqu'à réaction alcaline. On rend de nouveau légèrement acide au moyen de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, puis on ajoute un petit excès de bicarbonate de soude. La solution est enfin refroidie, additionnée de 5 cm^3 d'eau d'amidon à 1 0/0 et titrée à l'iode jusqu'à coloration bleue persistante.

On aura soin de faire tous les dosages sur le même volume de liquide et de tenir compte du nombre de dixièmes de centimètres cubes nécessaires pour obtenir la coloration bleue permanente sur une solution exempte d'arsenic.

Le liquide qui est resté dans le ballon A, et qui ne contient plus d'arsenic, est versé dans un ballon de 650 cm^3 dont le fond a été préalablement enveloppé avec une toile métallique, ce qui lui permet de supporter une haute température. On introduit dans ce ballon 300 cm^3 de chlorure de zinc (1) ayant

(1) C'est Ulke (*Engineer and Mining Journal*, 1898, p. 727) qui a préconisé le premier le chlorure de zinc pour la séparation de l'antimoine dans le cuivre par la distillation; mais d'après la méthode qu'il indique, il ne faut pas moins de trois distillations successives pour avoir la totalité de l'antimoine.

pour densité 2,00, plus 25 gr. d'acide oxalique destiné à réduire le sel ferrique en sel ferreux beaucoup moins volatil que le premier. Grâce à cette réduction, le distillat ne contiendra pas de fer; avec le sel ferrique, au contraire, il passerait du fer qui risquerait de boucher le tube de sortie. On chauffe le fond du ballon avec une couronne à gaz de Wiesnegg, ce qui donne une chaleur uniforme et évite les soubresauts; une feuille d'amiante, enfilée par le col et reposant sur la partie supérieure du ballon, égalise encore la température et protège le bouchon de caoutchouc contre les atteintes de la chaleur.

On fait passer, pendant tout le temps de l'opération, au sein du liquide et par un tube qui plonge jusqu'au fond du ballon, un courant d'acide chlorhydrique gazeux (1). Le chlorure d'antimoine est reçu dans une fiole contenant de l'eau et refroidie extérieurement par de l'eau froide. Vers la fin de la distillation, on voit passer, par le tube de dégagement, des fumées blanches; on arrête la distillation quand ces fumées blanches ont fini de passer. Le tube de sortie du ballon, au lieu d'être coudé à angle droit comme pour le ballon A, est coudé à angle aigu, de façon à faciliter le départ des vapeurs lourdes constituées par le chlorure d'antimoine.

La partie distillée est chauffée au bain-marie une heure environ pour chasser SO^2 provenant de la réduction du sulfate ferrique par l'acide oxalique. Au moment de retirer du bain-marie on ajoute encore une goutte ou deux d'eau oxygénée qui détruit les dernières traces de SO^2 . Le liquide refroidi est ensuite neutralisé par de l'ammoniaque, puis additionné d'acide chlorhydrique en léger excès, enfin traversée par un courant d'hydrogène sulfuré qui précipite l'antimoine. Le sulfure d'antimoine est filtré, lavé avec une solution d'acide sulfhydrique, puis dissous dans un mélange de 200 cm^3 de sulfhydrate de sodium et 40 cm^3 de cyanure de potassium à 20 0/0. Ce sulfhydrate doit avoir pour densité 1,22 et être exempt de polysulfures. Nous avons indiqué sa préparation dans le *Bulletin de la Société chimique*, t. XXIX, p. 262 (1903) d'après les indications de Classen.

On électrolyse ce volume de 240 cm^3 avec un courant de

(1) L'acide chlorhydrique gazeux est obtenu par addition continue et régulière d'acide sulfurique à la solution chlorhydrique du commerce, ces deux liquides étant exempts d'arsenic.

1 ampère. On lave la cathode à grande eau pour enlever toute trace de sulfures, puis à l'eau distillée, puis à l'alcool. On sèche et on pèse l'antimoine.

La distillation de l'antimoine entraîne une partie de l'étain et du bismuth lorsque ces métaux sont là. L'étain ne gêne pas l'électrolyse de l'antimoine. Quant au bismuth, qui a pu se dissoudre en partie dans le sulfhydrate de sodium, il peut se déposer électrolytiquement avec l'antimoine. Aussi en présence de bismuth, le sulfure d'antimoine ne doit-il pas être dissout directement dans le mélange de Na SH et Cy K : on commence par le débarrasser du bismuth qui l'accompagne en le traitant par du sulfhydrate d'ammoniaque. De la solution sulfo-alkaline ainsi obtenue, on précipite l'antimoine à l'état de sulfure; le sulfure lavé est dissout dans le mélange de Na SH et Cy K indiqué plus haut, et la solution obtenue est électrolysée pour antimoine.

Dosage du soufre (à l'état de sulfate de baryum). — On attaque de 5 à 20 gr. de cuivre, suivant sa richesse en soufre par de l'eau régale chargée d'acide nitrique et l'on dose le soufre par les procédés connus.

Dosage de l'argent. — On dissout une nouvelle prise de 25 gr. de cuivre dans 190 cm³ d'acide nitrique de densité : 1,2. On fait bouillir pour chasser les vapeurs nitreuses; et, sans filtrer, on précipite le liquide porté à 70° environ, par quelques gouttes d'acide chlorhydrique; on maintient cette température jusqu'à ce que le chlorure d'argent soit bien rassemblé. On filtre; on lave avec de l'eau chaude et on redissout le précipité dans du cyanure de potassium; on étend à 250 cm³. La solution doit contenir 2 0/0 de cyanure de potassium. Le courant doit être de 0^{amp},1. Au bout de quelques heures le précipité est complet.

Ce précipité pourrait être pesé, mais comme il peut ne pas être pur, il est préférable de le dissoudre dans de l'acide nitrique au 1/5 (200 cm³) et de le titrer au sulfoeyanure (méthode de Charpentier) (1). Pour que la précision à laquelle conduit cette méthode soit à son maximum, il faut déterminer la fin de la réaction, non par l'apparition de la coloration

(1) Cette méthode est attribuée à Volhard par erreur; car elle a été indiquée par Charpentier (*Bull. de la Société des Ingénieurs civils*, 1870), quatre ans avant Volhard.

COMPOSITION

VARIÉTÉS DE CUIVRES	Cu	Ag	Au	As	Sb	Sn	Ni + Co	Fe	Zn	Pb	Bi	
1. Chili.												
Urmeneta	97,668	0,0395	0,0016	0,094	0,102	»	0,314	0,577	»	0,000	0,034	
	96,979	0,0369	0,0016	0,073	0,070	»	0,413	1,248	»	0,042	0,053	
	99,915	0,0129	»	0,009	0,002	»	0,005	»	»	traces	»	
Lota	99,822	0,0243	0,0007	»	0,038	»	0,037	traces	»	0,029	»	
	99,775	0,0092	»	0,016	0,004	»	0,027	»	»	traces	traces	
Catémou	98,623	0,0849	0,0001	0,047	0,000	»	0,114	0,295	»	0,021	0,034	
2. Lac Supérieur.												
Calumet et Hecla	99,963	0,0272	»	0,009	0,000	»	0,000	0,004	»	traces		
Tamarac	99,741	0,1120	»	»	0,013	»	0,000	traces	0,000	0,000	»	
	99,862	0,0455	»	0,037	0,004	»	0,007	»	»	traces	»	
Quincy	99,844	0,0940	»	»	0,005	»	0,000	0,008	0,000	0,000	»	
Oscéola	99,898	0,0430	»	0,037	0,010	»	0,012	»	»	traces		
Oscéola	99,813	0,0480	»	0,033	0,088	»	0,008	0,002	»	0,000	0,010	
3. Boléo.												
(Presqu'île de Californie)	96,580	0,0192	traces	0,039	0,054	0,106	0,311 0,419	0,955	»	0,172	0,000	S = 0,826
	91,818	0,0190	traces	0,028	0,018	0,164	0,967	4,420	0,653	0,006	0,000	
	90,022	»	»	0,041	0,006	»	0,900 1,130	5,232	0,700	0,233	0,015	Mn = 0,124
4. États-Unis.												
Electro Montana	99,835	»	»	»	0,010	»	0,007	0,004	»	»	»	
Arizona	99,731	0,000	»	»	0,096	»	0,053	0,017	»	traces	»	
5. Bolivie.												
Corocoro	99,842	0,000	»	»	0,027	»	0,039	0,008	»	0,000	»	
6. Australie méridionale.												
Wallaroo	99,610	»	»	0,002	0,074	»	0,236	0,000	»	0,000	0,040	
Cobar (Electro)	99,947	»	»	0,008	0,026	»	0,009	0,006	»	0,000	0,004	
7. Japon.												
Sumitomo	99,806	0,0142	0,0004	0,009	0,020	»	0,046	0,006	»	0,000	0,003	
Furukawa	99,262	0,1002	traces	0,068	0,016	»	»	»	»	»	»	
Furukawa	98,996	0,1134	0,0002	0,022	0,018	»	»	»	»	»	»	
Kohusen	98,224	0,0624	0,0024	0,062	0,088	»	»	»	»	»	»	
Yokohama	99,671	0,0472	0,0003	0,041	0,076	»	0,047	»	»	0,050	0,000	
Kitagawa	99,371	0,0238	0,0004	0,077	0,052	»	0,066	»	»	0,018	»	
Hibira	98,856	0,0150	0,0016	0,032	traces	»	0,080	0,038	»	0,026	traces	
Mitsu-Bishi (electro)	99,983	»	»	0,000	0,012	»	»	traces	»	0,000	traces	
Segawa-Orokawa	98,589	0,0282	traces	0,072	0,030	»	0,020	0,038	»	0,043	traces	

rouge due au sulfocyanure ferrique, mais par le retours, au moyen de nitrate d'argent titré, de cette coloration rouge à la coloration blanche du sulfocyanure d'argent. La netteté de ce dernier passage est, en effet, incomparablement plus grande.

On dissout donc l'argent dans 100 cm³ environ d'un mélange à volumes égaux d'eau et d'acide nitrique; on chauffe à l'ébullition après l'attaque pour éliminer toute vapeur nitreuse. La dissolution refroidie est additionnée de 5 cm³ d'alun de fer ammoniacal à 20 0/0, puis d'une solution titrée de sulfocyanure d'ammonium jusqu'à coloration rouge. On ajoute ensuite une solution titrée de nitrate d'argent (à 2 gr. d'argent par litre) jusqu'à ce que la coloration rouge passe au rose, puis *brusquement* au blanc. Les solutions titrées de sulfocyanure d'ammonium et de nitrate d'argent se correspondent exactement, de sorte qu'il suffit de retrancher du nombre de centimètres cubes de sulfocyanure versés, le nombre de centimètres cubes de nitrate d'argent versés et de multiplier par 2 cette différence pour avoir le poids de l'argent en milligrammes.

Dosage de l'or (à l'état métallique) (1). — 100 gr. de cuivre sont dissous dans 750 cm³ d'acide nitrique de densité 1,2; après dissolution on fait bouillir pour chasser les vapeurs nitreuses et on filtre. Le filtre qui contient tout l'or est séché, puis soumis à la coupellation avec du plomb et un petit morceau d'argent. Le bouton d'argent, obtenu par coupellation et qui contient tout l'or, est dissous dans de l'acide nitrique de densité 1,2. L'or resté insoluble est séché puis pesé.

Détails de l'opération. — Le filtre et son contenu sont déposés, avec un morceau d'argent de quelques centigrammes, sur une petite feuille de plomb pur, aussi mince que possible, ayant la forme d'un carré de 7 cm. de côté environ (les feuilles que nous employons ont été laminées et pèsent environ 20 gr.). On enveloppe le tout avec la petite feuille de plomb en formant un petit paquet aussi serré que possible (2). On porte celui-ci au moufle dans une coupelle

(1) D'après Riche.

(2) Il est d'usage de brûler au préalable le filtre et de n'envelopper dans le plomb que le résidu de la combustion. Nous avons supprimé cette combustion qui entraîne de petites pertes en or.

déjà rouge. Après la coupellation, le petit bouton d'argent obtenu est placé dans un matras d'essayeur rempli au $\frac{1}{5}$ par de l'acide nitrique pur (exempt de chlore) de densité 1,18. On chauffe lentement le matras légèrement incliné, jusqu'à ce que les vapeurs nitreuses aient été chassées par l'ébullition. On décante ensuite avec le plus grand soin le liquide clair; on rajoute NO^3H ($d = 1,28$), on fait bouillir de nouveau et on décante; puis on remplit le matras au tiers avec de l'eau et on décante de nouveau. On recommence le lavage s'il y a lieu; enfin on remplit complètement le matras d'eau, puis on le retourne brusquement dans un petit creuset en terre dit *creuset à recevoir*. Lorsque l'or est bien déposé dans le creuset, on relève le matras. L'eau qui reste dans le creuset, est décantée et celui-ci est porté au bord d'un moufle; lorsqu'il est bien sec, on l'introduit à l'intérieur du moufle où il est porté à la température du rouge sombre pendant quelques minutes. Après refroidissement l'or qui doit être bien jaune est versé sur le plateau d'une balance d'essayeur et pesé.

A. HOLLARD,

Docteur ès-sciences,
Chef du Laboratoire central des Usines
de la Compagnie française des Métaux.

L. BERTIAUX,

Essayeur du Commerce,
Chimiste à la Compagnie française des Métaux.

LA MESURE DU TEMPS PAR LE PENDULE ÉLECTRIQUE

par M. HENRI CHRÉTIEN,

Ingénieur E. S. E., Chef du Service Astro-physique à l'Observatoire de Nice.

(SUITE) (1)

Bien des dispositifs ont été employés pour entretenir électriquement le mouvement pendulaire et chacun peut encore en imaginer de nouveaux s'il s'agit simplement de faire osciller un balancier. Il est bon de remarquer, d'ailleurs, que, dans les dispositifs préconisés, le rôle joué par l'électricité

(1) Voir *Bulletins* 1 et 2.

était plutôt secondaire, se réduisant généralement à actionner, au moyen d'un électro-aimant, une pièce venant agir mécaniquement sur le pendule.

Lorsqu'il s'agit de la mesure du temps, le problème est tout autre et nous avons vu dans quelles conditions on peut espérer trouver une solution satisfaisante.

Voyons maintenant comment M. Lippmann est parvenu à remplir ces conditions.

Le pendule de M. Lippmann est formé d'une tige d'*invar* (alliage d'acier et de nickel, inventé par M. Ch.-E. Guillaume, et jouissant de la propriété remarquable de ne point se dilater à la chaleur), soutenant une loupe munie de deux aimants permanents NS, N'S', recourbés selon un arc de cercle situé dans le plan d'oscillation et concentriques à la suspension (*fig. 1*); ces aimants sont aussi identiques que possible et forment un système *astatique*, insensible à la variation du champ magnétique terrestre.

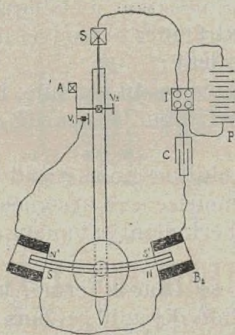


Fig. 1.

Les extrémités de ces aimants s'engagent dans quatre solénoïdes fixes (deux seulement de ces solénoïdes sont représentés sur la figure), formés chacun d'une bobine évidée, selon son axe, d'un trou assez large pour laisser passer les aimants, et recouverte de fil conducteur isolé à la soie.

Les connexions de ces bobines entre elles sont telles que si l'on envoie un courant dans leur circuit, leurs actions sont

concordantes pour solliciter le système d'aimants, dans un sens ou dans l'autre, selon le sens même du courant.

A chaque passage du pendule par la verticale, un courant aussi court que possible est lancé dans le circuit au moyen d'un interrupteur actionné par le pendule lui-même; cet interrupteur est la seule liaison mécanique à laquelle le pendule est soumis, et l'on conçoit que tous les efforts de l'inventeur aient porté sur ce point particulièrement délicat.

Dans un premier dispositif (*Journal de Physique*, t. V) une lame métallique formant ressort est encastrée en A et repose normalement contre une vis de butée réglable V_1 . La tige du pendule porte elle même une seconde vis de butée V_2 et ces vis sont réglées de telle manière que lorsque le pendule passe par la verticale, la lame-ressort cesse de toucher la vis sur laquelle elle reposait pour ne plus porter que sur l'autre. Donc, pendant un temps très court, dont la durée dépend de la position relative des vis et de la rigidité de la lame, ces vis se trouvent en communication métallique et un circuit qui aurait ces vis pour extrémités se trouverait fermé pendant ce temps. Ce circuit contient :

- 1° Les solénoïdes moteurs du pendule, B_1, B_2, B_3, B_4 ;
- 2° Un condensateur C, dont la capacité sera également désignée par C;
- 3° Une pile P d'un plus ou moins grand nombre d'éléments, dont la force électromotrice sera désignée par E;
- 4° Un inverseur I, permutant automatiquement les pôles de la pile.

Lorsque le circuit se trouve fermé, lors du passage du pendule par sa position d'équilibre dans un certain sens, la pile charge le condensateur C par l'intermédiaire de l'inverseur I et des solénoïdes moteurs; ceux-ci sont donc parcourus par un courant de très courte durée, non pas parce que le contact entre V_1 et V_2 est très court, mais seulement parce que le temps nécessaire à la charge du condensateur est lui-même prodigieusement petit, si bien qu'à la rupture du circuit il ne se produit pas d'étincelle, car il n'y a déjà plus de courant, le condensateur étant chargé à refus.

Ce courant, presque instantané, parcourant les solénoïdes, produit une véritable percussion électromagnétique sur les aimants; d'autre part, il actionne l'inverseur I, de manière

qu'au prochain passage du pendule par la verticale, la pile se trouvera connectée sur le circuit en sens contraire du précédent; alors, le condensateur se déchargera d'abord par ce circuit pour se recharger en sens contraire, ce qui donnera lieu à une percussion électromagnétique contraire à la précédente et agissant ainsi encore dans le sens favorable.

Une autre disposition, plus simple (*fig. 2*), consiste à placer la lame A sur le pendule lui-même et les vis V_1 et V_2 sur le support fixe, de part et d'autre, et réglées de telle manière que, lorsque le pendule est au repos, aucune d'elles ne touche la lame, mais en est aussi voisine que possible. Le lecteur voudra bien suivre lui-même sur la figure 2 ce qui se passe lorsque le pendule oscille et reconnaître qu'à chaque passage par la verticale le pendule est toujours percuté dans un sens variable avec le sens du mouvement. En R est un relai qui permet d'envoyer le courant d'une pile auxiliaire dans un ou plusieurs cadrans horaires spécialement construits.

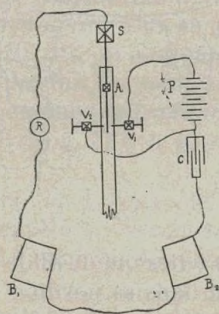


Fig. 2.

Enfin, une troisième disposition, qui est celle employée actuellement avec les pendules de M. Lippmann, est due à M. Leduc.

Elle consiste (*fig. 3*) à introduire la force électromotrice nécessaire à la mise en mouvement de l'électricité au moyen d'un phénomène d'induction. Le condensateur est alors supprimé, ainsi que la pile qui est reportée dans le circuit primaire d'un transformateur; le secondaire est intercalé dans

le circuit du pendule et remplace à la fois la pile, le condensateur et l'inverseur. Enfin le pendule n'agit plus sur son propre circuit, lequel est constamment fermé, mais sur le circuit primaire, qu'il ouvre ou ferme à chaque passage par la verticale. L'interrupteur du primaire est constitué de la manière suivante : un fil de platine est fixé par une de ses extrémités perpendiculairement au milieu d'un autre fil fin de même métal tendu entre deux vis ; l'autre extrémité vient reposer sur une lame biseautée D ; on peut régler la pression en D en tournant plus ou moins le fil AB autour de son axe. Enfin un fil de cocon s'attache en D d'une part et à la tige du pendule d'autre part ; les positions respectives du pendule et

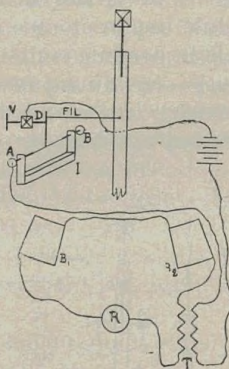


Fig. 3.

de l'interrupteur sont telles que le fil de cocon est juste tendu lorsque le pendule est dans sa position d'équilibre. Un écart du pendule à droite ou à gauche de cette position, si faible soit-il, et le circuit primaire est ouvert ou fermé, c'est-à-dire qu'un courant dont l'électricité est fournie par la pile P est lancé dans le primaire ou interrompu, à chaque passage par la verticale. Il en résulte au même moment une variation du flux magnétique à travers le circuit secondaire, d'où induction d'une force électromotrice, de sens variable, selon que le primaire se ferme ou s'ouvre, et production d'un courant induit presque instantané qui parcourt les solénoïdes moteurs dans un sens ou dans l'autre, car ce courant tend toujours à s'opposer à la variation de flux d'induction magné-

tique qui le fait naître; les phénomènes d'induction sont « conservateurs » : c'est la loi de Lenz. C'est aussi la caractéristique des phénomènes d'inertie des systèmes mécaniques et l'on a souvent comparé les phénomènes d'induction aux phénomènes d'inertie de la matière. Aujourd'hui, grâce à la théorie des *électrons*, nos auteurs ont changé de méthode et l'on aime bien mieux considérer la masse matérielle et le mouvement, que Pascal tenaient pour des notions primitives ne pouvant être qu'obscurcies par des explications, comme des phénomènes d'induction électromagnétique, qui doit devenir la seule notion claire et véritablement intuitive de toute la Physique.

Dans le troisième dispositif, il faut remarquer que, contrairement à ce qui se passe dans les deux précédents, on coupe le circuit *en charge*, c'est-à-dire lorsqu'il est encore parcouru par le courant; si l'on ne prenait des précautions spéciales, il en résulterait une étincelle aux points de rupture, laquelle pourrait avoir de gros inconvénients pour le pendule, en produisant une sorte de *collage* des pièces en contact. On évite cette étincelle en plaçant une très forte résistance R en dérivation sur l'interrupteur; tout se passe alors comme si, au lieu de couper le circuit, on augmentait considérablement sa résistance, ce qui produit les mêmes effets qualitatifs, mais l'énergie emmagasinée dans le primaire se dissipe, à la rupture, dans cette dérivation, et non sous la forme d'étincelles nuisibles.

Ces trois dispositifs constituent des cas particuliers de ce que M. A. Guillet a appelé un *électro balistique*. Le pendule à percussion mécanique pourrait de même s'appeler un *cinémo balistique*.

Au point de vue de la théorie de l'entretien du mouvement du pendule, les dispositifs (1) et (3) sont équivalents : l'action du pendule sur l'interrupteur se produit toujours au même point de sa course. Si nous supposons aussi que la percussion électromagnétique se produit en même temps, nous avons vu que dans le cas où cette position ne correspondrait pas tout à fait à la position d'équilibre, il y aura néanmoins compensation entre les perturbations de la phase à la montée et à la descente. Ce n'est pas rigoureusement le cas avec le dispositif de la figure 2. D'ailleurs est-il possible qu'il y ait jamais quelque chose de rigoureux quelque part, si ce n'est précisé-

ment que la rigueur mathématique n'existe nulle part ailleurs que dans la métaphysique? Lorsqu'on ferme le circuit de charge d'un condensateur ou le primaire d'un transformateur, le courant ne s'établit pas instantanément dans les circuits d'utilisation pour disparaître d'un seul coup; il s'établit au contraire progressivement, pour ne disparaître que peu à peu, toujours à cause des phénomènes d'induction. Examinons cela d'un peu plus près.

Considérons d'abord un circuit comprenant une pile P, de force électromotrice E, un interrupteur I; le reste du circuit étant purement métallique et présentant une résistance chimique R et un coefficient de self-induction L. Pour schématiser un tel circuit, on représente généralement la résistance R et la self-induction séparément, bien qu'en réalité elles soient toujours superposées. Une résistance simple, supposée dépourvue de self-induction et qu'on appelle *résistance morte* se représente par un trait en zig-zag; une self-induction se représente par une ligne bouclée, dessinant une hélice.

La règle de Kirchhoff appliquée à ce circuit donne l'équation du courant sous forme différentielle :

$$(7) \quad E = Ri + L \frac{di}{dt}.$$

Cette équation exprime que la force électromotrice de la pile est employée à vaincre la résistance du circuit d'une part et de l'autre à vaincre son inertie électromagnétique.

Si l'on désigne par i_0 l'intensité du courant à l'époque initiale, on aura, pour solution de cette équation,

$$(8) \quad i = \frac{E}{R} + \left(i_0 - \frac{E}{R} \right) e^{-\frac{R}{L}t};$$

e désigne le nombre 2,718 qui sert de base aux logarithmes naturels.

Trois cas particuliers sont intéressants : 1° A l'époque initiale, le circuit était ouvert et on le ferme, au moyen de l'interrupteur I; alors $i_0 = 0$ et l'on a simplement

$$(9) \quad i = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right).$$

Le courant, d'abord nul, croît peu à peu et tend vers une valeur de régime $\frac{E}{R}$, qui n'est théoriquement atteinte qu'au bout d'un temps infiniment long. Plus la quantité $\frac{L}{R}$ sera grande, plus le courant s'établira lentement. Ce rapport, qui est homogène à un temps, a reçu le nom de *constante de temps* du circuit. Pour un appareil télégraphique Morse, possédant dans son circuit deux bobines de fil avec noyau de fer et armature, le coefficient L peut être de l'ordre de 10 *henrys*; la résistance des deux bobines sera de 200 ohms. La constante de temps sera donc de $1/20^{\circ}$ de seconde, car il suffit de faire le quotient des *henrys* par les *ohms*, ces unités étant des équimultiples des unités C.G.S. (1); cela veut dire qu'au bout de $1/20^{\circ}$ de seconde, le courant aura atteint les deux tiers (exactement $1 - \frac{1}{e} = 0,632$) de sa valeur de régime. Dans le pendule, la constante de temps sera généralement au-dessous de cette valeur; mais il m'est difficile de donner un chiffre pour le moment;

2° Le deuxième cas particulier est celui où, le régime étant supposé établi, on supprime la pile en la remplaçant par une résistance morte de même valeur; il faut faire alors, dans la formule (2), $E = 0$ et $i_0 = \frac{E}{R}$; il vient ainsi

$$(10) \quad i = \frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L}t}.$$

Le courant décroît depuis sa valeur de régime $\frac{E}{R}$ jusqu'à 0; il n'est complètement éteint qu'au bout d'un temps théoriquement infini;

3° Supposons enfin que, le régime étant établi, on augmente brusquement la résistance du circuit en intercalant une résistance \mathcal{R} , supposée non inductive; c'est le cas du circuit primaire du troisième dispositif (en supposant le circuit secondaire interrompu, car alors le courant qui y circulerait viendrait compliquer le phénomène). Le courant part alors de la valeur $\frac{E}{R}$ pour tendre vers une nouvelle valeur

(1) Autrement dit, dans le système d'unités pratiques, l'unité de temps, la seconde, est conservée.

limite $\frac{E}{R+\mathcal{R}}$, d'après la formule

$$(11) \quad i = \frac{E}{R+\mathcal{R}} + \left(\frac{E}{R} - \frac{E}{R+\mathcal{R}} \right) e^{-\frac{R+\mathcal{R}}{L}t}.$$

La suppression de cette résistance \mathcal{R} ramène le courant à sa valeur initiale d'après une formule semblable à (5), et qui s'écrit

$$(11') \quad i = \frac{E}{R} + \left(\frac{E}{R+\mathcal{R}} - \frac{E}{R} \right) e^{-\frac{R}{L}t};$$

il faut remarquer que dans le premier cas [formule (5)] la constante de temps du circuit est $\frac{L}{R+\mathcal{R}}$ et, dans le second, elle est $\frac{L}{R}$, c'est-à-dire beaucoup plus grande si \mathcal{R} est considérable, comme c'est précisément le cas ($\mathcal{R} = 15.000^{\text{cs}}$ env.).

La loi de circulation du courant dans le secondaire ne sera donc pas la même pour les deux sens, mais nous verrons que la valeur totale de la percussion ne sera pas changée néanmoins. Il est à peine besoin d'ailleurs de signaler que les formules précédentes ne sont que très approximatives et n'ont pour but que de donner une idée de l'ordre de grandeur des phénomènes et particulièrement de leur durée; un calcul rigoureux serait inextricable et inutile d'ailleurs, vu l'impossibilité pratique où l'on est de prévoir exactement les constantes inductives d'un circuit.

Examinons maintenant ce qui se passe lorsqu'on emploie un condensateur. Le circuit contient, dans toute sa généralité : une pile de charge E , un condensateur C , une résistance R , une self L et un interrupteur I . Le condensateur étant dans un certain état d'électrisation, on ferme l'interrupteur. Que se passe-t-il? La réponse est encore donnée par la règle de Kirchhoff (7), seulement la force électromotrice E doit en outre surmonter la différence de potentiel V aux bornes du condensateur : on écrira donc

$$(7') \quad E - V = Ri + L \frac{di}{dt}.$$

La différence de potentiel V dépend de la charge m du con-

densateur :

$$V = \frac{m}{C},$$

et m est actuellement inconnue; on ne connaît que sa vitesse de variation avec le temps, qui est précisément égale à l'intensité du courant puisque c'est ce courant qui amène l'électricité sur les armatures :

$$\frac{dm}{dt} = i;$$

pour se débarrasser de m , il faut donc dériver l'équation (7'), ce qui donnera, avec quelques transformations évidentes :

$$(12) \quad L \frac{d^2 i}{dt^2} + R \frac{di}{dt} + \frac{i}{C} = \frac{dE}{dt}.$$

J'ai conservé au second membre la quantité $\frac{dE}{dt}$ qui représente la vitesse de variation de la force électromotrice de la pile; c'est simplement pour donner la formule dans toute sa généralité; mais cette quantité est nulle : notre pile ne varie pas, non parce qu'elle est une pile idéalement parfaite, mais parce qu'elle n'a pas le temps de varier, le condensateur limitant presque instantanément sa dépense électrique. L'équation (7) était une équation différentielle linéaire du *premier ordre*; celle-ci est du *second*, c'est le résultat inévitable de l'élimination de la charge du condensateur. La solution ne sera pas plus difficile à trouver : il suffira de la prendre dans la relation (13) :

$$(13) \quad i = \frac{(E - V)_0}{\sqrt{R^2 - 4\frac{L}{C}}} e^{-\frac{R}{2L}t} \left(e^{\sqrt{\frac{R^2}{4L^2} - \frac{1}{LC}}t} - e^{-\sqrt{\frac{R^2}{4L^2} - \frac{1}{LC}}t} \right);$$

$(E - V)_0$ désigne l'excès de la force électromotrice de la pile sur la différence de potentiel du condensateur à l'origine du temps. Le courant part donc de zéro, croît, puis redevient nul au bout d'un temps théoriquement infini. Il atteint donc une valeur maximum à un certain moment. L'époque de ce maximum est donnée par la formule

$$(14) \quad T = L \sqrt{\frac{C}{CR^2 - 4L}} \log \frac{R\sqrt{C} + \sqrt{CR^2 - 4L}}{R\sqrt{C} - \sqrt{CR^2 - 4L}}.$$

Tout ceci suppose que la quantité placée sous le radical est positive; autrement la décharge serait *oscillante*.

Maintenant notre circuit ne contient plus de transformateur bobiné sur fer, la self-induction est diminuée considérablement de ce fait; en outre, il y a intérêt à augmenter la quantité de fil bobiné sur les solénoïdes de façon que leur résistance soit très grande par rapport au reste du circuit: ceci augmente la self. Prenons $R = 3.000$; $L = 1$; $C = 1$ microfarad ($= 10^{-6}$); il vient $T = 1/250^{\circ}$ de seconde.

Comment ces courants agissent-ils dans les solénoïdes pour percuter le pendule? Nous supposerons qu'au moment de la percussion, les pôles des barreaux aimantés se trouvent au centre des bobines. Soit r le rayon d'une spire dont le plan est supposé situé à une distance x du pôle; lorsqu'un courant d'intensité i y circule, il crée un champ magnétique qui, à l'endroit du pôle, a pour valeur

$$(15) \quad 2\pi i \frac{rx}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

Le champ dans lequel se trouve le pôle est la somme de tous les champs élémentaires produits par toutes les spires; on peut le calculer lorsqu'on connaît la distribution de celles-ci. Généralement, on s'arrange pour avoir le plus grand champ possible pour la même quantité de fil; en toute rigueur ceci conduirait à une forme compliquée; on adopte comme section méridienne du bobinage la section rectangulaire la plus efficace: c'est celle dont le diamètre D est égal aux $5/3$ de la longueur l ; si n_1 est le nombre des spires qu'elle contient par cm^2 de section axiale, on a pour valeur du champ au centre

$$(16) \quad \mathcal{C} = 4,83 n_1 D i.$$

Le champ magnétique s'exprime généralement en Gauss, unité C.G.S.; si le courant est exprimé en ampères, le résultat précédent doit être divisé par 10, car l'ampère est le $1/10^{\circ}$ de l'unité C.G.S. de courant. La force qui sollicite la masse magnétique μ est alors

$$(17) \quad f = \mu \mathcal{C} = \gamma \mu i,$$

γ étant la *constante galvanométrique* des bobines (ici γ est égal à $4.83 n_1 D$).

Pendant le choc, i varie, mais les pôles des aimants ne se déplacent pas sensiblement et la constante galvanométrique peut être considérée comme une véritable constante, d'autant plus qu'elle a précisément une valeur maxima au centre des bobines; le moment de la force qui agit alors sur le pendule est $f \times l$, l étant la distance verticale des pôles à l'axe de suspension; pendant le temps très court que dure l'action magnétique, l'équation du mouvement est donc, en conservant les notations employées précédemment,

$$mk^2 \frac{d^2 \theta}{dt^2} = \gamma \mu i l.$$

Intégrons les deux membres de cette égalité, multipliés par dt , pendant toute la durée du courant; on aura

$$mk^2 \Delta \theta' = \gamma \mu l \int i dt = \gamma \mu l q,$$

q étant la quantité d'électricité totale mise en jeu dans le circuit des solénoïdes et $\Delta \theta'$ la variation de la vitesse qu'elle produit.

En résumé, on a

$$(18) \quad \Delta \theta' = \gamma \mu q \frac{l}{mk^2},$$

pour expression de la variation de vitesse angulaire du pendule, et cela quelle que soit la loi de variation du courant dans les solénoïdes, pourvu, toutefois, que l'action de ce courant soit suffisamment courte pour que l'on puisse négliger le déplacement du pendule pendant ce temps.

Mer Baltique, octobre 1908.

(A suivre.)

BIBLIOGRAPHIE

En raison de l'abondance des matières de ce numéro, notre analyse bibliographique mensuelle sera reportée au prochain Bulletin.

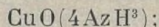
SOIE ARTIFICIELLE

SUITE (1)

PROCÉDÉ AU CUIVRE

Pour la soie au cuivre, comme pour la soie Chardonnet, la matière première est encore la cellulose, mais le dissolvant est l'oxyde de cuivre ammoniacal.

Ce dissolvant, le plus anciennement connu, a été découvert en 1857, par Schweitzer; sa notation chimique est



il se prépare de la façon suivante :

Dans un flacon de verre renfermant des tournures de cuivre bien brillantes, on verse de l'ammoniaque, en présence de l'air, puis on agite; le liquide se colore en bleu, car le cuivre est attaqué et son oxyde se dissout; l'action est très rapide.

Si, dans une telle liqueur, on introduit un corps contenant de la cellulose, par exemple du papier buvard, la cellulose se dissout presque instantanément et la liqueur devient gélatineuse. On en fait disparaître la coloration bleue en y versant un acide.

Le précipité de cellulose ainsi obtenu ne présente aucune structure au microscope.

Cette préparation fut méconnue pendant de longues années, jusqu'au jour où M. Chardonnet réussit à produire la soie qui porte son nom. Alors, on se souvint de la propriété de l'oxyde de cuivre ammoniacal et de nos jours une importante fabrication la met à profit pour concurrencer la soie Chardonnet.

PROCÉDÉ A LA VISCOSE

Dans ce procédé, le dissolvant employé est le sulfure de carbone, de notation CS^2 .

Lorsqu'on traite la cellulose, en présence de soude caustique, par le sulfure de carbone, elle contracte et acquiert des

(1) Voir le *Bulletin*, n° 1.

propriétés chimiques nouvelles. Par exemple, si nous prenons un écheveau de coton, imbibé de soude caustique, et si nous le trempions, encore humide, dans un flacon renfermant du sulfure de carbone, nous obtenons, au bout de 3 heures, une masse gélatineuse, qui donne naissance, en y ajoutant de l'eau, à une dissolution très visqueuse qui, abandonnée à elle-même pendant 10 jours environ, s'épaissit progressivement, se forme en caillot, se concrète et devient une matière dure comme le bois, susceptible d'être travaillée au tour et de prendre du poli : c'est de la cellulose régénérée par transformation chimique.

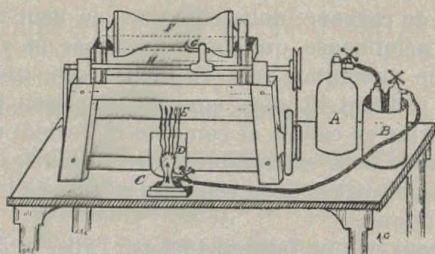
Cette découverte fut faite en 1898 par Cross et Bewan, alors que la soie Chardonnnet et la soie au cuivre étaient déjà sur le marché. A cette forme de la cellulose, on donna le nom de *viscose* et l'on fabriqua avec toutes sortes d'articles : boutons de portes, porte-cigarettes, etc. C'est une substance extrêmement solide, n'ayant pas l'inconvénient grave du celluloid, c'est-à-dire l'inflammabilité. Disons en passant qu'elle peut s'incorporer au caoutchouc, l'empêchant ainsi de se gercer, réel progrès sur la vulcanisation ordinaire du caoutchouc. On en fait aussi des pellicules, obtenues en versant la viscose sur une plaque de verre exposée ensuite à l'air d'une étuve à 50° C. ; le sulfure de carbone se volatilisant, on obtient des feuilles très tenaces, non dangereuses comme les pellicules de collodion, qui peuvent être employées en cinématographie.

Mais, pour revenir à l'objet de ces lignes, nous pouvons dire qu'un premier emploi de cette matière consiste à la transformer en fils.

En principe, on obtient un fil en faisant couler une matière durcissante par des orifices très fins ; la matière sèche ensuite très vite pour prendre la forme solide. La viscose étant peu fluide, elle se refuserait à traverser spontanément de tels orifices ; il a donc fallu recourir à un appareil spécial, dont nous donnons ci-dessous le schéma.

Cet appareil comporte un vase en cuivre A renfermant l'air comprimé agissant sur la viscose. Celle-ci est contenue dans un vase B où se raccordent deux tubes, l'un descendant jusqu'au fond du vase, l'autre aboutissant à la filière C, composée d'une lame très mince percée de trous extrêmement fins au nombre de 5 ; nous pouvons donc obtenir 5 brins. Cet ajutage est placé au fond d'un vase D qui contient un liquide

coagulant, dans l'espèce du sulfate d'ammoniaque, ayant pour effet de donner une certaine consistance au fil dès sa forma-



tion; en outre, on évite que les fils ne puissent se coller ensemble en additionnant la viscose d'aluminate de soude.

Ces précautions sont prises pour que les fils puissent s'enrouler en spires sur un cylindre de verre F. Un œillet G, placé sur un curseur H, déplace l'arrivée des fils de manière que ces derniers ne viennent se superposer qu'au bout d'un certain laps de temps.

Cet appareil sert également, comme nous l'avons dit plus haut, à la fabrication de la soie au cuivre, mais nous ne donnons ici que des grandes lignes.

L'éclat du fil est obtenu en faisant sécher celui-ci sous une certaine tension.

En terminant, nous ajouterons que l'on peut introduire dans la viscose une matière colorante, qui sera fixée dans la masse de la fibre même.

Observons enfin que nous n'avons pas eu besoin de nitrer, ni de dénitrer, ni d'employer de l'alcool ou de l'éther, corps coûtant très cher; il y a donc grand avantage à produire la soie artificielle par ce procédé. Cette fabrication a pris actuellement une extension suffisante pour entrer en lutte avec la soie Chardonnet.

Les usines produisant la soie au cuivre sont à Givet, à Isieux, près Saint-Étienne, en France; à Elberfeld, en Allemagne, et à Niedermorschweiler, en Alsace.

A. GIRET,
Exportateur en tissus.

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVETS D'INVENTION

N° 392.723.

Marine et Navigation

Appareil d'aviation.

La présente invention a pour objet un appareil d'aviation du genre *aéroplane*, caractérisé par le fait que sa propulsion et son orientation dans le sens horizontal s'opèrent au moyen de deux hélices à mouvements simultanés et à commande indépendante et placée sous un certain angle par rapport à l'axe de l'appareil, un plan stabilisateur destiné à donner à l'appareil la direction dans le sens vertical, pouvant osciller dans les deux sens, afin de seconder, le cas échéant, l'effet des hélices dans l'orientation horizontale; les hélices étant actionnées par un moteur unique et commandées au moyen d'un changement de vitesse, ces hélices possédant une ou plusieurs ailes en forme de filets de vis, soit à surface continue, soit formées de lamelles parallèles entre elles, et placées sous un certain angle par rapport à la surface générale de l'aile; le diamètre des ailes pouvant être plus grand à la partie postérieure qu'à la partie antérieure des hélices ou *vice versa*.

N° 392.725.

Arts chimiques

Composé permettant la décomposition de l'eau en vue de la préparation rapide de l'hydrogène.

L'invention comporte :

1° Un composé permettant la décomposition de l'eau en vue de la préparation rapide de l'hydrogène, comprenant un mélange de limaille pure d'aluminium avec 1 à 2 pour 100 de bichlorure de mercure et 0,5 à 1 pour 100 de cyanure de potassium en poudre que l'on doit conserver à l'abri de l'humidité.

2° Un mode de préparation de l'hydrogène au moyen du composé ci-dessus, consistant à en traiter une certaine quantité par

un poids égal d'eau, de façon à amorcer la réaction en provoquant au début un certain échauffement assez vif, et à la continuer par une alimentation appropriée d'eau pour maintenir la température du récipient dans lequel on opère à une valeur voisine de 70 degrés, le gaz hydrogène produit étant recueilli de toute façon connue.

N° 392.737.

Articles de Paris et Industries diverses

Procédé de fabrication de décalcomanie par impression héliographique, autotypique, respectivement polychromes.

L'invention porte sur un procédé pour rendre une image, obtenue au moyen de clichés d'impression fabriqués photomécaniquement, propre à être transférée sur des objets quelconques; ce procédé consiste en ce que sur l'image complètement imprimée, la couleur est saupoudrée pour lui donner du corps, qu'ensuite toute l'image est vernie puis saupoudrée à nouveau pour donner de la force également aux demi-tons les plus fins, après quoi le transfert de l'image peut s'effectuer par un vernis collant ou analogue appliqué par impression sur toute l'image.

En outre, lors de la fabrication de la décalcomanie par photocollographie, le cliché d'impression peut être traité par la formaline.

N° 392.750.

Arts textiles utilisation des fibres et des fils

Produit économique de la pâte à papier.

La production économique de la pâte à papier, obtenue en traitant les végétaux, tels que l'asphodèle, comme exemple, d'abord par une ou plusieurs ébullitions à l'eau ordinaire suivies d'un ou plusieurs pressurages pour en retirer les produits tels que : glucose, gomme, cellulose ronde, viscosse, etc. Puis, ensuite, par une cuisson sous pression, avec une petite quantité de soude pour obtenir le blanchiment des fibres constituant la pâte à papier.

Le Gérant : E. DELAUPE.

Paris. — Imprimerie nouvelle (Association ouvrière), 11, rue Cadet,
A. Mangeot, directeur. — 2811-8.

L'UTILISATION DES GAZ DE HAUTS FOURNEAUX

HISTORIQUE

Pour le voyageur parcourant une région voisine d'un centre métallurgique, au commencement du siècle dernier, c'était un fort beau spectacle qui s'offrait à sa vue lors de la tombée de la nuit.

Le long jet de flammes sortant haut du gueulard, à 12 ou 14 mètres du sol, jetait sur tous les environs une lueur rouge visible de fort loin. Joignez à cela les bruits multiples des machines et des forges et vous pourrez vous rendre compte de l'impression profonde et grandiose qu'emportait le spectateur.

Dante Alighieri, en son "*Enfer*", n'eût pas mieux imaginé et cependant tous ces bruits, tout cet éclaircissement de fournaise, étaient bien voulus, nécessaires, pour arriver à extraire et produire le fer, métal si précieux pour le travail moderne.

Pourtant, la beauté du spectacle, si elle captiva l'esprit du rêveur, n'arrêta pas celui du chercheur. On se rendit compte que les hautes flammes créaient un foyer de chaleur inutilement employé à chauffer l'atmosphère. Les crises économiques industrielles ont pour conséquence de diminuer le pourcentage des pertes en obligeant à utiliser, à mettre en œuvre, des matières jusqu'alors considérées comme déchets ou résidus de fabrication. C'est ce qui arriva pour les gaz de hauts fournaux dont la combustion donnait lieu à ce jet de flammes au gueulard.

Vers 1837, il vint à l'idée d'un Français : M. Fabre Dufour ou Faber du Faur, d'essayer de capter les produits combustibles gazeux s'échappant du gueulard et de les utiliser à chauffer l'air froid injecté par les tuyères dans l'ouvrage.

Cette idée n'était pas nouvelle, puisque déjà, en 1822, E. F. Leuchs l'avait émise, et qu'en 1829 J. B. Neilson entreprit de souffler à l'air chaud les hauts fourneaux de la Clyde, en Ecosse.

On ne s'arrêta pas là ; les gaz de hauts fourneaux furent, par la suite, utilisés à la vaporisation de l'eau des chaudières alimentant les machines soufflantes et les machines nécessaires aux monte-charges et accessoires du haut fourneau.

Toutefois, ce n'est que vers 1894-1895 que fût utilisée directement la force motrice des gaz par les moteurs à gaz pauvre répartis dans les diverses parties de l'usine ou groupés dans une station électrique centrale envoyant la force dans les dynamos réceptrices.

MM. Thwaite et Gardner installèrent un moteur à gaz pauvre de 30 chevaux aux fourneaux de Wishaw en Angleterre. En Allemagne l'usine de Hörde fit le premier essai en octobre 1895.

Mais le début vraiment intéressant fut celui de la Société Cockerill qui, le 15 mai 1895, prit un brevet pour l'emploi des gaz de hauts fourneaux. Depuis, la grande usine de Leraing n'a fait que persévérer dans cette voie, et est parvenue à créer des moteurs dont la puissance est de plusieurs milliers de chevaux, fonctionnant avec ces gaz qui autrefois se répandaient en pure perte dans l'atmosphère.

LE HAUT FOURNEAU

(SES DIFFÉRENTES PARTIES)

Le haut fourneau, appareil dans lequel s'extrait le fer du minerai, est constitué par deux troncs de cône réunis par leur plus grande base.

A la base du tronc de cône inférieur se trouve une partie cylindrique dans laquelle s'opèrent les dernières réactions.

Voyons en détail quelles sont les différentes parties du haut fourneau.

Les matières à traiter sont introduites, soit mécaniquement, soit par des ouvriers, par la partie supérieure qui porte le nom de **gueulard**.

La partie la plus large, là où les deux troncs de cône sont réunis par leur grande base, s'appelle le **ventre**. Le tronc de cône supérieur au-dessus du ventre est désigné sous la dénomination de **cuve**, et le tronc de cône inférieur au-dessous constitue les **étalages**.

La partie cylindrique, à la suite des étalages, est l'**ouvrage**,

où débouchent les tuyères amenant l'air nécessaire à la combustion du charbon.

Enfin, à la partie inférieure, est disposé le **creuset** dans lequel la fonte liquide se rassemble avec le laitier qui la surnage. Le creuset est muni de deux orifices placés aux extrémités d'un même diamètre, mais non dans le même plan horizontal. Par l'orifice le plus bas on coulera la fonte tandis que le laitier sera évacué par l'orifice supérieur.

Suivant la disposition du creuset, on rapporte les hauts fourneaux à 2 types : à **poitrine fermée** et à **poitrine ouverte**.

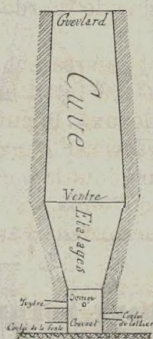


Fig. 1.

COUPE SCHÉMATIQUE D'UN HAUT FOURNEAU A POITRINE FERMÉE

La figure 1 représente un haut fourneau à poitrine fermée, l'ouvrage et le creuset se continuent sans différence de forme, seuls les orifices des tuyères et de coulée les distinguent.

En 5 est figuré un haut fourneau à poitrine ouverte dans lequel la fonte est retenue par une masse *a* appelée **dame**, sorte de plan incliné sur lequel s'écoule le laitier surnageant la fonte. Un trou creusé dans la dame permet d'effectuer la coulée.

La partie *b* appelée **tympe** forme le bas de l'ouvrage, sa partie inférieure est un peu au-dessus du niveau de la partie supérieure de la dame, de façon telle que le laitier forme obturateur dans la partie vide entre la dame et la tympe et empêche les gaz de s'échapper.

La forme intérieure du haut fourneau est ce que l'on appelle le **profil**, et varie suivant les matières traitées, les

PROFILS DE HAUTS FOURNEAUX

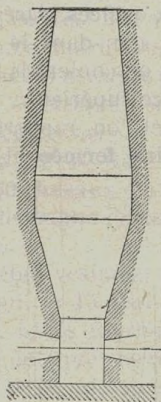


Fig. 2.

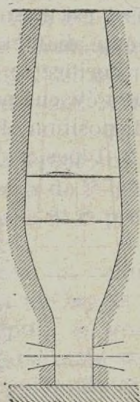


Fig. 3.

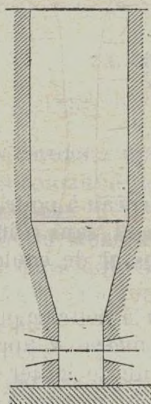


Fig. 4.

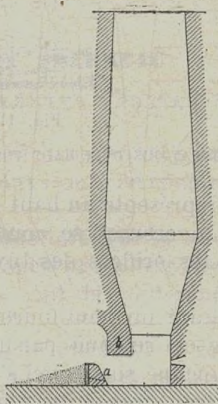


Fig. 5.

PROFIL DE HAUT FOURNEAU
A POITRINE OUVERTE

matières à obtenir; toutefois, il doit tendre à favoriser la bonne allure de l'appareil, avec le meilleur rendement et le minimum de dépense de combustible et de force.

Pourtant, on peut arriver à formuler quelques relations entre les diverses parties d'un haut fourneau.

Le rapport le plus favorable entre le diamètre du ventre et la hauteur doit être compris entre $1/3$ et $1/4$. Si le diamètre

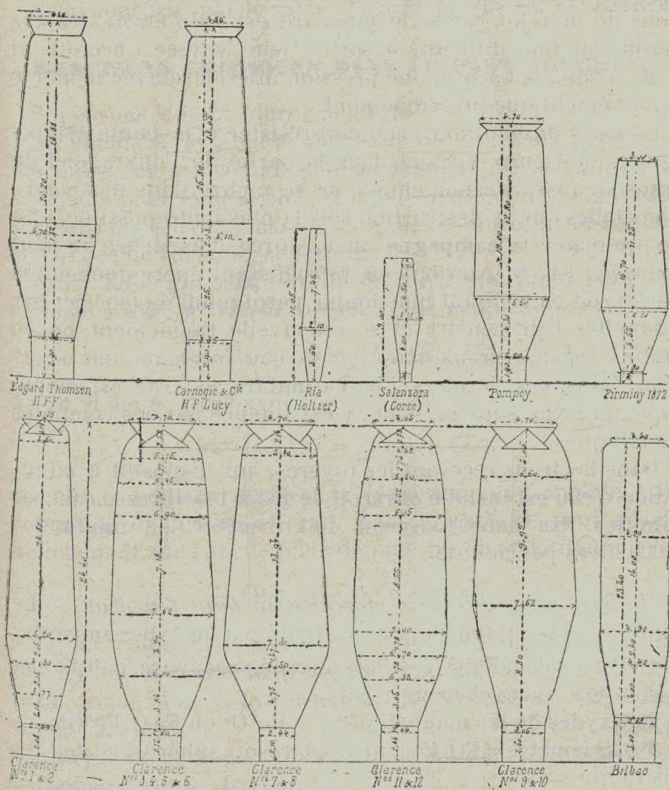


Fig. 6.

DIVERS PROFILS DE HAUTS FOURNEAUX

est trop petit, les matières introduites descendent difficilement; les gaz, gênés dans leur marche ascensionnelle, créent une pression intérieure qu'il faut vaincre par une dépense de force supplémentaire aux machines soufflantes. Avec un dia-

mètre trop grand, la descente des charges s'opère irrégulièrement avec répartition inégale des différents constituants, et le minerai se réduit dans de mauvaises conditions.

Le rapport du diamètre du gueulard à celui du ventre doit être de $\frac{3}{4}$ ou $\frac{5}{6}$ pour se trouver dans les meilleures conditions de marche, car si le gueulard est trop étroit, les gaz éprouvent une difficulté à sortir, leur vitesse s'accroît, et il se forme, là encore, une pression intérieure avec le même inconvénient que précédemment.

La paroi du haut fourneau doit résister à la haute température intérieure, surtout dans la partie de l'ouvrage et du creuset; aussi, s'est-on efforcé de se mettre dans des conditions telles que sa destruction soit la plus lente possible, afin de prolonger la **campagne** ou la durée d'existence du haut fourneau. On y parvient en refroidissant énergiquement la paroi, soit en utilisant une double paroi muni de fenêtres par lesquelles l'air pénètre et se renouvelle rapidement, ou en établissant une circulation rapide d'eau froide ou une asperersion. Dans ces derniers cas, l'armature externe est métallique, et l'eau, sous pression, y est amenée par des conduites métalliques.

Dans les trous recevant les tuyères, un dispositif à circulation d'eau est installé et reçoit de 135 à 175 litres d'eau par minutes. Un haut fourneau doit recevoir, au minimum, 2,000 litres par minute.

Matières nécessaires à la marche d'un haut fourneau. — Le minerai de fer employé est représenté par les types suivants :

1° Peroxydes (Fe^2O^3). — Fers oligiste, spéculaire, oolithique; hématites rouge et brune;

2° Oxydes de fer magnétiques. — Fe^3O^4 ou $\text{FeO}.\text{Fe}^2\text{O}^3$;

3° Carbonates (CO^3Fe). — Sidérose, sphérosidérite, fer spathique.

Le combustible employé est soit le charbon de bois, soit le coke métallurgique.

Au minerai, on adjoint des composés appelés **fondants**, dont le but est de réagir sur les **gangues** accompagnant le minerai en donnant des **laitiers**, silicates polybasiques, ou mélanges de silicates à bases alcalines ou alcalino-terreuses, contenant tous les corps fixes non métalliques chargés dans le haut fourneau.

Suivant la nature de la gangue, siliceuse ou calcaire, on ajoute des fondants calcaires ou siliceux.

Le fondant calcaire, constitué de carbonate de chaux, de chaux, de dolomie (carbonate double de chaux et de magnésie), s'appelle la **castine**.

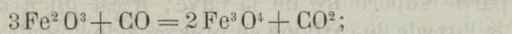
Celui constitué par le sable, l'argile, le quartz, est l'**erbue**.

RÉACTIONS CHIMIQUES DANS LE HAUT FOURNEAU

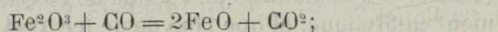
Supposons le haut fourneau allumé.

Au gueulard, le minerai déchargé pénètre dans la cuve et rencontre les gaz chauds dont la température est plus que suffisante pour le dessécher et même le déshydrater. En descendant, il s'échauffe, arrive au rouge sombre, et, au contact de l'oxyde de carbone, se réduit.

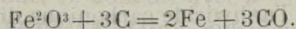
Ainsi Fe^2O^3 , le sesquioxyde de fer, traité par l'oxyde de carbone à 450° , se transforme en oxyde magnétique Fe^3O^4 ,



à 850° , il donne de l'oxyde ferreux FeO ,

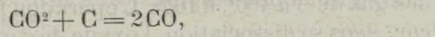


et enfin, au-dessus de 900° , la réduction est complète avec formation de fer métallique, mais le carbone peut réagir directement sur l'oxyde pour donner du fer métallique :

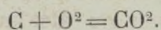


Le fer coule, mais à l'arrivée dans les étalages, sous l'influence de la haute température, il se combine au carbone pour donner lieu à la formation de carbures de fer, constituant la fonte.

L'oxyde de carbone provient de la réaction de l'anhydride carbonique sur le charbon :

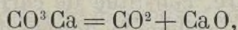


et l'anhydride carbonique résulte de la combustion du charbon au contact de l'air des tuyères :



Toutefois, quand le fondant est calcaire, il peut lui-même,

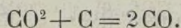
vers 900°, donner lieu à un dégagement d'anhydride carbonique en se décomposant :



et la chaux formée se combine alors à la silice de la gangue pour former le laitier dont il a été parlé plus haut.

L'anhydride carbonique, formée par la réduction de l'oxyde du minerai, se trouve en contact, dans les parties supérieures de la cuve, avec du charbon, et reforme en partie de l'oxyde de carbone qui s'échappe avec les autres gaz par le gueulard ; c'est pourquoi ces gaz sont combustibles et peuvent être ensuite utilisés.

La réaction est la suivante :

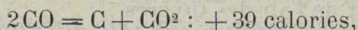


Un fait intéressant est celui du dépôt du charbon dans la partie supérieure de la cuve ; il est dû à une dissociation de l'oxyde de carbone en présence de l'oxyde du minerai.

Sir Lowthion Bell a étudié la question sous toutes ses formes, et à démontré que l'action de l'oxyde n'est que purement catalytique, et que l'oxyde de fer n'est pas le seul corps capable de déterminer cette dissociation. Les oxydes de nickel : NiO , Ni^2O^3 , le nickel métallique, l'oxyde de cobalt : Co^3O^4 , le cobalt métallique, l'acide titanique, produisent aussi la dissociation de l'oxyde de carbone.

La présence de l'anhydride carbonique diminue le dépôt de charbon ; l'oxyde de carbone se dissocie, mais tout en laissant la réduction s'opérer rapidement.

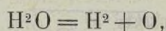
Les recherches de L. Bell ont permis d'éclairer des phénomènes jusqu'alors restés sans pouvoir être expliqués. C'est ainsi que, pour mieux utiliser toute la chaleur émise dans le haut-fourneau, on avait songé à construire des appareils ayant jusqu'à 30 mètres de haut pour abaisser la température des gaz de 3 à 400°, à 100°. L'opération fut tentée sans résultat, car, dans sa dissociation, l'oxyde de carbone dégage une quantité de chaleur :



qui maintenait constante la température indépendamment de la hauteur. Il n'y a donc pas avantage, pour un même volume

intérieur, à donner une trop grande hauteur au haut fourneau.

Dans les gaz de hauts fourneaux, on rencontre aussi de l'hydrogène dont l'origine est assez discutable, mais qui peut provenir de la dissociation de l'eau d'humidité des matières ou de l'air des tuyères, sous la haute température, supérieure à 1.000° :



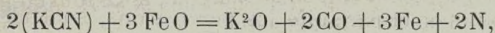
ou par la décomposition des hydro-carbonates se transformant en carbonates qui, comme on l'a vu plus haut, se décomposent en oxyde et anhydride carbonique, à une température supérieure à 900°.

La présence des cyanures alcalins peut être expliquée par l'union directe de l'azote et du carbone sous l'influence de la température, avec fixation du cyanogène formé sur les alcalis de la gangue ou des fondants.

Cependant, cette réaction n'utilise qu'une faible partie de l'azote de l'air entrant en jeu, et l'on peut, sans grande erreur, considérer qu'il sort au gueulard tel qu'il est rentré par les tuyères.

D'après L. Bell la quantité de potassium et sodium combinés, se trouvant dans les gaz du gueulard, est d'environ 9 gr. par mètre cube pour 3 gr. 5 à 4 gr. de cyanogène.

Les cyanures fondus, en contact avec le minerai partiellement désoxydé, donnent la réaction probable :



dans laquelle le carbone et l'azote sont rendus aux gaz. Le métal alcalin immédiatement oxydé se combinera en partie pour reformer des cyanures.

Les expériences ont prouvé que le cyanogène est plus actif que l'oxyde de carbone, en tant que réducteur, comme facilitant le dépôt de carbone.

(A suivre).

G. DEGAAST.

LA MESURE DU TEMPS PAR LE PENDULE ÉLECTRIQUE

par M. HENRI CHRÉTIEN,

Ingénieur E. S. E., Chef du Service Astro-physique à l'Observatoire de Nice.

(SUITE ET FIN) (1)

Dans le cas du condensateur, on a

$$(19) \quad q = CE;$$

dans le cas du transformateur, on a

$$q = -\frac{\Delta\Phi}{r},$$

$\Delta\Phi$ étant la variation du flux qui traverse le circuit secondaire en pénétrant par sa face négative, et r la résistance totale de ce circuit. Si M désigne le coefficient d'induction mutuelle des deux circuits du transformateur, on aura

$$\Delta\Phi = M(i_0 - i'_0),$$

i_0 et i'_0 étant les courants de régime extrêmes qui circulent dans le primaire. Nous voyons ainsi que, bien que les lois de la variation du courant ne soient pas les mêmes à la fermeture et à l'ouverture du circuit primaire, les quantités d'électricité induites, et par suite les percussions, sont identiques. En fonction de la force électromotrice agissant dans le primaire E , et de ses résistances R et $R + \mathcal{R}$ dans les deux positions du pendule, on a, en valeur absolue,

$$(20) \quad q = \frac{E}{R} \cdot \frac{\mathcal{R}}{R + \mathcal{R}} \times \frac{M}{r}.$$

Sous l'action de ces chocs magnétiques, qui se répètent à chaque passage par la verticale, l'amplitude du pendule augmente peu à peu et tend à prendre une valeur constante. Cette amplitude de régime est telle que la quantité de mouvement que le pendule reçoit pendant la percussion est égale à celle qu'il dissipe par amortissement.

(1) Voir *Bulletins* 1, 2 et 3.

Le moment des forces amortissantes, avons-nous dit, est de la forme

$$-2B \frac{d\theta}{dt}.$$

Sous leur action, le pendule perd un peu de sa vitesse; cette perte, pour une demi-oscillation, est

$$(18') \quad \Delta\theta' = \frac{4B\alpha}{mk^2};$$

le calcul est identique à celui de la percussion magnétique; quand le régime est établi, ces deux variations de vitesse (18) et (18') se compensent; d'où résulte, pour la demi-amplitude α , la valeur

$$(21) \quad \alpha = \frac{\gamma^2 l}{4B} \cdot q.$$

On voit qu'on dispose de bien des façons de régler cette amplitude; on peut agir sur γ en déplaçant un peu les solénoïdes; on peut aussi agir sur q : c'est le plus pratique. Avec le condensateur, on fait varier le nombre des piles; avec le transformateur, on fera varier le coefficient d'induction mutuel M , en déplaçant un noyau de fer doux dans l'axe commun aux deux bobines du transformateur [formule (20)].

La puissance dépensée pour entretenir le mouvement se détermine aisément; si T est la durée d'oscillation du pendule, on dépense, avec le condensateur, une puissance égale à

$$(22) \quad w_1 = \frac{CE^2}{T};$$

et, avec le transformateur,

$$(22') \quad w_2 = \frac{E^2}{R} \cdot \frac{\mathcal{R} + 2R}{2(\mathcal{R} + R)}.$$

Le rendement du deuxième dispositif est bien inférieur à celui du premier, puisque le courant passe la moitié du temps inutilement dans le circuit primaire du transformateur. Par exemple, un pendule à seconde, entretenu avec transformateur, a nécessité pour sa marche 10 éléments de pile Leclanché, avec une résistance primaire de 1.000 ohms, d'où

pour w_2 la valeur, en watts,

$$w_2 = \frac{(1^{\circ},4 \times 10)^2}{2 \times 1.000} = 0^{\circ},15;$$

le même pendule, pourvu d'un contact spécial, imaginé par M. le comte de la Baume-Pluvinel, et alimenté avec un condensateur, fonctionnait avec une pile de charge de 8 éléments (4 de chaque côté) formés par de simples lames de zinc soudées à des lames de cuivre et plongeant dans de l'eau pure (comme il n'y a pour ainsi dire que des décharges statiques, la polarisation de la pile n'est pas à craindre); le condensateur avait une capacité de 1 microfarad, d'où, en watts,

$$w_1 = \frac{10^{-6} \cdot 4^2}{2} = 0^{\circ},000\,008.$$

C'est la puissance d'un poids de 500 gr. descendant de 1 m. par semaine; cette puissance dépensée est encore bien supérieure à celle reçue réellement par le pendule; le reste est dissipé dans les conducteurs, sous forme de chaleur, conformément à la loi de Joule. Mais il est évident que la question de rendement est bien secondaire, et qu'il faudrait tout sacrifier à la perfection du mouvement.

Lorsque le pendule fonctionne avec le montage à induction, il faut remarquer que son amortissement est bien plus considérable que lorsqu'il fonctionne avec condensateur. En effet, le mouvement des aimants, dans les solénoïdes, induit dans ceux-ci une force électromotrice sinusoïdale; le pendule fonctionne comme un véritable alternateur. Si le circuit de ces solénoïdes est fermé, comme c'est justement le cas du circuit secondaire de notre transformateur, cette force électromotrice y déplace l'électricité, et de l'énergie est par suite absorbée par l'effet Joule.

Évaluons l'amortissement supplémentaire qui en résulte, et qui n'a pas lieu avec le condensateur puisque le circuit est alors constamment interrompu par le diélectrique du condensateur lui-même.

Déterminons tout d'abord la force électromotrice induite dans une spire de rayon r par une masse magnétique $+\mu$ se déplaçant sur l'axe de la spire avec une vitesse v , et se trouvant à une distance x du centre.

La valeur absolue du flux de μ dans cette spire est égale à l'angle solide, sous lequel on la voit du pôle magnétique, multiplié par la masse de ce pôle; c'est donc

$$2\pi\mu \left(1 - \frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}}\right).$$

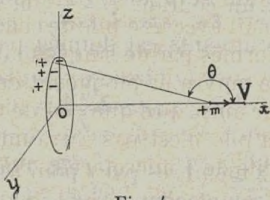


Fig. 4.

Si, conformément à la figure 4, la masse s'éloigne de la spire, le feuillet magnétique, équivalent au courant qui y circule, a sa face négative tournée vers le pôle, c'est la loi de Lenz, et, si nous prenons cette face comme face négative du circuit lui-même, le flux sera positif. On a donc, d'une manière générale,

$$(23) \quad \Phi = 2\pi\mu \left(1 - \frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}}\right).$$

La force électromotrice induite est

$$(24) \quad e = - \frac{d\Phi}{dt} = 2\pi\mu \frac{r^2}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot v.$$

Si les dimensions du fil sont telles qu'il y a n_1 spires par unité de surface de section axiale du solénoïde, la force électromotrice totale sera

$$(25) \quad E' = 2\pi\mu v n_1 \iint \frac{r^2}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot dr \cdot dx.$$

L'intégrale double étant étendue à toute la section méridienne du bobinage, le calcul est le même que pour le champ, et donne un résultat analogue; pour le centre, on a

$$E_M = \gamma\mu v,$$

γ étant encore la constante galvanométrique au centre.

Lorsque le pendule oscille, v et γ varient, mais c'est au centre qu'ils ont la plus grande valeur. On peut donc écrire à chaque instant

$$E' = g \gamma v;$$

nous négligerons encore les variations de γ . Cette force électromotrice produit un courant $i' = \frac{E'}{r}$; la force produite par ce courant sur les aimants est donnée par la formule (17); c'est ici

$$f' = \gamma \mu i' = \frac{\gamma^2 \mu^2 v}{r};$$

multiplions les deux membres par l pour avoir le moment par rapport à l'axe, et remplaçons v par sa valeur $l \theta'$; il viendra, pour expression de l'amortissement,

$$(26) \quad \frac{\gamma^2 \mu^2 l^2}{r} \theta' \frac{d\theta}{dt} = 2 B' \theta'.$$

Tout se passe comme si, dans l'équation générale du mouvement, on avait augmenté B de la quantité B' ; B' est le *coefficient d'amortissement magnétique*.

Dans un pendule bien construit, l'amortissement par l'air et la suspension doit être très faible; B se réduit presque exclusivement à B' , et, si l'on introduit dans l'équation (14), qui donne l'amplitude, la valeur de B' tirée de la formule (19), il vient

$$(27) \quad \alpha = \frac{1}{2 \gamma \mu l} \cdot M \cdot \frac{E}{R} \times \frac{R}{R + R'},$$

formule remarquable permettant le calcul de $\frac{M}{\mu}$.

Encore une conséquence importante de la formule (26), toujours dans le cas où B' est le gros terme de B , ce qui est le cas pratique. Si l'on se reporte à la formule (4) donnée à la page 9, on voit que la durée d'oscillation d'un pendule dépend, toutes choses égales d'ailleurs, de son amortissement. On a ainsi

$$(28) \quad T' = T + T \cdot \frac{\gamma^2 \mu^2 l^3}{2 m g r^2}.$$

La durée d'oscillation d'un pendule pourvu d'un amortissement électromagnétique dépend de la résistance de son cir-

cuit amortisseur; chose remarquable, l'amplitude n'en dépend sensiblement pas [formule (27)].

Si l'on veut être à l'abri de l'influence de la température sur le pendule, on voit qu'il ne suffit pas de construire la tige en *invar*; il faut aussi bobiner ses solénoïdes avec du fil *constantan* ou en tout autre métal ayant un très faible coefficient de température. On peut même arriver à une compensation absolue en construisant les solénoïdes avec deux métaux différents, dont l'un aurait un coefficient de variation *négatif* (on en trouve aujourd'hui dans le commerce); mais je ne crois pas qu'il soit nécessaire d'aller si loin.

On voit également qu'on dispose d'un moyen bien défini d'agir de l'extérieur sur la marche d'un pendule: il suffit d'ajouter, ou de retrancher, de la résistance à son circuit amortisseur. C'est là un point d'une très grande importance pratique, car, une fois en possession d'un pendule marchant bien, il y a tout intérêt à l'isoler dans un lieu où il ne risque pas d'être dérangé. Il devient alors précieux de pouvoir faire subir à la marche du pendule des petites variations bien déterminées, au moyen d'un dispositif simple (curseur ou boîte de résistance à fiches) que l'astronome chargé du service de l'heure peut avoir dans son cabinet. Il n'est pas nécessaire d'avoir affaire à un pendule électrique pour cela: tout pendule à entretien mécanique quelconque, qu'on désire isoler des distractions de ce monde, peut facilement être pourvu d'un correcteur électromagnétique manœuvrable à distance. L'étendue des variations de marche est évidemment limitée, la résistance du circuit ne pouvant pas descendre au-dessous d'une certaine valeur; mais il sera toujours possible, d'après la formule (28), de prendre ses dispositions pour que ce soit suffisant. Avec un dispositif très rudimentaire, et qui n'avait pas été étudié dans ce but, j'ai pu réaliser des variations de marche atteignant 10 secondes par jour.

Enfin, on peut encore utiliser les propriétés de l'amortissement électromagnétique pour corriger la marche du pendule de l'effet de la variation de certains agents perturbateurs extérieurs, tels que la pression barométrique, par exemple; il suffit de combiner un baromètre avec un mécanisme produisant des variations proportionnelles de la résistance extérieure au moyen d'un curseur mobile sur un fil métallique, et mû par un servo-moteur, lequel entre en fonctionnement

dans un sens ou dans l'autre, selon que la pression monte ou descend.

Des causes de variation, insoupçonnées tout d'abord, peuvent se révéler par la suite, et il est commode d'avoir toujours sous la main un moyen efficace et bien connu d'agir sur le pendule. C'est ainsi, par exemple, qu'on a pu croire que certaines petites variations dans la marche d'un pendule électrique tenaient à l'action de l'humidité sur la longueur du fil de cocon qui commande l'interrupteur. On ne voit pas très bien *a priori* comment les petites variations de longueur de ce fil peuvent affecter le pendule, puisque, même si le pendule n'est pas percuté tout à fait par la verticale, il doit y avoir compensation entre les variations de la phase à la montée et à la descente; à moins que ces variations de longueur n'aient une allure périodique dont la période soit celle du pendule; cela est possible, par suite de l'existence d'une élasticité résiduelle dans le fil qui ferait que deux percussions consécutives n'auraient pas lieu au même endroit. Quoi qu'il en soit, supposons qu'on reconnaisse définitivement que l'état hygrométrique de l'air agit sur le pendule; il sera facile de compenser cette perturbation en prenant, en un autre point de la résistance extérieure, une partie variable qui sera placée sous la dépendance d'un hygromètre correcteur automatique. La méthode me paraît très générale, et le nombre des variables disponibles est tel qu'il doit être possible de faire à peu près tout ce que l'on veut.

Par suite des petites irrégularités, d'ailleurs extrêmement faibles, que l'on a cru observer dans la marche du pendule électrique, on a accusé la liaison entre le pendule et l'interrupteur d'en être la cause. On a cherché dans des voies diverses à perfectionner cette liaison; la question est actuellement à l'étude, et l'on ne peut encore voir l'importance du pas qu'elle fera faire au problème de la mesure du temps.

J'ai cherché s'il ne serait pas possible de supprimer tout contact matériel, et de réaliser cette liaison par un procédé purement électromagnétique, se traduisant, sur le mouvement pendulaire, par une réaction proportionnelle à la vitesse, et identique de tous points aux causes d'amortissement du pendule auxquelles elle se superpose.

Il suffit, pour cela, de munir le pendule d'un système d'ai-

mants supplémentaires oscillants à l'intérieur de bobines fixes. Ainsi que nous venons de le voir, ces bobines deviennent le siège d'une force électromotrice induite, sensiblement sinusoïdale, que l'on peut utiliser pour produire, dans un récepteur *ad hoc*, les contacts qui libéreront les décharges motrices.

Il importe que l'amortissement supplémentaire introduit par ce nouveau circuit soit réduit au minimum : le *contacteur* sera donc un appareil extrêmement sensible ; il doit, d'autre part, présenter une certaine robustesse. Après plusieurs essais, je me suis arrêté à l'emploi d'un galvanomètre à cadre mobile du type "*Desprez-d'Arsonval*" : les relais polarisés ordinaires des télégraphes, même les plus sensibles, absorbent encore trop d'énergie ; les galvanomètres à aimant mobile sont, d'autre part, trop délicats et les contacts, qu'ils permettent de réaliser, trop incertains.

Pour transformer un galvanomètre à cadre mobile en *contacteur*, il suffit de supprimer le miroir sphérique qui sert habituellement aux lectures et de le remplacer par une petite palette de platine R (*fig. 5*) aplatie à son extrémité et engagée

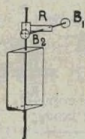


Fig. 5.

entre deux butées à vis, en argent, B_1 et B_2 . Les bornes de ce galvanomètre sont reliées aux solénoïdes auxiliaires dont il a été question.

Lorsque le pendule oscille, le courant induit, dans le circuit ainsi fermé, fait osciller également le cadre du galvanomètre, qui se comporterait comme un pendule synchronisé par le premier si son mouvement n'était pas entravé par les butées. Les circonstances de cette synchronisation ont été étudiées en détail par Cornu (*Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, avril 1894). On peut, en général, disposer de la résistance totale du circuit, de manière à faire varier la différence de phase des deux mouvements. Lorsque le cadre du galvanomètre est gêné par les deux butées, son mouvement

est tout autre, mais si l'amortissement du galvanomètre est assez énergique, on peut régler l'écartement des butées pour que le contact ait lieu au moment du passage du pendule par la verticale. Il est à noter d'ailleurs que ce réglage ne convient que pour une amplitude donnée de l'oscillation du pendule.

Il y a lieu de rechercher la forme à donner au bobinage des solénoïdes auxiliaires, afin d'utiliser le mieux possible le fil qu'ils contiennent, et de réduire ainsi l'amortissement parasite. Cette forme est *la même* que celle qui convient pour obtenir le plus grand champ au centre, contrairement à ce que j'ai écrit, par suite d'une erreur grossière de calcul, dans une petite note présentée au *Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, tenu à Reims en 1907 (erreur que je retrouve aujourd'hui en écrivant ces lignes); cette identité peut se déduire *a priori*, sans aucun calcul, par des considérations de réciprocité.

Le schéma complet du montage du pendule et du galvanomètre est donné par la figure 6. Il ne diffère pas essentielle-

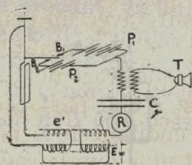


Fig. 6.

ment du montage indiqué par M. Lippmann (*loc. cit.*), si ce n'est que la pile a été répartie en deux batteries P_1 et P_2 , afin de diminuer la tension aux bornes du condensateur; ce dernier, au lieu de se charger et décharger à travers les solénoïdes moteurs, se charge alternativement dans un sens ou l'autre; la quantité d'électricité déplacée est la même, partant la percussion, et le contacteur joue simplement le rôle d'un inverseur. Ces batteries sont formées chacune de vingt petits éléments secs noyés dans un bloc de paraffine. L'entretien est sensiblement nul puisqu'elles travaillent à circuit ouvert, et l'encombrement total réduit à 15×20 cm.

C est un condensateur d'environ un microfarad, isolé au papier paraffiné;

R est un relai polarisé de Siemens et Halske, mis en mouvement par la décharge, et dont le rôle est d'envoyer un courant moteur auxiliaire dans les différents cadrans horaires;

T est un téléphone branché sur un petit transformateur dont le primaire est traversé par la décharge. Il permet de régler l'écartement des butées B_1 et B_2 avec assez de précision. L'amortissement est proportionnel à la vitesse du pendule, avons-nous dit; mais, lorsque le galvanomètre oscille librement, l'amortissement est beaucoup moindre que lorsqu'il est gêné, par ce fait qu'il se comporte lui-même comme un alternomoteur en opposition avec le pendule: si vous freinez le moteur, il absorbe plus de courant et chauffe; ici, d'ailleurs, on n'a pas à craindre de le voir brûler. Lorsque le contacteur quitte une butée pour se rendre sur l'autre, le coefficient d'amortissement est intermédiaire entre la valeur qu'il aurait si le cadre était libre et la valeur qu'il a quand le cadre est immobilisé; par suite de l'arrêt du cadre, une nouvelle liaison est donc introduite, mais cela ne perturbe pas la phase, puisque le pendule passe alors par la verticale. Il y aurait lieu de le craindre avec un pendule à amortissement supplémentaire énergétique, percutant loin de la verticale. On pourrait restreindre cette variation en diminuant l'écart entre les butées; mais, d'une part, cet écart est fixé expérimentalement par la condition de la percussion par la verticale; de l'autre, il est utile que le cadre puisse prendre une certaine vitesse entre les chocs, ce qui assurera un bon contact.

Dans le pendule que nous avons construit, et qui a fonctionné sans interruption depuis près de trois mois, la résistance totale du circuit auxiliaire était de 3.000 ohms; l'amortissement supplémentaire était donc assez faible.

Nous avons comparé ce pendule aux horloges sidérales de l'Observatoire, et nous avons constaté que les variations diurnes trouvées étaient imputables, pour une grande part, à ces horloges. L'amplitude de l'oscillation, qui était de 15 mm., n'a pas varié de $1/10^e$ de millimètre, précision avec laquelle il était possible de la mesurer. Pour se rendre compte du degré de régularité de marche que l'on peut obtenir ainsi, des comparaisons directes avec le ciel seront nécessaires. Nous les ferons lorsque nous aurons donné une forme plus spéciale

ment appropriée au *contacteur*, qui jusqu'à présent avait été improvisé au moyen d'un galvanomètre ordinaire de laboratoire.

Je prie ceux de mes lecteurs qui ont eu la patience de me lire jusqu'au bout, s'il y en a, de vouloir bien charitablement excuser la longueur de cette note. J'ai voulu montrer que le problème de la mesure du temps par le pendule électrique présentait précisément l'intérêt de ses difficultés, et que la solution élégante de M. Lippmann est une mine inépuisable de problèmes connexes d'électricité pratique. Ceux que ce genre de problèmes intéresse feront bien de se reporter aux mémoires originaux de CORNU, de M. LIPPMANN, de M. LEDUC, de M. A. GUILLET, auxquels j'ai fait de nombreux emprunts. Voir, en particulier, le mémoire très général et synthétique de M. Guillet, intitulé *électrobalistique*, et publié au *Journal de Physique* en août 1909.

Mer Baltique, octobre 1908.

UNE INDUSTRIE DISPARUE

La Poëlerie

La troisième station avant d'arriver à Granville, sur le chemin de fer de l'Ouest, porte le nom pittoresque de Villedieu-les-Poëles.

C'est un chef-lieu de canton de 3,500 habitants, dont la principale industrie est la chaudronnerie en cuivre ; il doit ses origines à une ancienne commanderie de l'Ordre de Saint-Jean de Jérusalem, et son nom des Poëles à la vieille industrie si curieuse, et aujourd'hui disparue, des Poëliers.

Les poëles sont de grandes bassines en cuivre jaune destinées principalement à la cuisson de la bouillie de froment et de sarrasin. Rabelais connaissait ce produit de l'industrie locale et en a parlé dans l'« *Enfance de Pantagruel* ».

La tradition fait remonter cette industrie à un événement merveilleux de 1157, mais les documents écrits ne datent que du début du xiv^e siècle.

A cette époque, les poëliers sont suffisamment implantés pour rédiger et faire accepter par la Justice de la Commanderie leurs statuts professionnels. La simple lecture de ceux-ci montre comment les poëliers de cette époque comprenaient la question sociale, ils avaient trouvé la solution de ces problèmes, aujourd'hui si embarrassants de la limitation des heures de travail, la participation des patrons et des ouvriers à l'assurance mutuelle dans le but de subvenir aux besoins occasionnés par la pauvreté, l'âge ou la maladie, à la protection des enfants des confrères, à la dotation des filles; les difficultés entre Maîtres et Varlets y trouvaient une solution rapide et efficace; le respect des bonnes mœurs, source de l'épargne, était assuré par des rigueurs contre les habitués des tripots et des cabarets.

Avant le laminoir, qui fournit aujourd'hui à la fabrication des poëles, chaudrons, cannes à lait, l'industrie poëlière de Villedieu se suffisait à elle-même par la fonte des vieux métaux et mitrailles qui s'opérait dans un local appartenant à la confrérie et appelé : *Le Foyer*.

Avant de fondre les vieux cuivres jaunes ou mitrailles, on les faisait recuire dans les vastes cheminées des boutiques ou *batteries*, pour cela on plaçait sur l'*airat* (âtre des cheminées) plusieurs fagots qui formaient le lit sur lequel on entassait les vieilles mitrailles. On mettait le feu à ces fagots et la flamme enveloppant les mitrailles les chauffait au rouge blanc, ce qui permettait de les *briser* en petits morceaux susceptibles d'être mis dans les creusets. De là le nom de *brisou* donné à cette opération et celui de *briseresses* ou *ainderesses* porté par les femmes qui aidaient au moyen de *palettes* les ouvriers dans ce travail pénible.

Lorsque ces mitrailles étaient brisées, on les secouait d'abord dans de grandes passoirs percées de trous nommées *crêles*, *grêles* ou *crâles*, afin de les débarrasser des scories, du charbon et du menu; puis on les *vanait* pour en enlever la poussière. Cette mitraille brisée et nettoyée était ensuite portée au foyer où s'en opérait la fonte dans des creusets en mine de plomb et au fond d'un fourneau couvert. Avant de couler, on ajoutait une certaine quantité de *limaille d'épingles* pour rendre la matière plus ductile.

L'opération du coulage se faisait entre deux grosses dalles de granit de 1^m,30 sur 1 mètre, reposant l'une sur l'autre.

Celle de dessus s'élevait à volonté au moyen d'un poulriot. Elles étaient séparées l'une de l'autre par trois règles plates en fer de 0^m,005 à 0^m,006 d'épaisseur, placées sur la pierre inférieure, l'une à gauche, l'autre à droite et la troisième à l'extrémité opposée de celle où l'on coulait le métal, de manière à déterminer exactement la dimension de la table que l'on devait couler et qui pesait de 25 à 30 kilos (la contenance du creuset).

Les deux pierres, préalablement enduites de bouse de vache pour éviter l'adhérence du métal, étaient serrées dans des presses et inclinées du côté opposé à l'ouverture. Au moment de verser le métal, une femme venait avec une étoupe en filasse nettoyer le dessus du creuset pour enlever les scories et laissait l'étoupe brûler dessus pour empêcher les matières étrangères de s'écouler avec le métal. On appelle cette opération *sincer*.

Les patrons poëliers fondaient à tour de rôle d'après un ordre établi amialement entre eux. Chacun faisait une *cure*, ou fonte de 600 à 750 kilog. Chaque cure comprenait 12 presses de deux tables chacune.

Après la fonte la première opération consistait à *tailler* au moyen du *sasset* (ciseau à froid), dans les tables fondues, des morceaux *carrés* proportionnés aux objets que l'on voulait fabriquer; ainsi pour faire l'une des deux parties d'une canne à lait de 10 litres on coupait un morceau de 9 centimètres carrés.

Les poëliers travaillaient deux à deux. Chaque couple composait un *tronc*. L'un des ouvriers s'appelait le *battoux* et l'autre le *troussioux*. Le *battoux* tenait le morceau ou bassin sur l'enclume; il avait sur les genoux deux tampons de grosse toile recouverts de cuir qu'on appelait *savattes* et qui servaient à amortir le contre-coup de l'enclume sur laquelle le *troussioux* frappait.

Avant d'être livrés aux chaudronniers qui devaient les terminer, les morceaux auxquels les poëliers donnaient seulement la contenance et la forme, devaient passer 25 et 30 fois au feu, et être recuits après chaque opération de battage, qui comprenait plusieurs *chaudes*. Ces bassins se mettaient à recuire sur l'*airat*, entre des briques de terre glaise recuites, disposées de façon à former une petite tour ronde garnie de trous et appelée *foye*; les bassins étaient placés les uns sur

les autres avec du charbon de bois dessous, dessus et autour. On surveillait ces foyers très attentivement pour qu'il ne survint pas de cassures ou traits de feu et au fur et à mesure que les bassins du haut se trouvaient recuits on enlevait une *route* ou rangée de briques jusqu'à la fin; quelquefois on passait une partie de la nuit à veiller.

Une foule d'autres opérations étaient nécessaires; on *ébarbillonnait* pour enlever les bavures au bord; on *tacotait* pour aplanir les morceaux; après *tacoter* venaient la première opération d'étirage; on frappait à devant en commençant par le centre du bassin et en finissant par les bords de chaque côté du carré, pour cela on se servait du *brille en l'air* (marteau de 3 kilog.).

Après plusieurs chaudes les bassins se trouvaient :

1° *A changer de marteau*, c'est-à-dire étaient arrivés au point où l'on quittait l'enclume plate pour les battre sur l'enclume creuse.

2° *A mouiller dessous avec le salivet*, morceau d'étaupe ou de chiffon que l'on trempait dans l'eau pour mouiller le dessous des bassins avant de les battre.

3° *A mouiller dessus ou dedans*, même opération que la précédente sur l'autre face du bassin.

Il arrivait que dans le cours de ces travaux les bassins *gauchissaient*; alors on les battait à chaque fois *sur le genou* de manière à les redresser. Cela s'appelait *déflanchir*.

Chaque fois que les bassins avaient été recuits et battus, on les passait au *comornoux* qui reprenait chaque pièce ou chaque cuvelette et frappait dessus avec le *marteau à comorner* pour les redresser. Cette opération se distinguait de celle de déflanchir en ce qu'au lieu de frapper sur son genou, le comornoux frappait sur une espèce d'enclume en fer, à chausure d'acier bombé.

Les bassins étaient ensuite à *poinçonner*, travail qui consistait à trouver le milieu de la pièce (où l'on donnait un coup de poinçon) au moyen d'une sorte de règle appelé *cerne*. Il y avait la *cerne de fond* et la *cerne de haut* pour marquer la profondeur et le diamètre. Il y avait aussi la *bauche* et la *riole* (règle droite). Tous ces instruments étaient primitifs et les différentes graduations étaient marquées par des entailles ou encoches.

Pour se rendre compte si le bassin était d'égale force de

tous côtés, on le tournait sens dessus dessous, et on le plaçait sur le poinçon. S'il penchait d'un côté, il n'avait pas été également étiré et il fallait le battre à nouveau pour tirer la force du côté trop lourd et la reporter sur l'autre. On battait ensuite les bassins étirés et devenus moins lourds, deux à deux, puis trois à trois ensemble.

Jusqu'à ce moment ils avaient été emboulés carrés; ils se trouvaient alors à sartiller (arrondir). Cette opération consistait à couper les angles des bassins. Puis on les mouchait (frapper sur les bords pour les amincir).

On mettait ensuite les bassins trois par trois, ou même quatre par quatre, les uns dans les autres, et on les enfermait, pour les chaudrons et les cannes, dans le dernier qui était un peu plus grand et dont on rabattait les bords pour en former un paquet ou cuvelette; pour les grandes poêles, on attachait les cuvelettes ensemble au moyen de morceaux de cuivre recourbés, formant pincées, que l'on appelait *contillons*.

Après chaque chaude, on mesurait le bassin avec la *bauche*. Pour que le travail fût bien fait, il fallait qu'à chaque chaude le bassin grandit d'une encoche.

Pour ces différents travaux les poëliers, outre du *brille en l'air* et du marteau à *cormorer*, se servaient encore des marteaux à *bliner*, du *large*, du *demi-large*, du *larchaud*, du marteau à *chaver*, du marteau à *faire le bord*, de celui à *battre en parfonds*.

Lorsque les pièces étaient à *désevrer* (retirer les unes de dedans les autres), il y avait lieu de voir s'il n'était pas venu des traits de feu ou cassures, ce qui obligeait à les souder et à mettre des pièces. Pour aplanir et affranchir ces soudures et ces pièces, on se servait d'une espèce de râpe recourbée appelée *gohenne*.

Les chaudronniers se chargeaient ensuite de terminer le travail : 1° En grattant les poêles et les chaudrons avec le *fer à parer* pour bien les unir et les rendre brillants; cette opération s'appelait *blanchir*; 2° en planant les poêles à coups détachés et par rangées, de manière à ce que tous les coups suivissent comme des grains de chapelet; cela se nommait : *lanter*.

Lorsqu'ils travaillaient à la nuit (ce qui leur arrivait rarement), les poëliers s'éclairaient avec de la chandelle; pour recuire les *foyes*, ils se servaient de résine ou *pétoche*.

Pour faire une cure de douze presses, il fallait au moins trois mois; chaque semaine, les poëliers prenaient chez le patron une certaine somme à valoir, et à *fin de forge*, c'est-à-dire quand le travail était terminé, on comptait.

En plus du salaire hebdomadaire, les poëliers avaient droit à un pot (deux litres de cidre).

Cette industrie, qui produisait des ustensiles d'une qualité exceptionnelle, a disparu devant la nécessité de faire vite et bon marché; elle occupait encore à Villedieu, il y a soixante ans, de cent vingt à cent trente poëliers, a diminué peu à peu et s'est complètement éteinte en 1876; il ne reste plus aujourd'hui qu'un seul ouvrier poëlier, Jules Engerran, âgé de quatre-vingts ans.

C'est grâce à ses renseignements et aux notes laissées par un ancien patron poëlier, M. Alphonse Lavalley, que cette étude a pu être faite.

Jeanne LE CHEVALIER.

INTERMÉDIAIRE PROFESSIONNEL

Offres d'Emplois

Dessinateur, marié de préférence, est demandé dans un atelier de constructions mécaniques, à Esbly (S.-et-M.). Situation stable. Appointements à débattre.

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

Les membres titulaires de l'Association ont, seuls, droit de réponse à ces offres, par l'intermédiaire du Président.

Demandes d'Emplois

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

ADHÉSIONS

Nous sommes profondément heureux de pouvoir mentionner, à cette place, l'adhésion, à notre Société, de M. le professeur **Carlo Bourlet**, en qualité de *Membre honoraire*.

L'Association ne saurait manquer, à cette occasion, d'adresser à son distingué Sociétaire l'expression des nombreuses sympathies qu'il a su développer parmi ses auditeurs du Conservatoire National des Arts et Métiers.

LE BUREAU.

BIBLIOGRAPHIE

La philosophie de Leibniz, par Bertrand Russel, traduit de l'anglais par J. Ray et Renée J. Ray. Un vol. in-8° de XVI-234 pages (Bibliothèque de philosophie contemporaine. — Prix : 3 fr. 75) Félix Alcan, éditeur, Paris.

M. Russel est un des plus distingués penseurs de l'Angleterre, et l'étude qu'il entreprend sur les idées de Leibniz présente un intérêt de tout premier ordre. Il conclut en refusant d'admettre dans son ensemble la doctrine trop systématique du philosophe.

Eléments d'aviation, par Victor Ratin, lauréat de l'Académie des Sciences. Un vol. in-8°, illustré de nombreuses photographies et de figures spécialement dessinées par l'auteur. En vente chez Dunod et Pinat. Prix : 3 francs.

Cet ouvrage, préfacé par Ernest Archdeacon, est peut-être le premier qui synthétise la question de l'aviation, tant sous le rapport scientifique que sous le rapport historique. L'auteur, le doyen des aviateurs français, expose une théorie remarquable du vol mécanique et étudie la construction d'un aéroplane rationnel qui ne peut servir que de guide à ceux qui voudraient travailler au captivant problème du vol plané.

Guide manuel pratique pour l'ouvrier électricien, par H. de Graffigny, ingénieur électricien. Troisième édition, volume 19×13 de 520 pages, avec 341 figures explicatives. Prix : 6 fr. 50.. Desforges, éditeur, Paris.

Les ouvrages de Henri de Graffigny ont été appréciés depuis longtemps déjà dans l'industrie électrique, il serait oiseux d'insister sur la valeur pratique du Guide précité. Nous ne pouvons que mentionner sa nouvelle édition.

Les turbines à vapeur marines, par J.-W. Sothern, principal du Collège maritime de Glasgow, traduit et adapté d'après la 2^e édition anglaise par J. Izart, ingénieur civil des mines. Un vol. in-8° (25×16) de VIII-176 pages. Broché : 9 francs. Dunod et Pinat, éditeurs.

La qualité même de l'auteur recommande cet ouvrage à tout ingénieur de constructions maritimes ou dessinateur de constructions navales, cherchant à se documenter sur les systèmes actuels : Parsons, Rateau, Curtis. On sait quel avenir est réservé à ces engins depuis que le Lusitania et le Mauritania, avec leurs 80,000 chevaux de puissance, ont mis l'Angleterre à 5 jours de l'Amérique.

La machine locomotive, par Edouard Sauvage, Ingénieur en chef des Mines, Ingénieur en chef conseil des Chemins de fer de l'Ouest, Professeur à l'Ecole nationale supérieure des Mines et au Conservatoire des Arts et Métiers. 5^e édition. — Un volume petit in-8° de 388 pages, avec 312 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1908. — Prix : relié, 5 francs.

La première édition de cet ouvrage date de 1894, et la faveur dont elle a joui parmi les techniciens d'alors ne s'est pas départie au cours des éditions suivantes. Personne n'ignore que l'éminent professeur du Conservatoire est un de nos plus grands ingénieurs modernes et sa nouvelle publication, enrichie de chapitres inédits, est depuis longtemps attendue dans les milieux industriels.

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVETS D'INVENTION

N° 393.708.

Marine et Navigation

Appareil destiné à maintenir horizontalement ou sous-marin ou submersible.

Un système ayant pour but d'assurer une marche régulière sous l'eau aux sous-marins et submersibles et consistant dans l'adaptation, à la partie arrière de ces navires, d'une plate-forme plane ou presque plane, placée de façon à se trouver au-dessus de l'eau dans la marche à la surface.

Instruments de précision.

Procédé pour l'enregistrement des images cinématographiques sur une surface cylindrique.

Ce procédé d'enregistrement d'images cinématographiques sur une surface cylindrique est caractérisé par la suppression de tout appareil spécial encombrant et coûteux. Les opérations consistent essentiellement en l'obtention, dans un appareil cinématographique quelconque du négatif sous la forme de bande ayant une certaine inclinaison verticale, ramenées toutes, ainsi qu'il a été dit, après développement, à la même longueur et collées les unes à côté des autres sur une glace qui forme un véritable cliché photographique, représentant un cylindre qui aurait été ouvert à un endroit donné, suivant une ligne droite réunissant ces deux ouvertures, puis ensuite redressé en surface plane.

N° 393.748.

Construction, travaux publics et privés.

Système de caisson.

L'invention comprend :

1° Un caisson en béton dans lequel, avec des parois verticales et un toit formant une chambre de travail, sont combinés des dispositifs d'entrecroisement et de consolidation, pour les parois et le toit, s'étendant en travers de ladite chambre, ainsi que des armatures reliées, sur toute leur longueur, avec les parois verticales.

2° Dans un caisson comme sous 1° :

a) Une armature dont toutes les pièces font corps avec le toit ;
b) Une armature disposée horizontalement et dont une des faces est reliée avec le toit, tandis que ses extrémités sont reliées aux parois de la chambre ;

c) Une armature disposée au-dessus du toit, dans un plan parallèle à la face supérieure de ce dernier, avec lequel elle est reliée sur toute sa longueur ;

d) Des armatures disposées horizontalement, l'une au-dessus et l'autre au-dessous du toit et faisant corps avec lui ;

e) Des poutrelles longitudinales et transversales armées, ou en treillis, s'entrecoupant, faisant corps avec le toit sur toute la longueur et reliées aux parois, ou faisant corps avec elles, par leurs extrémités, avec ou sans goussets, reliés à chaque poutrelle et au toit ;

f) Des armatures de parois, faisant corps avec les parois sur toute leur longueur, les divers membres de chaque armature étant pourvus de goussets de renforcement ;

g) Des parois verticales prolongées au-dessus du toit pour produire un batardeau et des armatures faisant corps, sur toute leur longueur, avec les parois du batardeau, le tout coulé en béton ;

h) Des ouvertures, bordées de cornières, ménagées dans le toit, pour le puits à déblais et ceux destinés à l'entrée et à la sortie des ouvriers;

i) L'incorporation, dans toute ou partie des armatures et poutrelles, ou parties ou membres d'armatures ou de poutrelles, de tiges métalliques noyées dans le béton;

j) Le renforcement du bord tranchant des parois verticales en béton au moyen d'une armature métallique noyée dans ce béton;

k) Des armatures de parois, faisant corps sur toute leur longueur avec les parois verticales et disposées de façon à produire une armature sensiblement continue autour des faces internes de ces parois.

N° 393.749.

Machines.

Procédés d'utilisation de la force des marées.

Installation de puissances hydrauliques, caractérisées par le fait que :

a) Dans un ou plusieurs endroits séparés, il est tiré profit de la puissance de l'eau de flux et de reflux de la mer, par des turbines ou roues à eau, et par des réservoirs à ouvrir et abaisser alternativement;

b) Des turbines ou roues à eau reçoivent l'eau de flux et de reflux par des bassins à ouvrir et abaisser alternativement par des roues à eau; en outre, qu'on peut aussi déplacer les turbines, pour être à même d'utiliser l'étiage d'eau le plus bas.

PARTICULARITÉS DE QUELQUES NOMBRES

LE NOMBRE 3

Ce nombre, qui fut l'objet d'une vénération d'ordre théologique et philosophique dès l'origine des civilisations, est encore aujourd'hui la base de certaines superstitions populaires.

C'est ainsi que l'on a voulu voir une intervention heureuse du nombre 3 dans la carrière du prince Bismark, ex-chancelier de l'Empire d'Allemagne, dont la devise était : *In trinitate robur* (la force règne dans la trinité). On remarque, en effet, que cet homme d'État a eu 3 enfants et 3 domaines; il a pris part à 3 grandes guerres et signé 3 traités de paix; il a créé la Triple-Alliance et organisé l'entrevue des 3 empereurs; il a servi 3 souverains et combattu 3 partis politiques. Dans l'Al-

lemagne prussienne, son portrait, répandu à l'infini, ne manque jamais d'être accompagné en tryptique de ceux de l'empereur Guillaume I^{er} et du stratège de Moltke. La caricature a toujours représenté Bismark avec 3 seuls cheveux sur le crâne.

LE NOMBRE π

Ce nombre, incommensurable, a été calculé avec 707 décimales par le mathématicien anglais Shanks, en 1880.

Certains historiens admettent que la pyramide de Khéops, dont la construction paraît antérieure à l'époque où vivait Abraham, et dont la hauteur et la base sont dans le rapport de 2 à π , fut élevée en vue de léguer à la postérité le rapport du diamètre à la demi-circonférence.

LE NOMBRE 5

Le nombre 5 et le nombre 1 sont les deux seules sommes consécutives de deux carrés d'entiers consécutifs dont le produit égale une somme de deux carrés d'entiers consécutifs.

Cette proposition se justifie en résolvant l'équation suivante :

$$[x^2 + (x+1)^2][(x+1)^2 + (x+2)^2] = y^2 + (y+1)^2.$$

Par développement, puis simplification, cette équation devient

$$2(x+1)^4 = y(y+1).$$

Les facteurs y et $(y+1)$, nombres consécutifs, sont premiers entre eux, par suite l'un doit être une 4^{ème} puissance et l'autre le double d'une 4^{ème} puissance, d'où ces deux hypothèses,

$$\begin{aligned} y &= m^4 & \text{et} & & y+1 &= 2n^4, \\ \text{et} & & & & & \\ y &= 2m^4 & \text{et} & & y+1 &= n^4. \end{aligned}$$

De la première hypothèse résulte l'égalité

$$1 + m^4 = 2n^4,$$

et, puisque la somme de deux bicarrés ne peut être égale au double d'un bicarré que si ces deux bicarrés sont égaux, il faut que l'on ait

$$1 = m^4$$

et, par suite,

$$m = n = 1;$$

on en déduit

$$y = 1 \quad \text{et} \quad x = 0,$$

d'où

$$(0^2 + 1^2)(1^2 + 2^2) = 1^2 + 2^2 \quad \text{ou} \quad 1 \times 5 = 1 + 4.$$

La seconde hypothèse conduit à considérer des nombres négatifs.

Les mêmes nombres 1 et 5 sont encore les deux seuls nombres entiers jouissant de la double propriété d'être à la fois somme des carrés de deux nombres consécutifs et d'avoir pour carré la somme des carrés de deux nombres consécutifs.

Là, comme ci-dessus, nous résoudrons l'équation

$$[x^2 + (x+1)^2]^2 = y^2 + (y+1)^2,$$

équivalente, par l'intervention des imaginaires, à celle-ci :

$$(x+1+x\sqrt{-1})^2(x+1-x\sqrt{-1})^2 \\ = [y+(y+1)\sqrt{-1}][y-(y+1)\sqrt{-1}],$$

où les facteurs du second membre sont des carrés, si le premier membre est le carré d'un nombre premier, condition en dehors de laquelle y aurait une valeur irrationnelle.

On obtient alors les deux systèmes suivants :

$$\begin{cases} y+(y+1)\sqrt{-1} = 2x+1+2x(x+1)\sqrt{-1}, \\ y-(y+1)\sqrt{-1} = 2x+1-2x(x+1)\sqrt{-1}; \end{cases}$$

et

$$\begin{cases} y+(y+1)\sqrt{-1} = 2x+1-2x(x+1)\sqrt{-1}, \\ y-(y+1)\sqrt{-1} = 2x+1+2x(x+1)\sqrt{-1}. \end{cases}$$

Le premier système se réduit à

$$y = 2x+1 \quad \text{et} \quad y+1 = 2x^2+2x,$$

ce qui donne

$$x = \pm 1 \quad \text{et} \quad y = 3, \text{ ou } -1.$$

Avec $x = +1$, il vient

$$(1^2 + 2^2)^2 = 3^2 + 4^2 \quad \text{ou} \quad 5^2 = 3^2 + 4^2,$$

et, avec $x = -1$,

$$(-1^2 + 0^2)^2 = -1^2 + 0^2 \quad \text{ou} \quad 1^2 = 0^2 + 1^2.$$

Le second système admet pour x des valeurs irrationnelles.

LE NOMBRE 7

7 et 1 sont les seuls nombres entiers qui, augmentés de 1, donnent le double d'un carré et dont les carrés, augmentés de 1, donnent également le double d'un carré.

Si nous posons

$$N = 2x^2 - 1,$$

nous obtenons

$$N^2 = 4x^4 - 4x^2 + 1 = 2(2x^2 + 1 - 2x)^2 - (2x^2 + 1 - 4x)^2.$$

Si l'on admet

$$2x^2 + 1 - 2x = y \quad \text{et} \quad 2x^2 + 1 - 4x = 1,$$

on en déduit

$$N^2 = 2y^2 - 1,$$

la seconde condition du problème.

Or, on peut écrire

$$y = x^2 + 1 + x^2 - 2x = (x-1)^2 + x^2$$

et

$$y^2 = \frac{N^2 + 1}{2} = \left(\frac{N+1}{2}\right)^2 + \left(\frac{N-1}{2}\right)^2.$$

Le nombre N étant impair par hypothèse, y et y^2 sont des sommes de carrés de deux nombres entiers consécutifs et nous avons vu, à propos des nombres 1 et 5, que seuls ces nombres jouissaient d'une telle propriété.

On a donc

$$y = 1 \quad \text{ou} \quad 5.$$

Pour $y = 1$, on obtient

$$N = 1$$

et, pour $y = 5$,

$$N = 7.$$

(A suivre.)

Le Gérant : E. DELAUBE.

Paris. — Imprimerie nouvelle (Association ouvrière), 11, rue Cadet,
A. Mangeot, directeur. — 95-9.

Le transport de l'énergie électrique

CONDUCTEURS

Si le siècle dernier nous a laissé en héritage les premiers principes de l'électricité, les quelques années qui se sont écoulées, depuis la naissance du vingtième, n'ont pas été infructueuses au point de vue des découvertes, que l'on peut dire journalières, et de leurs multiples applications.

L'électricité tend à remplacer, soit dans la lumière, soit dans la force, tous les moyens employés jusqu'à ce jour.

Un des points intéressants de cette science est sans contredit la canalisation, tant pour le calcul des lignes que pour leur pose.

Cette dernière partie m'étant plus familière, je me suis permis de résumer en peu de mots quelques notions utiles et simples, puisant de-ci de-là dans le domaine, soit pratique, soit administratif.

CANALISATIONS EN GÉNÉRAL

Les canalisations électriques, qui sont souterraines ou aériennes, servent à relier l'usine génératrice avec les récepteurs (lampes ou moteurs).

Les canalisations souterraines comportent des conducteurs, généralement isolés, supportés dans des caniveaux et dans des égouts, ou aussi enfouis dans le sol.

Les conducteurs aériens, généralement nus, sont fixés sur des supports en bois ou en fer, et placés sur des isolateurs en porcelaine ou en verre.

Les métaux employés pour le transport de l'énergie électrique sont presque exclusivement le cuivre et ses alliages (bronze et laiton), et l'aluminium.

CANALISATIONS SOUTERRAINES

Le cuivre sera employé dans les lignes souterraines : sa résistance spécifique ne devra guère dépasser 1,656 microhm centimètre à la température de 0° centigrade, et de 1,87 microhm centimètre à 34° centigrade, température à charge maxima.

Ces conducteurs peuvent être nus, et placés sur des isolateurs dans des caniveaux spécialement aménagés (de la génératrice au tableau), ou entourés d'une gaine isolante plus ou moins résistante, c'est-à-dire comportant ou non une armature métallique. Enfin, ils peuvent être renfermés dans une conduite résistant aux tassements du sol.

Au delà d'un certain diamètre, les conducteurs sont formés de fils de cuivre. Cette disposition, qui donne de la souplesse aux câbles, augmente aussi la surface de refroidissement, et leur permet de supporter une densité de courant beaucoup plus grande que pour un conducteur unique.

Isolement des câbles. — La première des substances isolantes est le caoutchouc ; il est altérable à l'air, et fusible à basse température : on lui incorpore de 6 à 8 pour cent de soufre ; c'est le caoutchouc vulcanisé, très élastique jusqu'à 180°.

Si la proportion de soufre atteint 50 pour cent, on obtient l'ébonite ou la vulcanite, ayant un très grand pouvoir isolant, et susceptible de se travailler, et de se polir.

Pour éviter l'action du soufre sur le cuivre, on revêt ce dernier d'un guipage en coton, et d'une couche de caoutchouc naturel, sur laquelle se place le revêtement de caoutchouc vulcanisé.

L'action corrosive de celui-ci sur les métaux est aussi atténuée par l'incorporation d'une certaine quantité de chaux.

La gutta-percha se ramollit à 50°, et fond à 100°. Très altérable à l'air, elle ne se conserve que dans l'eau et les endroits humides. Très imperméable, elle conviendra donc très bien aux câbles sous-marins.

La paraffine, excessivement isolante, est malheureusement très cassante, et permet ainsi, par ses fissures, l'arrivée de l'eau aux conducteurs qu'elle recouvre. Pour supprimer ces inconvénients, on y ajoute du papier ou de la jute.

En outre, ces câbles sont généralement revêtus de plomb.

Pour la basse tension, et dans les endroits secs, on se contente de revêtir simplement les câbles de coton ou de jute.

Pose des câbles. — Les canalisations électriques se placent dans les rues, comme les conduites d'eau ou de gaz.

Pour ne pas interrompre la circulation dans les grandes villes, les canalisations sont placées sous les trottoirs. La dépense se trouve par ce fait considérablement augmentée.

Le système le plus employé actuellement, pour le transport souterrain d'énergie électrique, est celui du câble armé.

Si son prix est élevé, par suite de la complexité de sa fabrication, sa pose est fort simple et très rapide.

Voici, généralement, les dimensions de la tranchée. Elle aura une profondeur de 0 m. 75 à 0 m. 80, une largeur de 0 m. 50, ou plus, suivant le nombre de câbles.

Les conducteurs d'énergie électrique doivent être protégés mécaniquement contre les avaries occasionnées par le tassement des terres et les fouilles ; aussi le dispositif suivant s'emploiera de préférence.

On placera dans la tranchée :

1° Un lit de sable de 0 m. 15 ;

2° Les câbles ;

3° Un second lit de sable, pareil au premier

On pilonnera soigneusement sur ce dernier 0 m. 20 de terre sans cailloux. On posera, sur ce lit, un grillage avertisseur en fil de fer galvanisé en maille de 0 m. 03 et en fil de 20/10.

Enfin, on remblaira jusqu'au sol avec les terres des fouilles.

Le grillage pourra être remplacé d'une façon avantageuse par des tuiles, des briques, ou des dalles en poterie placées à dix centimètres au-dessus des câbles.

Lorsque les câbles traverseront une chaussée, la profondeur de la tranchée sera portée à un mètre, et l'on devra placer les câbles dans des fourreaux placés à l'avance sous la moitié de la chaussée, au moins, pour permettre ainsi la viabilité de l'autre moitié pendant la pose.

Lorsque les câbles seront à proximité de tuyaux d'eau ou de gaz, ou même d'autres câbles de transport de force, ils devront être éloignés de ces différentes canalisations par une distance d'au moins trente centimètres.

En outre, il est prudent de les séparer par des briques, des tuiles, ou plus simplement par des planches goudronnées.

Enfin, si les câbles suivent parallèlement une ligne télégraphique ou téléphonique, l'administration des postes exige qu'ils en soient distants d'au moins un mètre en projection verticale.

Lorsque les conducteurs devront suivre des avenues et

boulevards bordés d'arbres, ils devront être posés à 1 m. 40 de ces derniers.

Boîtes de jonction. — Les lignes de transport de force, surtout si elles sont à haute tension, ne peuvent être d'une seule longueur ; mais comme, par contre, la jonction ne doit occasionner aucune résistance dans le circuit, il faut que ce raccord soit fait d'une façon très consciencieuse, et, grâce à des appareils spéciaux, ce travail ne souffre aucune difficulté.

Les câbles sont reliés entre eux par des boîtes de jonctions ; lorsque l'on désire prendre sur un câble une dérivation, on emploie une boîte de branchement.

Ces boîtes, complètement étanches, sont le plus généralement en fonte.

Les câbles sont réunis à l'intérieur par des manchons de serrage. Le couvercle des boîtes est ensuite boulonné fortement par ses rebords, avec interposition de caoutchouc dans le joint.

On coule dans ces boîtes : de l'huile lourde, ou plus généralement un mélange de paraffine, de résine et d'huile coulé à chaud.

Une fois refroidi, il forme une masse compacte dans laquelle les câbles sont enfouis, et parfaitement isolés.

Les jonctions de câbles s'opèrent sans soudure. Pourtant, il faut toujours prendre la précaution d'étamer les bouts des conducteurs. Cette mesure évite l'oxydation.

Il faut éviter, autant que possible, de placer les câbles et les boîtes de jonction, ou de branchement, sous les ruisseaux, ou sous les bouches d'eau.

Dans le cas où cette précaution serait impossible à prendre, les boîtes devront être mises à l'abri des infiltrations d'eau, au moyen de brai coulé autour de leur joint.

Enfin, comme dernier conseil, la pose des câbles devra toujours être faite par le constructeur, et sous son entière responsabilité. Il en sera de même pour le montage des différentes boîtes qui seront nécessaires sur le parcours du conducteur.

En dernier lieu, il est bien évident que les câbles doivent être essayés avant leur pose à une tension à déterminer, qui doit être bien supérieure à la tension pour laquelle ils sont destinés, et pendant un certain temps.

Traction électrique. — La traction électrique emploie beaucoup de conducteurs souterrains, en particulier dans les grandes villes. Mais cette application, toute spéciale, est assez complexe, et fera l'objet d'une étude particulière ; il en sera de même de la traction électrique aérienne.

CANALISATIONS AÉRIENNES

Les lignes aériennes ont à résister à nombre d'efforts, qui proviennent soit de leur propre poids et des surcharges occasionnées par le vent, la neige ou la glace, soit par la forme de leur parcours.

Le cuivre pur, dont la charge de rupture est de 28 kilogrammes par millimètre carré, ne pourrait donc pas convenir.

Aussi emploie-t-on du cuivre additionné de faibles proportions d'étain, de silicium ou de phosphore. La résistance mécanique du conducteur est, par ce fait, considérablement accrue, puisque l'on fait du bronze phosphoreux qui, pour une résistivité de 1.73 microhm centimètre à 0° centigrade, offre une résistance à la traction de 45 kilogrammes par millimètre carré.

Enfin, on emploie aussi l'aluminium qui, grâce à sa faible densité, charge beaucoup moins les supports.

Ces conducteurs sont presque exclusivement employés nus. Pourtant, dans des installations provisoires, il arrive d'employer des câbles isolés ; mais c'est surtout par précaution, pour éviter des accidents qui pourraient avoir lieu dans les chantiers.

Calcul des lignes. — Il ne sera pas question, dans ce petit aperçu de connaissances pratiques, de donner même les plus petites notions de calcul de distribution d'énergie électrique.

Les personnes qui désireraient s'initier à cette partie intéressante du transport de force, pourront se reporter à de nombreux volumes, où la question est traitée avec une plus grande compétence.

Je pourrai me permettre de citer, à ce sujet, un petit volume intitulé : « Calcul Electrique et Mécanique de distributions d'énergie », dans lequel mon ami, M. J.-H. Jacobsen, traite, développe et complète les calculs et les données de M. A. Blondel ; ce fascicule renferme, dans un exposé très

rapide, les méthodes les plus récentes et les plus pratiques du calcul des lignes.

Isolants. — Les conducteurs aériens sont portés par des poteaux en bois, en fer ou en ciment armé. Ils sont aussi supportés par des fermes ancrées dans les murs.

Mais, en aucun cas, ils ne reposent directement sur ces supports. Ils sont soutenus par des isolateurs, cloches ou poulies en porcelaines ou en verre, de types très variés et de grandeurs différentes.

Parmi les plus petits, on peut citer les isolateurs des lignes télégraphiques et téléphoniques ; mais, pour des études de transport de force de 50.000 volts, dont j'ai eu à m'occuper, les isolateurs ont atteint une hauteur de 50 centimètres.

Les isolateurs en porcelaine sont de beaucoup les plus employés, surtout pour les hautes tensions.

Les isolateurs de verre, malgré tout le soin apporté à leur fabrication, ne sont pas exempts de grands défauts : cassures, bulles d'air, etc., mais cette industrie n'a pas donné son dernier mot, et, grâce à de grands perfectionnements dans leur façon, on pourra bientôt les employer plus couramment.

Les isolateurs en porcelaine sont faits en kaolin très pur, et recouverts d'un enduit vitrifié.

Les tiges métalliques sont soudées dans les isolateurs, soit au soufre, soit au plâtre.

Ces tiges, qui sont en fer, ont des formes très variées, suivant leur mode de fixation.

Filetées, ou à patte de scellement, elles sont droites ou courbées. Sur les poteaux en ciment armé, on les maintient par des colliers de serrage.

Poteaux. — Les poteaux en bois sont d'un prix assez modique, et réduisent de ce fait même les frais d'installation, et, par conséquent, le capital engagé.

Ils sont employés par l'Administration des Postes pour ses réseaux téléphoniques et télégraphiques.

Il est évident que les lignes aériennes doivent résister à toutes les charges et surcharges normales et accidentelles, la rupture des lignes à haute tension pouvant occasionner des accidents mortels.

L'Administration déclare haute tension un courant continu

supérieur à 600 volts, et un courant alternatif au-dessus de 120 volts.

En outre, l'emploi de la terre, comme retour, est formellement interdit, son usage pouvant amener des perturbations dans les services télégraphiques et téléphoniques.

La pression du vent est un facteur important du calcul des lignes aériennes.

Le vent administratif, en France, exerce une pression de 120 kilogrammes par mètre carré de surface plane, à la température moyenne de la région, ou de 72 kilogrammes par mètre carré de surface longitudinale des pièces à section circulaire, ou, à la température minimum, une pression de 30 kilogrammes par mètre carré de surface plane, ou 18 kilogrammes par mètre carré de surface longitudinale des pièces à section circulaire.

Les poteaux en bois sont en pins, sapins, peupliers, châtaigniers noirs. En France, on emploie surtout le pin et le sapin écorché, injecté au sulfate de cuivre ou à la créosote.

Ces poteaux, dont les hauteurs sont de 6 m. 50, 8 m., 10 m. et 12 mètres, coûtent respectivement 6, 11, 16 et 20 francs.

Les prix de plantation d'un poteau dans un terrain ordinaire reviennent en moyenne à 2 fr. 50 ; dans un terrain rocailleux à 3 fr. 50, et dans le roc à 5 francs.

Les poteaux en fer sont généralement des pylônes servant pour les grandes traversées, comme celles des rivières et des chemins de fer.

Il faut calculer ces poteaux comme des charpentes en fer, et tous les catalogues de fermes donneront les résistances des matériaux à employer.

Les poteaux en ciment armé sont assez récents, mais ils ont eu beaucoup d'applications pourtant.

Ils se composent d'une âme vide, ou formée par un poteau en bois (système Bourgeat), puis d'une gaine en ciment dans laquelle se trouvent des tiges de fer, entourées de fil de fer en hélice.

La recherche du moment d'inertie est assez compliquée, mais, comme je l'ai dit plus haut, je ne rentrerai pas, du moins pour cette fois, dans ces calculs.

Portée. — La distance entre deux isolateurs consécutifs ne doit pas être supérieure à 100 mètres, sauf exception motivée.

La hauteur des conducteurs, au-dessus du sol, est au minimum de 6 mètres sur la voie publique, 8 mètres à la traversée de ces voies, et de 17 mètres au-dessus des plus hautes eaux des rivières et canaux navigables.

Pour la haute tension, les poteaux doivent être garnis, à 2 mètres au-dessus du sol, et sur une hauteur de 0 m. 50, de ronce artificielle. Ils portent, en outre, une plaque indicatrice.

Pour les poteaux d'angle, qui sont déjà renforcés à cause de la tension des fils sur eux, ils devront porter un dispositif de protection, au cas de la rupture des conducteurs.

En outre, il sera établi un filet de protection sous les câbles à haute tension dans les traversées et aux croisements des lignes.

Les fils sont placés au moins à un mètre de la façade des maisons, et à cinquante centimètres au-dessus des fenêtres. Lorsque les fils sont soutenus par des potelets au-dessus d'un toit, ils doivent être au moins à 2 m. 50 de la couverture.


Les lignes d'énergie électrique doivent suivre, sur les routes, le côté opposé aux lignes téléphoniques et télégraphiques. Pourtant, en cas de nécessité absolue, elles devront être éloignées de ces dernières d'au moins un mètre pour la basse tension, et de deux mètres pour la haute tension.

Les câbles aériens qui sont nus ont un diamètre assez faible, qui va ordinairement de 4 à 10 m/m. Aussi peuvent-ils être d'une grande longueur sans raccords. Les deux systèmes de raccords employés sont, soit un serre-fil en laiton muni de deux vis de serrage, soit le joint Britannia.

La pose des câbles est une opération délicate, tant pour l'observation des calculs préalablement établis par rapport à la température du moment de pose, que par l'opération manuelle elle-même, et la fixation des fils aux isolateurs. La pratique est encore la meilleure conseillère.

MARCEL DEMOUY,

Ingénieur.



LES INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES

Tout le monde utilise le téléphone ; le principe de cet ingénieux appareil est connu de tous : il n'en est pas de même à beaucoup près en ce qui concerne la complexité de son montage.

J'essaierai donc de combler cette lacune à l'égard des lecteurs de ce Bulletin en revisant ici les principaux modes d'installations téléphoniques en usage ; j'aborderai ensuite l'étude des organes d'intercommunication utilisés par l'Administration des Téléphones.

Les téléphones se divisent nettement en :

- 1^o Téléphones à courant primaire ;
- 2^o Téléphones à courant secondaire.

Avec les premiers, la transmission de la parole est limitée à quelques hectomètres.

Avec les seconds, la distance de transmission atteint 2.000 kilomètres.

Les téléphones à courant primaire comprennent :

- 1^o Un microphone ;
- 2^o Un récepteur ;
- 3^o Différents organes d'appel.

Les deux organes essentiels du téléphone à courant primaire sont le microphone et le récepteur.

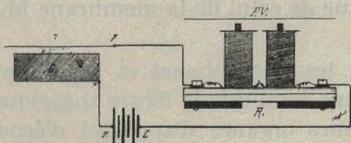


Fig. 1.

Le microphone est le plus souvent constitué :

1° D'un bloc de charbon C (figure 1), où des rainures concentriques contiennent soit du graphite concassé, soit du graphite en billes de diamètre très petit ;

2° D'une membrane M en charbon de cornue venant reposer sur le bloc de charbon C par l'intermédiaire du graphite appartenant à ce dernier ;

3° De deux paillettes, P et P', la première en contact avec le bloc, et l'autre avec la membrane.

Le récepteur, figuré à droite, comprend un aimant en fer à cheval dont les deux branches sont entourées par deux bobines de fil fin.

L'une des bobines est reliée à l'un des pôles d'une pile, et l'autre bobine est reliée en P au microphone ; le circuit se complète par un conducteur réunissant la paillette P' au second pôle de la pile.

A quelques dixièmes de millimètre au-dessus des noyaux des bobines, est maintenue à l'aide de bagues la plaque vibrante P V.

Que se passera-t-il en circuit fermé ?

La pile du système ayant une f.e.m. de E. volts, et débitant sur une résistance ohmique extérieure R, l'intensité du courant traversant le circuit, et particulièrement les bobines du récepteur, sera, comme on sait :

Lorsque l'on parlera en présence de la membrane M, celle-ci vibrera sous l'influence de la voix et comprimera plus ou moins le graphite du bloc L. Il en résultera une variation dans la résistance du circuit, et en conséquence une variation de l'intensité du courant circulant dans les bobines du récepteur.

Or, la variation même de cette intensité aura pour réflexe une variation du champ magnétique de l'aimant. Finalement, la plaque vibrante prendra un mouvement oscillatoire synchronique de celui de la membrane M. La parole est ainsi transmise.

Pratiquement, les microphones et les récepteurs ne sont pas montés comme l'indique la figure théorique 1, mais sont installés avec leurs organes d'appel et d'écoute suivant le mode d'utilisation choisi.

Le cas le plus général est celui de deux postes pouvant s'appeler réciproquement.

Lorsque le poste A veut appeler le poste B (fig. 2), il presse sur un bouton qui a pour effet de relier les bornes 3 et 1 de ce premier poste, et de ce fait le circuit de la pile est fermé sur la sonnerie du poste B.

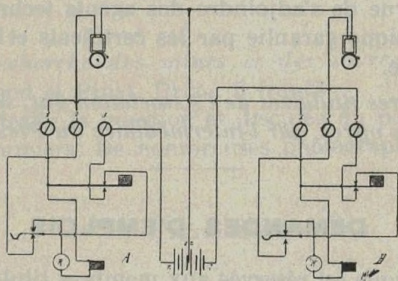


Fig. 2.

La sonnerie ayant fonctionné, il suffira de décrocher les récepteurs dans les deux postes pour que cette sonnerie soit remplacée dans le circuit par les microphones et les récepteurs, la conversation peut dès lors s'engager.

(A suivre.)

LAUR.



Intermédiaire Professionnel

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.

Les membres titulaires de l'Association ont, seuls, droit de réponse à ces offres, par l'intermédiaire du Président.

DEMANDES D'EMPLOIS

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

La correspondance relative à l'Intermédiaire professionnel devra être adressée au Président de l'Association.

BIBLIOTHÈQUE

Notre Bibliothèque naissante vient de s'enrichir d'une collection du Bulletin de la Société Internationale des Electriciens, gracieusement offerte par M. MICHEL-LÉVY, *Ingénieur E. C. P., Constructeur-Mécanicien*.

Ci-dessous l'énumération des fascicules acquis :

N^{os} 170 et 171 (1^{re} série). Année 1901. N^{os} 11 à 18, 28 à 31, 33 à 36, 38 à 40, 42 à 45, 48, et 50 à 56 (2^e série).

Nous rappellerons que l'ouvrage de MM. HOLLARD et BERTIAUX : « *L'analyse des métaux par voie électrolytique* », don des auteurs, fait également partie de notre collection.

Nous remercions vivement les généreux donateurs.

LE BUREAU.

BIBLIOGRAPHIE

Sur la recherche des mines et des sources, par Henri Mager. Dunod et Pinat. Prix : 3 francs.

L'auteur traite la question si discutée du pouvoir divinateur des sourciers. De nombreuses photographies illustrent le volume.

Les explosifs et leur fabrication, par Rodolpho Molina, traduit de l'italien par J.-A. Montpellier. In-8° de 374 pages. H. Dunod et E. Pinat. Prix : broché, 6 francs ; cartonné, 7 fr. 25.

Cet ouvrage a été l'objet d'un succès considérable dans son pays d'origine. L'auteur y étudie successivement les poudres noires, les fulmicotons, la nitroglycérine et les dynamites, les picrates et fulminates, les poudres sans fumée de guerre et de chasse, et traite même l'air liquide comme explosif.

Traité-répertoire général des applications de la chimie, par M. Jules Garçon. Dunod et Pinat. Paris. 2 forts volumes in-8°. Prix : 35 francs. — Tome I. *Métalloïdes et Composés métalliques*. Tome II. *Composés du carbone ; Métaux*. Chaque volume séparé, prix : 20 francs.

Ce travail considérable n'est autre qu'une vaste encyclopédie, où l'auteur n'a pas craint de pousser la documentation jusqu'à la mise à jour des brevets d'invention. La métallurgie y est représentée au même titre que les eaux minérales ou que les industries des matières colorantes, de la soie artificielle, du sucre, de l'alcool ou du savon.

Les procédés de l'industrie allemande, par Victor Cambon, ingénieur des arts et manufactures. Dunod et Pinat. In-8° de 44 pages, avec fig. Prix : 1 fr. 50.

Ce très intéressant mémoire résume de façon concise et saisissante les caractères essentiels de l'industrie allemande.

Traité de physique, de O. D. Chwolson, professeur à l'Université impériale de Saint-Petersbourg, traduit du russe par E. Davaux. Edition revue et augmentée par l'auteur, suivie de notes sur la physique théorique par E.-P. Cosserat. Tome I, 4^e fascicule. *L'Acoustique*, librairie Hermann, Paris. Prix : 9 francs.

La publication d'un traité général de physique, permettant à ceux qui ne peuvent, au jour le jour, se tenir au courant des travaux incessants qui tendent à renouveler cette science de fond en comble, de se reconnaître au milieu de toutes les découvertes nouvelles, présente un intérêt qu'il est utile de signaler.

Almanach des aviateurs pour 1909, par E. Lessard. 1 vol. illustré de 70 pages. Chez Méricant, 1, rue du Pont-de-Lodi, Paris. Prix : 0 fr. 60.

Historique rapide de l'aviation ; rappel des principales performances ; liste des prix à disputer en 1909 ; notions techniques essentielles ; conseils aux inventeurs.

PARTICULARITÉS DE QUELQUES NOMBRES

SUITE (1)

LE NOMBRE 8

8×1	$+ 1 = 9$
8×12	$+ 2 = 98$
8×123	$+ 3 = 987$
8×1234	$+ 4 = 9876$
8×12345	$+ 5 = 98765$
8×123456	$+ 6 = 987654$
8×1234567	$+ 7 = 9876543$
8×12345678	$+ 8 = 98765432$
8×123456789	$+ 9 = 987654321$

LE NOMBRE 9

9×1	$+ 2 = 11$
9×12	$+ 3 = 111$
9×123	$+ 4 = 1111$
9×1234	$+ 5 = 11111$
9×12345	$+ 6 = 111111$
9×123456	$+ 7 = 1111111$
9×1234567	$+ 8 = 11111111$
9×12345678	$+ 9 = 111111111$
9×123456789	$+ 10 = 1111111111$

Autre résultat d'une symétrie curieuse :

9×9	$+ 7 = 88$
9×98	$+ 6 = 888$
9×987	$+ 5 = 8888$
9×9876	$+ 4 = 88888$
9×98765	$+ 3 = 888888$
9×987654	$+ 2 = 8888888$
9×9876543	$+ 1 = 88888888$
9×98765432	$+ 0 = 888888888$

(1) Voir le *Bulletin*, n° 4.

LE NOMBRE 10

10 est le seul nombre triangulaire égal à la somme des carrés de deux impairs consécutifs.

Il nous faut résoudre l'équation

$$\frac{x(x+1)}{2} = (2y-1)^2 + (2y+1)^2 = 8y^2 + 2,$$

équivalente à

$$(2x+1)^2 = 64y^2 + 17,$$

qui peut aussi s'écrire

$$(2x+8y+1)(2x-8y+1) = 17.$$

Les valeurs de x et de y étant positives par hypothèse, on a nécessairement

$$2x+8y+1=17 \quad \text{et} \quad 2x-8y+1=1,$$

d'où

$$y=1 \quad \text{et} \quad x=4.$$

On obtient ainsi

$$\frac{x(x+1)}{2} = 10 = 1^2 + 3^2.$$

LE NOMBRE 13.

C'est sans doute en raison des 13 personnes se trouvant à table le jour de la Cène que s'est implantée chez nous cette superstition, une des plus tenaces encore, par suite de laquelle une des personnes présentes à une table de 13 convives doit mourir dans l'année. Ce fut toujours pour un 13 que des savants (!) fixèrent la date de la fin du monde.

13 et 1 sont les seuls nombres entiers qui soient, ainsi que leurs bicarrés, les sommes des carrés de deux entiers consécutifs.

Si l'on pose

$$N = a^2 + b^2 = (a + b\sqrt{-1})(a - b\sqrt{-1}),$$

son bicarré sera

$$N^4 = (a^2 + b^2)^2 = (a + b\sqrt{-1})^2 (a - b\sqrt{-1})^2,$$

ou, d'après l'hypothèse,

$$N^4 = A^2 + B^2 = (A + B\sqrt{-1})(A - B\sqrt{-1}),$$

ce qui conduit à écrire

$$A + B\sqrt{-1} = (a + b\sqrt{-1})^2,$$

et

$$A - B\sqrt{-1} = (a - b\sqrt{-1})^2.$$

On obtient ainsi

$$A = a^4 - 6a^2b^2 + b^4,$$

et

$$B = 4a^3b - 4ab^3.$$

Mais, par hypothèse, b et a sont consécutifs, et l'on peut poser

$$b = a + 1.$$

On a, dès lors,

$$A = -4a^4 - 8a^2 + 4a + 1,$$

$$B = -8a^3 - 12a^2 - 4a.$$

Mais on doit écrire, également par hypothèse,

$$A - B = 1.$$

On obtient alors l'équation suivante :

$$4a^4 - 12a^2 - 8a = 0,$$

équivalente à celle-ci :

$$a(a+1)^2(4a-8)=0,$$

et dont les racines sont

$$0, \quad -1 \quad \text{et} \quad 2.$$

Pour $a=0$, on a

$$A=1 \quad \text{et} \quad B=0,$$

d'où

$$N^4 = 1^2 + 0^2 = 1 \quad \text{et} \quad N=1.$$

Pour $a = -1$, on obtient un résultat semblable.

Pour $a = 2$, on a

$$A = -64 - 64 + 8 + 1 = -119,$$

et

$$B = -64 - 48 - 8 = -120.$$

On en déduira la valeur de N ; soit

$$N^2 = A^2 + B^2 = 14.161 + 14.400 = 28.561,$$

d'où

$$N = \sqrt{28.561} = \sqrt{169} = 13.$$

LE NOMBRE 37

En multipliant par 37 un des termes de la progression arithmétique dont le premier terme et la raison sont 3 et le dernier terme 27, on obtient comme produit un nombre composé de 3 chiffres identiques, dont la somme est égale au terme de la progression qui a servi de multiplicande.

Exemple :

$$18 \times 37 = 666,$$

la somme des chiffres de 666 étant 18.

LE NOMBRE 142.857

Ses 6 premiers multiples sont

142.857, 285.714, 428.571, 571.428, 714.285 et 857.142, lesquels comprennent les mêmes chiffres rangés dans le même ordre.

E. D.

L'UTILISATION DES GAZ DE HAUTS FOURNEAUX

(Suite) ⁽¹⁾

COMPOSITION DES GAZ AU GUEULARD

Laissant de côté l'étude des produits solides : fontes, laitiers, scories, obtenus dans la fabrication de la fonte, nous ne nous occuperons maintenant que des produits gazeux obtenus dans les réactions précédentes.

Par suite de la pression du vent des tuyères, les gaz emplissent le haut fourneau à la partie inférieure, mais, ne trouvant aucune issue vers le creuset, ou l'ouvrage, ils continuent leur marche ascensionnelle dans les étalages et la cuve, pour s'échapper enfin vers la partie supérieure : le gueulard.

C'est donc en cet endroit qu'il sera possible d'étudier la composition de la masse gazeuse, en vue de son utilisation ultérieure.

On ne peut donner affirmativement une composition type, nettement définie, de cette masse gazeuse, comme le permettrait l'étude d'une combinaison chimique ; il faut se borner à fournir des exemples, car on ne se trouve en présence que d'un mélange de gaz ou d'éléments simples gazeux.

Sir Lowthian Bell (2), qui s'est attaché à étudier la question méthodiquement, tant au laboratoire qu'à l'usine même, a montré que, avec un même haut fourneau, alimenté par des matières toujours semblables, on obtient des résultats différents, suivant que la prise d'échantillon de gaz est faite au gueulard avant, pendant ou après une charge.

Cela se conçoit facilement, en songeant que les divers éléments d'une même charge : combustible, minerai et fondant, réagissent différemment suivant la température qu'ils

(1) Voir Bulletin n° 4.

(2) Lowthian Bell. — *Principes de la fabrication du fer et de l'acier*. Traduit par P. F. A. Hallopeau. Paris 1888.

subissent, et, par suite, la région du haut fourneau dans laquelle ils se trouvent, au fur et à mesure de leur marche descendante vers l'ouvrage.

De plus, si on peut établir, sans trop de difficultés, une composition moyenne, pour une usine, cette composition variera avec les résultats obtenus dans un autre centre de production, dans lequel les matières premières sont différentes, ou proviennent de gisements différents.

On peut admettre que la nature et la composition des gaz du gueulard dépendent de la nature du minerai, de la quantité de coke employée pour fournir un poids déterminé de fonte, et du volume du vent soufflé aux tuyères.

Quelques exemples vont rendre plus frappante l'explication de ce qui précède.

D'après M. Herman Hubert (1), sur les renseignements fournis par M. Hietz, chef du service des hauts fourneaux de la Société Cockerill, pour une charge formée de :

70 % de minerai Rubio de Bilbao ;

10 % de spath grillé du pays de Siegen ;

20 % de résidus de pyrites et *purple ore* en parties égales, auxquels on ajoute 20 % de castine d'Engis, la composition centésimale des gaz sera, pour une tonne de coke consommée, par tonne de fonte produite :

Azote	50,12 ou 51,51
Anhydride carbonique	13,95 ou 16,78
Oxyde de carbone.....	27,90 ou 23,98
Hydrogène et hydrocarbures.....	1,02 ou 1,07
Vapeur d'eau	7,01 ou 6,66

100,00

suivant que le rapport $\frac{\text{CO}^2}{\text{CO}}$ sera égal à 0,5 ou 0,7.

Aux hauts fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle), les gaz du gueulard ont la composition moyenne suivante (en volume) :

(1) De l'utilisation directe des gaz de haut fourneaux pour la production de la force motrice. - Herman Hubert. Liège 1901.

Anhydride carbonique	9,40
Oxyde de carbone.....	24,30
Hydrogène	1,80
Formène	2,00
Oxygène	0,90
Azote	61,60
	<hr/>
	100,00

pour une charge de composition moyenne de :

Minérai	4.000 kilos
Castine	200 à 300 —
Coke	1.800 —

D'après une récente étude de MM. Boudon et Benoist, sur les gaz provenant des appareils de la Société Anonyme des hauts fourneaux, forges et aciéries de Pompey (Meurthe-et-Moselle), la composition serait en volume % de :

Oxyde de carbone.....	25,70
Anhydride carbonique	13,30
Hydrogène	5,40
Oxygène	0,20
Azote	45,40
Vapeur d'eau	10,00
	<hr/>
	100,00

Il serait facile de donner la composition des gaz du gueulard pour toutes les usines métallurgiques, mais le pourcentage changerait suivant le mode de fabrication ; il est, pourtant, un chiffre important, et facile à retenir : c'est celui exprimé par le rapport de $\frac{\text{CO}^2}{\text{CO}}$ et duquel dépend le pouvoir calorifique du gaz.

Ce rapport est assez variable, mais oscille entre des termes limites qui ont été fixés par M. Hubert (1) à 0,5/0,7 pour la Belgique ; M. J. Wolters (2), pour un fourneau alimenté exclusivement au moyen de minettes du Luxembourg, donne, pour ce rapport, 0,853, mais, d'après les études de L. Bell (3),

(1) Herman Hubert, loc. cit.

(2) J. Wolters. *Études sur la fabrication de la fonte blanche* (Revue universelle des Mines. t. xxxix. 1^{re} série).

(3) Lowthian Bell, loc. cit.

pour les fourneaux du Cleveland, ces valeurs deviennent 0,38, 0,68, 0,54, 0,52, 0,62.

Les valeurs limites de ce rapport peuvent donc être fixées à 0,4/0,85.

CALCUL de la COMPOSITION des GAZ du GUEULARD

La composition des gaz du gueulard est utile à connaître, afin de se rendre compte de l'énergie calorifique, ou mécanique, que l'on peut utiliser. Elle permet aussi de fixer la valeur du rapport $\frac{CO^2}{CO}$, qui, d'après M. Grüner, est la caractéristique du haut fourneau, et renseigne sur la proportion de carbone incomplètement brûlé.

Les calculs nécessaires à la détermination de la composition des gaz du gueulard ont été mis au point par M. Hubert (1) ; nous allons les étudier en détail.

Nous supposons qu'on charge, dans un haut fourneau, un mélange formé de (voir précédemment) :

- 70 % de minerai Rubio de Bilbao ;
- 10 % de spath grillé du pays de Siegen ;
- 20 % de résidus de pyrites et *purple ore*, en parties égales.

Nous admettrons qu'on y ajoute 20 % de castine d'Engis, et que, dans ces conditions, on consomme une tonne de coke pour produire une tonne de fonte.

La composition des différentes substances enfournées pourra être fixée comme suit, dans ses éléments principaux.

	RUBIS	SPATH	PYRITE	Purple ore	CASTINE
	—	—	—	—	—
Humidité	0,12	0,06	0,15	0,15	0,01
Résidu insoluble.....	0,10	0,14	0,04	0,06	0,01
Fer	0,54	0,48	0,64	0,58	—
Manganèse	0,008	0,88	0,04	0,04	—
Matières volatiles.....	0,015	0,02	0,04	0,04	0,43
Chaux	0,005	—	—	—	0,54

Le lit de fusion, qui devra être chargé pour la production d'une tonne de fonte, se composera de :

(1) Herman Hubert, loc. cit.

	Eau	Anhydride carbonique
1.400 kg. de rubio contenant.....	252 kg.	11,20 kg.
200 kg. de spath	12 kg.	4,00 kg.
400 kg. de résidus et purple ore	60 kg.	—
400 kg. de castine	4 kg.	172,00 kg.
1.000 kg. de coke	60 kg.	—

En tout :

3.400 kg. de mélange contenant... 388 kg. 187,20 kg.

La tonne de fonte produite contiendra :

919,0 kil. de fer,
 17,5 — manganèse,
 37,5 — carbone,
 25,0 — silicium,
 1,0 — phosphore et soufre.

Total : 1000,0 kil.

La tonne de coke renfermait 850 kil. de carbone, dont 37 k. 50 sont passés dans la fonte. Le reste, soit 812 k. 5, s'est combiné avec l'oxygène.

Cette combustion a dégagé la chaleur nécessaire aux opérations chimiques, qui ont lieu dans le haut fourneau. Mais, elle n'est pas complète : une partie seulement du carbone s'est brûlée, en formant de l'anhydride carbonique ; l'autre a produit de l'oxyde de carbone. Cette dernière n'a donc ni développé toute la chaleur qu'elle pouvait dégager, ni produit l'effet réducteur, dont elle était capable. Elle marque, pour ainsi dire, l'imperfection de l'opération, de sorte que le rapport des composés carbonés qui existent dans les gaz sortant du gueulard peut être pris comme mesure de l'économie de la marche du haut fourneau.

En Angleterre, on estime que ce rapport doit être compris entre 0,5 et 0,7. En Belgique, où l'on doit se préoccuper davantage de l'économie du combustible, on cherche toujours à atteindre et l'on dépasse même souvent le dernier chiffre (1).

(1) Voir J. Wolters., loc. cit.

Pour avoir des données sur la variabilité du pouvoir calorifique du gaz, nous en calculerons la valeur, dans l'hypothèse où le rapport $\frac{\text{CO}^2}{\text{CO}}$ descend à 0,5, et dans celle où il s'élève à 0,7.

Désignons par x kilogrammes le poids du carbone de la tonne de coke qui a formé l'anhydride carbonique ; celui qui a produit l'oxyde de carbone sera $812,5 - x$. Les poids des deux gaz seront respectivement représentés par :

$$\frac{\text{CO}^2}{\text{C}} \cdot x, \text{ ou } \frac{44 \cdot x}{12}, \text{ et } \frac{(812,5 - x) \text{ CO}}{\text{C}}, \text{ ou } \frac{(812,5 - x) 28}{12};$$

les poids atomiques de C et de O étant 12 et 16.

Mais les éléments du lit de fusion, nécessaire pour la production d'une tonne de fonte, contiennent 187 k. 20 d'anhydride carbonique qui s'ajoutent aux $\frac{44 x}{12}$ kilogrammes provenant de la combustion complète du carbone.

Nous aurons donc, pour les deux cas qui nous occupent, les équations suivantes :

1^{er} cas :

$$\frac{\text{CO}^2}{\text{CO}} = 0,5. \quad \frac{\frac{44 \cdot x}{12} + 187,20}{\frac{(812,5 - x) \cdot 28}{12}} = 0,5;$$

2^e cas :

$$\frac{\text{CO}^2}{\text{CO}} = 0,7. \quad \frac{\frac{44 \cdot x}{12} + 187,20}{\frac{(812,5 - x) \cdot 28}{12}} = 0,7.$$

On déduit, de la première équation :

$$x = 157 \text{ k. } 4$$

et, de la seconde :

$$x = 215 \text{ k. } 1.$$

Les poids d'oxygène, qui sont entrés en combinaison avec le carbone, sont donnés par la formule :

$$\text{O combiné} = \frac{\text{O}^2 \cdot x}{\text{C}} + \frac{\text{O} \cdot (812,5 - x)}{\text{C}},$$

qui, en y remplaçant O, O², C par leurs valeurs respectives,

en fonction de leurs poids atomiques : 16, 32, 12, et x par les deux valeurs trouvées précédemment, donne :

dans le premier cas :

$$\frac{157,4 \times 32}{12} + \frac{655,1 \times 16}{12} = 1293^k 20;$$

dans le second cas :

$$\frac{215,1 \times 32}{12} + \frac{597,4 \times 16}{12} = 1370^k 10.$$

Cet oxygène a été emprunté, partie aux différents corps oxydés réduits dans le fourneau, partie à l'air soufflé.

La réduction de ces corps a fourni au carbone les quantités d'oxygène suivantes :

28 k. 6 combinés avec	27 k. 00 de silicium (Si O^2),
7 k. 6 — — —	25 k. 10 de manganèse
	($\text{Mn}^2 \text{ O}^3$),
394 k. 3 — — —	1314 k. 00 de fer ($\text{Fe}^2 \text{ O}^3$).

Total : 430 k. 5

La combustion du carbone a donc dû emprunter, à l'air soufflé dans le fourneau, 862 k. 7 d'oxygène dans le premier cas, et 939 k. 6 dans le second.

Or, la composition normale de l'air, en poids, peut être estimée de la façon suivante :

Azote	76,045
Oxygène	23,125
Eau	0,750, contenant 0,667 d'oxygène.
Anhydride carbonique.	0,080

Pour fournir le poids d'oxygène nécessité par la combustion du carbone dans le fourneau, il a fallu :

dans le premier cas :

$$\frac{862,7 \times 100}{23,125 + 0,667} = 3626^k \text{ d'air};$$

dans le second cas :

$$\frac{939,6 \times 100}{23,125 + 0,667} = 3949^k \text{ d'air}.$$

Nous possédons maintenant toutes les données nécessaires pour établir la composition et le poids total des gaz dégagés,

par tonne de fonte, dans les deux hypothèses que nous avons considérées.

Le tableau suivant fait connaître cette composition :

	1 ^{er} Cas kil.	2 ^e Cas kil.
Azote	2757,4	3003,0
Anhydride carbonique provenant :		
de la combustion.....	577,1	788,3
de la décomposition des carbonates	187,2	187,2
de l'air soufflé.....	2,9	3,2
Oxyde de carbone.....	1634,4	1398,0
Hydrogène provenant de l'eau conte- nue dans l'air.....	3,0	3,3
Vapeur d'eau provenant du minerai et du coke et non décomposée.....	388,0	388,0
Total.....	5450,0	5771,0

Nous n'avons pas tenu compte d'un élément dont l'analyse révèle la présence dans les gaz des hauts fourneaux, surtout quand on ajoute de la houille crue à la charge : ce sont les carbures d'hydrogène. Les gaz en renferment souvent 1 %.

Admettons ce chiffre et portons, en conséquence, à 5500 et à 5830 kil (1), le poids des gaz dégagés par tonne de fonte.

Ces gaz présentent la composition centésimale suivante (voir plus haut) :

	1 ^{er} Cas	2 ^e Cas
Azote	50,12	51,51
Anhydride carbonique.....	13,95	16,78
Oxyde de carbone.....	27,90	23,98
Hydrogène et hydrocarbures.....	1,02	1,07
Vapeur d'eau	7,01	6,66
	100,00	100,00

VOLUME DE GAZ PRODUIT PAR TONNE DE COKE

Dans les calculs précédents, nous avons établi la quantité pondérale de gaz produit, en cours de fabrication d'une tonne

(1) Dans un remarquable mémoire publié dans *Stahl und Eisen*, et traduit par M. Krawtsoff dans le numéro d'octobre 1894 de la *Revue universelle des Mines* M. le Conseiller des mines Wedding établit que le poids de gaz dégagé par tonne de fonte varie de 5070 à 16.980 kil., lorsque le rapport CO_2 passe de 0,3 à 0,9.

de fonte ; mais, comme nous avons, au début, admis l'hypothèse qu'une tonne de coke libérait une tonne de fonte, il nous sera possible de déterminer le volume de gaz produit pour une tonne de coke.

Pour avoir des valeurs comparables entre les différents volumes, on convient de rapporter ceux-ci à la température de 0° c., et sous la pression normale de 760 m/m. de mercure.

Dans ces conditions, dites normales, de température et de pression, les différents constituants gazeux ont pour poids au mètre cube :

Azote	1 k. 257
Anhydride carbonique.....	1 k. 977
Oxyde de carbone.....	1 k. 250
Hydrogène	0 k. 0898
Hydrocarbures :	
(moyenne de : CH_4 , C_2H_4 , C_2H_2).	1 k. 035

Pour la vapeur d'eau, nous considérons qu'elle s'est condensée en eau, dont le poids au mètre cube, dans les conditions normales, est de 999 k. 871.

Comme exemple de calcul, nous opérerons sur la composition pondérale étudiée précédemment par M. Hubert, dans le calcul de la composition des gaz, en prenant les résultats obtenus dans le premier cas, où l'on suppose le rapport

$$\frac{\text{CO}^2}{\text{CO}} \text{ égal à } 0,5.$$

Rappelons cette composition :

Azote	2754,4
Anhydride carbonique provenant :	
de la combustion.....	577,1
de la décomposition des carbonates...	187,2
de l'air soufflé.....	2,9
Soit : ———	767,2
Oxyde de carbone.....	1534,4
Hydrogène provenant de l'eau contenue dans l'air	3,0
Vapeur d'eau provenant du minéral et du coke et non décomposée.....	388,0
Total.....	5450,0

Nous sommes maintenant en possession des éléments nécessaires pour calculer le volume de gaz produit par tonne de coke, il nous suffira d'appliquer la formule :

Poids total du gaz

Poids du mètre cube à 0° et 760 m/m

= Volume en mètres cubes à 0° et 760 m/m.

qui, pour l'azote, nous donnera :

$$\frac{2754,4}{1,257} = 2191^{\text{m}^3},249;$$

pour l'anhydride carbonique :

$$\frac{767,2}{1,977} = 388^{\text{m}^3},062;$$

pour l'oxyde de carbone :

$$\frac{1534,4}{1,250} = 1227^{\text{m}^3},200;$$

pour l'hydrogène :

$$\frac{3}{0,0898} = 33^{\text{m}^3},406;$$

pour la vapeur d'eau considérée à l'état d'eau condensée :

$$\frac{388}{999,871} = 0^{\text{m}^3}338.$$

Pour les hydrocarbures, il nous faudra déterminer leur poids :

$$\frac{1 \times 5450}{100} = 54^{\text{k}},50$$

qui fournira un volume de :

$$\frac{54,50}{1,035} = 52^{\text{m}^3},666.$$

Le tableau de composition volumétrique deviendra :

Azote	2191 ^{m³} ,249
Anhydride carbonique.....	388 062
Oxyde de carbone.....	1227 200
Hydrogène	33 406
Hydrocarbures	52 666
Vapeur d'eau condensée.....	0 338

Total..... 3792^{m³},921

à 0° C. et sous 760 m/m.

Ce volume de $3792^{m^3}921$ est entièrement relatif ; il est fonction des hypothèses faites et des matériaux employés pour produire une fonte déterminée.

En prenant, pour valeur du rapport $\frac{CO^2}{CO}$, 0,7 au lieu de 0,5, nous aurions obtenu un autre volume différent du premier.

Aussi, la valeur du rapport $\frac{CO^2}{CO}$ variant de 0,4 à 0,85, adopte-t-on une moyenne de régime de marche d'un haut fourneau en évaluant à 4.500^{m^3} le volume de gaz produit par tonne de coke, et mesuré à 0° C. et sous la pression normale de 760 m/m. de mercure.

(A suivre.)

G. DEGAAST.

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVETS D'INVENTION

N° 394.657.

Arts textiles

Procédé pour imperméabiliser et rendre rigide tout tissu d'origine végétale

La présente invention consiste en une application nouvelle du celluloïd. Cette invention s'emploie, soit pour des tissus en pièce, soit pour des objets manufacturés.

On prend le tissu ou l'objet manufacturé, préalablement soumis au repassage, dans l'un et l'autre cas, et on l'enduit d'une dissolution de celluloïd.

A cet effet, on fait dissoudre du celluloïd dans un quelconque de ses dissolvants, et on plonge le tissu ou l'objet manufacturé dans cette dissolution, puis on fait évaporer.

N° 394.659.

Constructions, travaux publics et privés

Procédé de fabrication de pavés artificiels

L'invention consiste dans un procédé de fabrication de pavés au moyen de débris de pierres naturelles, telles que : basalte, quartz, granit, porphyre, feldspath, syénite, et autres, ou de déchets de concrétions artificielles, telles que : verre,

porcelaine, scories, terre cuite ; et elle est caractérisée essentiellement par :

1° Le broyage des matériaux bruts en poudres fines, de grains de dimensions déterminées, afin de constituer une masse composée d'un mélange intime de 90 à 96 % de matériaux, soit de même qualité, soit différents, et de 10 à 4 % d'un agglomérant aqueux de marne, d'argile, de ciment, de farine ou d'autres substances liantes, ladite masse étant ensuite séchée, puis mise en moule et comprimée en pavés, qui sont soumis alors à une cuisson prolongée, jusqu'à la température de fusion de la masse, puis enfin refroidis lentement ;

2° La composition suivante du mélange destiné à être traité comme il vient d'être dit : environ 15 à 20 % de poudres provenant du crible de 5.000 mailles par centimètre carré, 15 à 20 % de poudres du crible à 900 mailles, 15 à 20 % du crible de 80 mailles par centimètre carré, et 25 à 50 % de grains de 1 à 8 millimètres.

N° 394.687.

Instruments de précision

Panergomètre, ou appareil destiné à lever des plans, combiné de manière à donner, sans aucun calcul, les distances et les hauteurs.

L'invention a pour objet un panergomètre qui, au moyen de réglettes autoréductrices, donne, sans aucun calcul, les distances et les hauteurs.

L'appareil se compose :

1° D'une lunette astronomique avec un demi-prisme à réflexion totale fixé en avant de l'objectif ;

2° D'un tube portant un demi-miroir, et coulissant sur la lunette ;

3° De deux réglettes graduées, mobiles dans un plan horizontal, et d'une troisième, mobile dans un plan perpendiculaire à l'axe optique.

Ces diverses réglettes sont connectées ensemble, ainsi qu'avec le tube porte-miroir, et avec la lunette, au moyen de glissières, coulisseaux et articulations, de telle façon qu'une simple lecture sur les deux premières réglettes donne la distance réduite à l'horizon, et à la hauteur verticale du point visé.

Machines

Filière pour tailler les filets de vis

L'invention consiste en une filière pour tailler les filets de vis, dont chaque bord tranchant présente un diamètre réel ou complet, le métal qui se trouve derrière les parties présentant un tel diamètre, étant abattu ou retourné, à seule fin d'assurer un jeu complet à toutes les surfaces derrière lesdites parties, chaque bord tranchant étant en outre plus élevé, et entamant à une profondeur plus grande que celui qui le précède.

Arts chimiques

Procédé de préparation rapide d'acide sulfurique sans emploi de chambres de plomb

L'invention porte sur un procédé pour la production rapide d'acide sulfurique, sans emploi de chambres de plomb, qui consiste à faire agir des gaz de grillage, contenant de l'acide sulfureux, sur de l'acide sulfurique nitreux, ces gaz, comprimés en totalité ou en partie par l'acide sulfurique nitreux.

L'invention porte également sur un mode de réalisation du procédé, dans lequel une partie des gaz de grillage circule dans une série de tours d'absorption arrosés par de l'acide sulfurique nitreux, tandis que l'autre partie de ces gaz est comprimée et utilisée pour élever l'acide nitreux dans les tours d'absorption et l'y pulvériser, de façon à obtenir un contact intime des gaz et de l'acide, et, par suite, une oxydation rapide de l'acide sulfureux.

Le procédé peut, en outre, être avantageusement réalisé en employant, pour élever et pulvériser l'acide nitreux, des émulseurs d'acide, actionnés en partie par des gaz comprimés, et, en partie par de l'air, et, d'autre part, en utilisant une série de tours de réaction disposées et fonctionnant systématiquement, et éventuellement une tour de concentration pour la production de l'acide à 66°.



UN CURIEUX PARADOXE

Appuyons-nous sur ce fait qu'une identité algébrique est vraie indépendamment des symboles qu'elle comprend et posons

$$\sqrt{x-y} = i, \quad \sqrt{y-x},$$

où i représente $+\sqrt{-1}$ ou $-\sqrt{-1}$.

L'identité étant encore vraie quelles que soient les valeurs données à x et à y , on peut écrire

$$x = a, \quad y = b,$$

d'où
$$\sqrt{a-b} = i, \quad \sqrt{b-a},$$

et ensuite

$$x = b, \quad y = a;$$

d'où
$$\sqrt{b-a} = i, \quad \sqrt{a-b}.$$

En multipliant membre à membre les deux égalités ainsi obtenues, on obtient la nouvelle égalité suivante :

$$\sqrt{a-b} \times \sqrt{b-a} = i^2. \sqrt{b-a} \times \sqrt{a-b},$$

de laquelle on déduit

$$1 = i^2,$$

ou plus exactement (!)

$$1 = -1.$$

Le Gérant . E. DELAUBE.

Paris. — Imp. Stemmer, 175, Rue Saint-Honoré.

HISTORIQUE DE L'URANIUM

Il est certaines propriétés de la matière qui frappent directement nos sens ; et, par ce fait même, sont immédiatement remarquées chez les éléments nouvellement découverts ; telles sont : la couleur, la forme cristalline apparente (je dis apparente car certains corps, comme le quartz par exemple, qui à première vue semblent appartenir à telle ou telle symétrie alors que l'examen de leurs propriétés optiques révèle qu'en réalité leur symétrie cristalline appartient à un autre système), la densité (approximative), l'odeur, l'altérabilité à l'air, etc..., ceci est dû à ce que ces propriétés se manifestant malgré notre volonté, comme nous possédons des organes les percevant directement, aucun effort n'est nécessaire pour les remarquer.

D'autres propriétés au contraire ne deviennent observables qu'après avoir été transformées afin qu'elles puissent, sous leur nouvelle forme, impressionner nos sens ; elles sont parfois dissimulées et il faut les provoquer pour les rendre visibles. A cette classe, je rattacherai : le magnétisme, les constantes physiques des corps, certaines réactions chimiques, ainsi que toutes celles qui, bien que se trouvant chez les corps que nous manipulons chaque jour ne deviendront sensibles que lorsque nos moyens d'expérience seront accrus et augmenteront pour ainsi dire notre propre sensibilité.

C'est ainsi que l'uranium, élément découvert depuis plus d'un siècle, n'a laissé entrevoir ses propriétés radioactives qu'il y a environ vingt ans ; propriétés qui, comme on le sait, sont de la plus haute importance, puisqu'elles tendent à lancer la chimie dans une voie nouvelle en rétablissant une hypothèse se rapprochant des vieilles idées alchimiques : *l'Unité de la matière.*

*

* *

Je ne me propose pas d'étudier ici ces phénomènes, mais seulement de retracer en grandes lignes l'histoire de cet intéressant élément. Je m'attacherai particulièrement à ses modes

de préparation dans le demi-siècle qui suivit sa découverte, car de l'étude des procédés anciens on tire souvent des conclusions importantes pour l'emploi des procédés récents.

Tout d'abord où et comment l'uranium existe-t-il dans la nature ?

Il existe sous des formes bien diverses, de sels doubles d'uranium et d'autres métaux (oxydes, carbonates, sulfates, silicates, arsénites, etc...), puis en combinaisons complexes avec des éléments rares (niobium, titane, etc...).

Le tableau ci-contre rend compte de ces minéraux avec les lieux où ils ont été trouvés jusqu'à maintenant.

MINÉRAUX RENFERMANT DE L'URANIUM

Oxydes	{	Pechblende ($U^3 O^8$)	(Joachimsthal)
		Gummite	
		Eliasite	
		Pillinite	
Sulfates	{	Zippeite (Sulfate d'uranium hydraté).	} Andrinople, Bohème, Saxe
		Uraconise (Variété de Zippeite).	
		Voglianite (Sulfate d'U, Fe, Cu, Ca).	
		Medjidite (Sulfate d'U, Ca).	
		Joannite (Sulfate d'U, Cu).	
Phosphates ..	{	Uranochalcite (Sulf. d'U, Ca, Cu).	} Saxe, Bohème, Cornouailles (Autun)
		Chalcholite (PO^4) ² (UO^2) ³ Cu, 10 H ₂ O	
		Autunite (PO^4) ² Ca, U ² O, 8 H ₂ O	
Arsénites ..	{	Uranocircite (Phosphate double d'U, Ba)	
		Uranospinite (Arsénite double d'U, Ca)	
		Zeunérite (Arsénite double d'U et Cu)	
		Trögerite (Arsénite d'U hydraté)	
Carbonates ..	{	Walpurgite (Arsénite d'U, Bi)	
		Liebigite (Carbonate d'U et Ca)	
		Valgite (Hydrocarbonate U, Ca, Cu) (Joachimsthal)	
Silicates	{	Uranophane	(Silicate hydraté d'U, Al, Cd) Silésie, Georgie
		Uranolite	
Uranates	{	Uranosphérite (Uranate de Bi)	(Saxe) (Norvège)
		Bröggerite (Uranate de Fe, Pb, He)	

**MINÉRAUX RENFERMANT L'URANIUM
ASSOCIÉ A DES TERRES RARES**

Carnotite	$(VO^3)^2(VO^2)^2K^2, 3H^2O$	(Amérique du Sud)	
Samarshite	(Niobate d'U, Fe, Y)	(Sibérie, Caroline du Nord)	
Fergusonite) (Niobate d'Y, Ce, Ur, Ca, Fe)	(Norvège)	
Cyrite			
Pyrochlore	(Niobate de Ca riche en U)		
Annérodite	(Niobatantalate d'U et de terres rares)		
Euxénite	(Titanoniobate Ce et U)		
Polycrase	(Titanotantalate d'U, Zn, Ce, Al)		
Thorite) (Silicates de Th uranifère).		
Orangite			
Etc., etc.			

Nous pouvons remarquer que l'Europe Centrale est le « centre » de l'Uranium, cette concentration de minéraux radioactifs en un même point permettra-t-elle de donner les raisons de certains phénomènes géologiques et d'aider ainsi à l'établissement de l'histoire de notre planète ?

De tous ces minéraux quelques-uns sont réellement intéressants ; la pechblende ou oxyde uranoso-uranique (U^3O^8), se trouve mêlée avec des oxydes de fer, de plomb, de calcium, de magnésie et de la silice ainsi qu'avec d'autres terres rares. Elle se présente en masses lamelleuses mais rarement en cristaux bien formés, elle possède une teinte brunâtre, verdâtre ou noir grisâtre suivant sa composition.

Voici la composition d'une pechblende, d'après EBELMEN :

Oxyde U^3O^8	75,23
Sulfure de plomb.....	4,82
Silice	3,48
Chaux	5,24
Magnésie	2,07
Soude	0,25
Protoxyde de fer.....	3,10
Protoxyde de manganèse.....	0,82
Acide carbonique	3,32
Eau	1,85
	<hr/>
	100,18

L'autunite présente également quelque intérêt ; c'est un phosphate uranico-calciqne ($\text{Ca U}^2 \text{P}^2 \text{O}^6, 8\text{H}^2 \text{O}$), elle se présente en cristaux feuilletés jaune verdâtre et se rencontre dans les granites et les pegmatites.

*

* *

Ce rapide exposé terminé, abordons maintenant le but même de cet article.

L'uranium naquit pour la Science en 1789, alors que KLAPROTH reconnut son existence dans la pechblende de Joachimsthal que jusque-là on croyait être un minéral de zinc ou de tungstène.

Il fut successivement étudié par *Klaproth, Richter, Bucholz, Lecanu, Brande, Berzélius, Arfwendson*, etc..., puis en 1842 *Péligot* démontra que le corps isolé n'était pas un élément mais un oxyde, puis il isola l'uranium métallique impur et ce n'est que bien plus tard, en 1897, alors que Moissan eut doté la science du four électrique, instrument puissant et précis à la fois, que l'uranium métallique à l'état de pureté vit le jour pour la première fois.

Revenons en arrière et étudions avec quelques détails les modes de préparations utilisés par *Klaproth, Bucholz, Arfwendson, Ebelmen* et *Péligot*.

KLAPROTH traitait la pechblende pulvérisée par de l'acide azotique, les sulfures étaient ainsi décomposés, le soufre se précipitant ainsi que la silice ; il concentrait la liqueur filtrée qui, par refroidissement, laissait déposer de l'azotate de plomb, en poussant plus loin la concentration de l'azotate d'urane cristallisé à son tour. Cet azotate redissout dans l'eau, traité par de la potasse, donne l'urane.

BUCHOLZ eut recours à la stabilité de l'azotate d'urane, et à la facile décomposition de l'azotate de fer sous l'influence de la chaleur ; comme Klaproth il dissout la pechblende dans l'acide azotique mais il évapore jusqu'à siccité complète, afin de bien décomposer l'azotate de fer avec formation de sesquioxyde de fer et départ de vapeurs nitreuses. En reprenant par l'eau, l'azotate d'urane entre en dissolution, tandis que le fer reste totalement insoluble si la calcination a été suffisante.

La solution résultant de cette opération contient encore du cuivre et de la chaux ; *Bucholz* la traite alors par un excès

d'ammoniaque, le cuivre ni la chaux ne sont précipités tandis que l'urane seule se sépare insoluble ; après filtration et lavage, elle est chauffée au rouge pour bien chasser les dernières traces d'ammoniaque, puis traitée par de l'acide azotique ; une cristallisation fournit ensuite l'azotate d'urane ; azotate qui peut fournir l'urane par redissolution dans l'eau et traitement par la potasse.

ARFWENDSON, en 1825, emploie un tout autre procédé. Il se base sur la solubilité de l'oxyde d'uranium dans le carbonate d'ammonium. Il commence par attaquer la pechblende par un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide azotique ; au lieu de former les azotates, comme ses prédécesseurs, il produit les chlorures en traitant à chaud la liqueur ci-dessus par de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeurs nitreuses ; la silice et le soufre sont précipités ; un courant d'hydrogène sulfuré précipite dans la solution filtrée, le cuivre, l'arsenic et le plomb, tandis que l'urane reste en solution avec le fer, le cobalt et le zinc. Par cette opération, le fer, qui était à l'état de peroxyde, est réduit ; il le peroxyde donc à nouveau à l'aide de quelques gouttes d'acide azotique, et verse un grand excès de carbonate d'ammonium ; le sesqui-oxyde de fer est complètement précipité alors que l'urane, le cobalt et le zinc restent dans la solution ; en portant à l'ébullition, tant que du carbonate d'ammonium se dégage, l'oxyde d'uranium (son solvant étant éliminé) se précipite, entraînant un peu d'oxyde de cobalt et de zinc ; ce précipité lavé est chauffé au rouge et traité par de l'acide chlorhydrique étendu, qui dissout le cobalt et le zinc ainsi qu'une très petite quantité d'urane. Le protoxyde d'uranium qui reste est sensiblement pur.

Avant d'aller plus loin, il convient de remarquer que les modes de préparation précédents se rapportent à l'oxyde d'uranium (urane). Aussi, les auteurs précités ont-ils essayé de le désoxyder. *Klaproth* et *Bucholz* soumirent à une très haute température un mélange d'urane et de charbon ; mais *Arfwendson* leur reprocha que le produit contenait encore du carbone ainsi que d'autres substances apportées par les flux ajoutés afin d'aider à la réduction ; lui-même il tenta d'isoler l'uranium pur en soumettant le protoxyde d'uranium chauffé au rouge à un courant d'hydrogène, il obtint une masse brune ; l'expérience répétée sur un chlorure double

d'uranium et de potassium lui donna de petits cristaux d'apparence métallique qu'il tenait pour être de l'uranium ; quant à la différence d'aspect des deux produits, il admit qu'elle était simplement due à ce que le premier était en poudre tandis que le second était cristallisé.

En passant, il est utile de remarquer que plus nous avançons, plus les auteurs se préoccupent des éléments étrangers accompagnant l'uranium dans son minerai. *Klaproth* ne semble avoir en vue que l'uranium même, directement, il cherche le moyen de le faire entrer dans une combinaison cristallisable qui lui permettra une purification ; *Bucholz*, déjà, cherche un meilleur procédé, et sépare le fer à l'état de sesqui-oxyde, ce qui est certainement plus vigoureux que les cristallisations successives de *Klaproth*. *Arfwendson* s'inquiète d'éliminer tous les éléments étrangers à l'uranium avant d'en faire cristalliser l'azotate (emploi de l'hydrogène sulfuré pour éliminer le cuivre, l'arsenic et le plomb, et du carbonate d'ammonium pour précipiter le fer).

Nous arrivons maintenant, en passant sous silence bien des rapports intéressants, à une période remarquable de l'histoire de l'uranium. En 1842, PÉLIGOT, tout en donnant un nouveau procédé (ou mieux un perfectionnement des anciennes méthodes) de préparation de l'urane, démontra que l'uranium obtenu par *Klaproth*, *Bucholz* et *Arfwendson* n'était pas l'uranium métallique, mais un oxyde inférieur, il aurait été étonnant qu'une telle déclaration ne fût pas critiquée ; elle le fut en effet, très violemment même, par *Berzelius*, mais la vérité triomphant, les recherches de *Péligot* furent confirmées par les travaux de *Wertheim*, *Rammelsberg*, et *Ebelmen*, ce dernier était justement à l'œuvre sur le même sujet au moment de la publication de la découverte de *Péligot* ; cessant alors de rechercher ce qu'un autre avait fait à sa place, il puola ses recherches en un rapport renfermant d'intéressants renseignements sur les divers composés de l'uranium.

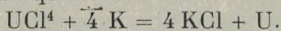
Voyons d'abord comment *Péligot* préparait l'urane :

La pechblende pulvérisée est traitée par l'acide azotique ; puis, il évapore à siccité et reprend par l'eau froide ; le sulfate de plomb et le sesqui-oxyde de fer restent insolubles ; il concentre la liqueur claire (après filtration) à une douce chaleur, laisse cristalliser, redissout dans l'eau, fait à nouveau

cristalliser, lave, et, enfin traite par de l'ether ; l'azotate d'urane se dissout, et la solution obtenue est laissée à évaporer à l'air ; l'azotate d'urane cristallise. Les eaux-mères renfermant encore de l'uranium sont traitées par l'hydrogène sulfuré pour précipiter le plomb et l'arsenic ; la solution évaporée à siccité est reprise par l'eau et soumise au même traitement que ci-dessus.

Péligot obtint ainsi de l'azotate d'urane très pur, qui, par calcination, fournit l'urane.

Pour préparer l'uranium, il traite le chlorure d'uranium par le potassium avec des précautions spéciales, une vive réaction se produit avec formation de chlorure de potassium et d'uranium métallique :



Des traitements particuliers le séparent des impuretés.

Quelques mois après le rapport de *Péligot*, en 1842, *EBELMEN* fit connaître, comme il est dit plus haut, un procédé de préparation de l'urane, procédé intéressant pour ses perfectionnements sur ceux de ses prédécesseurs, mais pour écourter cet exposé déjà trop long je ne l'exposerai pas ici. Je passerai aussi sous silence les nombreuses recherches qui furent faites sur cet élément pendant la seconde moitié du XIX^e siècle pour arriver à une période tout à fait contemporaine, période caractérisée par l'avènement d'un instrument d'une puissance prodigieuse, d'un maniement facile et d'une précision remarquable, je veux parler du four électrique.

C'est en 1894, que *MOISSAN*, à l'aide de cet appareil, chercha à isoler l'uranium pur, car celui de *Péligot* avait bien les caractères du métal mais n'était pas pur.

Il traite un mélange d'oxyde d'uranium (U^2O^3 , U^3O^4) par du charbon en poudre, pendant 9 minutes au four électrique, sous une pression de 70 volts et un débit de 350 ampères.

Il obtint ainsi des fontes d'uranium titrant 86,25 à 95,50 % d'uranium ; la matière obtenue se présentait sous la forme d'abondantes petites sphères métalliques pleines mélangées à une poudre grise, qui se dissout facilement dans les acides en dégagant de l'hydrogène ; la solution obtenue présente tous les caractères des sels d'urane. Quant aux petites sphères, elles ne sont pas attirables à l'aimant.

En 1897, l'uranium pur fut pour la première fois préparé par *Moissan*. Il s'y prit de trois façons différentes :

1° En réduisant par le sodium, un chlorure double d'uranium et de sodium ($\text{UCl}_4, 2 \text{NaCl}$) ;

2° Au four électrique, en traitant l'oxyde vert $\text{U}^3 \text{O}^8$ par le charbon de sucre en poudre fine ; il obtint une fonte qu'il affina ensuite à la forge ;

3° En électrolysant le chlorure double $\text{UCl}_4, 2 \text{NaCl}$.

Plus récemment, en 1900, STAVENHAGEN obtint l'uranium pur en réduisant l'oxyde $\text{U}^2 \text{O}^3$ par l'aluminium en présence de l'air liquide.

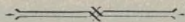
Ces procédés ont depuis été l'objet de perfectionnement, mais les principes généraux de la préparation restent les mêmes.

Ce rapide exposé de l'histoire de l'uranium terminé, constatons qu'il s'écoula plus d'un siècle entre la découverte de l'uranium et sa préparation à l'état pur ; ce qui montre bien combien il est difficile d'arriver expérimentalement à l'absolu en matière scientifique.

L'uranium n'est pas le seul exemple de ce genre, bien des éléments, découverts il y a longtemps, ne sont pas encore connus à l'état pur. A l'exemple des cerveaux de quelques penseurs, ils naissent avant leur temps et de même que pour ceux-ci, leurs œuvres ne sont comprises qu'après une longue évolution sociale ; il faut que ces éléments attendent une époque favorable où la science soit suffisamment perfectionnée pour les isoler du chaos de la matière et les étudier à l'état pur.

Déjà les composés de ce métal ont pris une importance industrielle dans la fabrication des couleurs. L'acétate est employé en analyse chimique pour le dosage de l'acide phosphorique ; sa radioactivité, propriété qui, depuis la découverte de BECQUEREL, a fixé les regards de tous sur cet élément, lui réserve sans doute un brillant avenir dès que cette nouvelle propriété de la matière sera mieux connue.

G.-H. PETIT.



L'UTILISATION DES GAZ DE HAUTS FOURNEAUX

(Suite) ⁽¹⁾

LES PRISES DE GAZ AU GUEULARD

Avant de pousser plus loin l'étude chimique et calorifique des gaz de hauts fourneaux, il est utile de se rendre compte de quelle façon, et par quels moyens, on est parvenu à capter l'énorme masse gazeuse s'échappant du gueulard.

Revenant à la détermination du volume de gaz produit par tonne de coke métallurgique (2), capable de libérer environ une tonne de fonte, et prenant pour point de comparaison un haut fourneau donnant en moyenne 125 tonnes de fonte en 24 heures, on voit de suite que la production journalière de gaz est de :

$$125 \text{ t.} \times 4.500^{\text{m}^3} = 562.500^{\text{m}^3},$$

ce qui, pour une heure, donne

$$562.500 : 24 = 23.437^{\text{m}^3} \text{ environ,}$$

ou, en nombre rond,

$$23.440^{\text{m}^3}.$$

Pour avoir une idée assez nette de l'importance de ce volume, il suffit de remarquer que l'espace clos cubique capable de le recevoir, devrait avoir environ 28^m60 d'arête.

Par ces quelques données numériques, on peut juger des difficultés éprouvées par ceux qui, les premiers, comme Faber du Faur, eurent l'idée de capter les gaz de hauts fourneaux, en vue de les utiliser pour les besoins de l'usine métallurgique.

(1) Voir *Bulletins* n^{os} 4 et 5.

(2) Voir *Bulletin* n^o 5.

Sans trop pénétrer dans le domaine historique de la question, il n'est pas inutile de passer en revue les perfectionnements et modifications apportés dans la construction des appareils, pour la prise des gaz au gueulard.

Déjà Aubertot, en France, vers 1809 (1), essaya d'utiliser les gaz, en plaçant simplement sur la plate-forme même du gueulard, les appareils capables de recevoir la chaleur de combustion des gaz. Mais il n'y eut pas ici de prise de gaz réelle.

Ce n'est qu'en 1837, à Wasseraffingen, que Faber du Faur capta la masse gazeuse pour la diriger vers les appareils ou gazogènes situés sur le sol de l'usine. Sa prise de gaz était constituée par une série d'ouvertures ménagées dans l'épaisseur de la cuve, et aboutissant à un conduit circulaire qui recueillait le gaz. La fermeture du gueulard était obtenue uniquement par les charges situées au-dessus de ces ouvertures.

Cependant, pour avoir un captage plus parfait, il y avait intérêt à rapprocher, vers le ventre du haut fourneau, le niveau de ces ouvertures ; la masse des charges formait une fermeture plus hermétique, mais l'allure du haut fourneau se trouvait dérégulée : les charges supérieures ne se trouvant plus en contact avec les gaz chauds et réducteurs.

On remplaça le dispositif de Faber du Faur par une conduite latérale, placée dans la paroi, à peu de distance du gueulard ; ce dernier étant fermé par un couvercle, levé à chaque introduction de charge. Mais, là encore, un inconvénient surgit : en ouvrant le couvercle, une masse considérable de gaz s'échappait en pure perte, environnant l'ouvrier d'une atmosphère de gaz toxiques qui rendait son travail très pénible.

C'est alors que Pfort, maître de forges à Weckerhagen, en 1842, conçut un appareil de prise de gaz, qui a été adopté dans de nombreux centres métallurgiques.

Cet appareil consiste en une sorte de cylindre en tôle ou en fonte A, appelé trémie, de diamètre un peu inférieur à celui du gueulard, et suspendu concentriquement dans le haut

(1) LEDEBUR. *Manuel de la Métallurgie du Fer*. *Journal des Mines*. 1814. T. 35, P. 375.

fourneau. Entre la paroi PP' de ce dernier, et la trémie, existe un espace annulaire EE', fermé en haut, sur la plateforme du gueulard, par une couronne circulaire CC' en fonte, qui crée ainsi une véritable cloche annulaire, où s'accumulent les gaz qui sont ensuite évacués par des conduites latérales L, disposées dans l'épaisseur de la partie supérieure de la cuve.

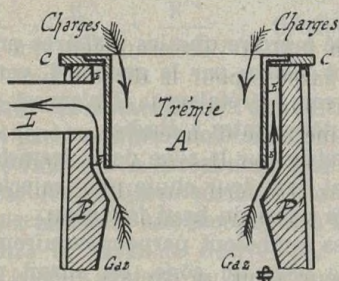


Fig 1.

PRISE DE GAZ DE PFORT

En 1855, Darby créa le type d'appareil dit à « prise centrale », grâce auquel les gaz ne sont plus appelés vers la circonférence du gueulard, mais vers le centre, ce qui évite le cheminement le long des parois du haut fourneau, cause d'irrégularités dans la marche et l'allure de celui-ci.

La prise centrale de Darby comprend un tuyau de captage des gaz, disposé concentriquement au gueulard, et plongeant, par sa partie inférieure ouverte, dans l'intérieur du haut fourneau. La partie supérieure de ce tuyau est reliée à une conduite horizontale, par laquelle les gaz se dirigent vers les appareils d'utilisation.

Dans le prolongement de cette conduite, on place une tubulure latérale, munie d'une soupape de sûreté, formée par un couvercle à clapet, qui permet aussi le nettoyage facile de la conduite, souvent obstruée par le dépôt de poussières contenues dans les gaz.

Toutes ces prises de gaz, quoique rendant de précieux services, comparativement aux résultats postérieurs, ne répondaient pas encore aux besoins que l'on était en droit d'exiger.

On devait recueillir les gaz, tout en n'interrompant pas le chargement du haut fourneau, et cependant effectuer cette opération avec le minimum de pertes de gaz.

De plus, le chargement devenant automatique, on dut songer à le rendre, en même temps, méthodique, c'est-à-dire distribuer les matières premières dans le haut fourneau, de façon telle que la composition des couches restât à peu près uniforme dans toute la cuve, et la partie supérieure des étales.

On serait porté à croire que les matières premières : coke, minéral, fondant ; jetées par le gueulard, vont arriver dans le même ordre vers les étales. Il n'en est rien, pour plusieurs raisons intéressantes à étudier.

Les charges, jetées sur le cône de la fermeture de la prise de gaz, décrivent dans leur chute une trajectoire qui tend à les placer vers la paroi du haut fourneau.

Si les matières tombaient perpendiculairement suivant la circonférence de base du cône, on aurait un chargement moyen, avec répartition uniforme des charges, qui ne seraient ni trop rejetées vers la paroi du haut fourneau, ou trop tassées vers le centre.

Dans ce cas, pour satisfaire aux exigences d'un bon chargement, il faudrait donner à la base du cône la moitié de la surface du gueulard, au point où se déposent les charges. On aurait alors les rapports

$$s = \frac{S}{2} \quad \text{ou} \quad \pi \cdot r^2 = \frac{\pi \cdot R^2}{2},$$

$$\text{soit } r^2 = \frac{R^2}{2},$$

dans lesquels s et S sont les deux surfaces considérées, et r et R les rayons du cône et de la partie du gueulard au point de chute.

Avec ce dispositif, on classe en réalité les matières un peu plus loin du centre, et, si le cône est très ouvert, on fait

$$r^2 < \frac{R^2}{2}.$$

Lorsqu'on emploie un cône de chargement, il est préférable d'adopter un profil parabolique de la paroi du haut fourneau,

jusqu'à 2 ou 3 mètres au-dessous du cône. En effet, lorsque ce dernier s'abaisse, les matières tombent suivant une courbe parabolique, se rapprochant des parois qu'elle rencontre, si le niveau des charges est un peu bas.

Comme il est pratiquement impossible de maintenir à hauteur constante le niveau des charges, on y remédie par une courbe des parois calculée pour que l'on ait :

$$\frac{R^2}{r^2} = \frac{R'^2}{r'^2} = \frac{R''^2}{r''^2} = \text{Constante},$$

R, R' et R'' étant les distances de l'axe du haut fourneau à la courbe de la paroi à différentes hauteurs, et r, r', r'' étant les distances de l'axe du haut fourneau à la courbe parabolique décrite par les matières tombant du cône de chargement, prises aux hauteurs correspondant à R, R', R''.

Pour connaître la parabole décrite par les matières de charge, on fait rouler une pierre sur le cône de chargement, suspendu à diverses hauteurs. On obtient ainsi sur le sol une série de points, dont on relève les cotes par rapport au cône, qui serviront à construire la courbe (1).

On a essayé d'édifier une théorie du chargement, en se basant sur la valeur des angles au sommet des tas d'éboulement des matières utilisées dans les charges.

Aux environs d'une usine, sur les bords d'un cours d'eau navigable, sur lequel se fait le transport des marchandises, chacun a pu apercevoir des tas de matières diverses : charbon, sable, cailloux, pierres, minerais, et a pu se rendre compte que, pour une même hauteur au-dessus du sol, les lignes de plus grande pente présentaient des inclinaisons variables ; c'est en partant de cette remarque que la théorie précitée avait été conçue.

Mais, dans le haut fourneau, les charges, au contact avec la paroi, subissent un frottement qui les arrête dans leur descente, provoquant à la circonférence un retard sur les matières du centre, de telle sorte que la valeur des angles au sommet des tas d'éboulement varie parfois de 30 à 40 %.

(1) A. DE VATHAIRE. — *Construction et conduite des hauts fourneaux et fabrication des diverses fontes.*

Ce frottement peut être vérifié en petit dans un sablier, où le sable, primitivement horizontal, peu à peu se creuse au centre, cependant qu'aux parois les particules sableuses restent à peu près à la même hauteur qu'au début de l'opération.

Après ces considérations générales, il ne reste plus qu'à étudier les différents systèmes de prises de gaz utilisés dans les centres métallurgiques.

PRISE DE GAZ COINGT. — A. de Vathaire, dans son intéressant ouvrage (1), signale un appareil, la prise de gaz Coingt, qui a fonctionné il y a quelques années aux usines de Commentry-Châtillon.

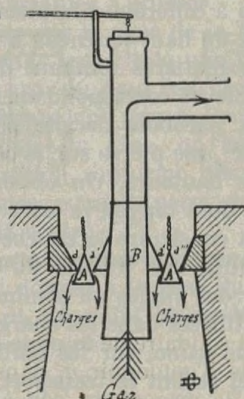


Fig. 2.

PRISE DE GAZ DE COINGT (d'après A. de Vathaire)

Le tuyau central B porte en saillie, en aa' , une coupe creuse, de même pente que la coupe pleine $a''a'''$, reposant sur la maçonnerie du gueulard. Entre ces deux coupes existe un espace annulaire obturé par un anneau, à section angulaire A, qui peut être abaissé vers l'intérieur du haut fourneau pour l'introduction des charges.

La section angulaire de cet anneau détermine deux plans de chute sur toute sa circonférence, ce qui augmente la bonne répartition des charges au gueulard.

(1) A. DE VATHAIRE, *loc. cit.*

Les gaz sont évacués par le tuyau central B qui, lui, est fixe.

PRISE DE GAZ PARRY, OU CUP AND CONE. — Appliquée en 1850 par Parry au fourneau d'Ebbw-vale, puis en Angleterre, la prise de gaz Parry, du nom anglais cup and cone, à cause de sa forme est le plus ancien appareil permettant d'obturer le gueulard et de charger automatiquement le haut fourneau.

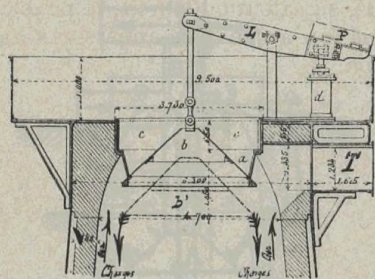


Fig. 3

PRISE DE GAZ PARRY, cup and cone (d'après Chabrié) (1)

La coupe *c* fixe, est solidaire de la plate-forme du gueulard, et supporte une sorte d'entonnoir *a*, dans lequel on déverse les charges à l'aide de wagonnets, soit à bras, soit mécaniquement, comme on tend à le faire de plus en plus actuellement.

Le cône *b* vient s'appliquer, aussi exactement que possible, sur la partie inférieure de l'entonnoir *a*, établissant ainsi une fermeture complète du gueulard, et forçant les gaz à sortir par la tuyauterie latérale *T*. Pour introduire les charges, on manœuvre un frein hydraulique *d*, rempli d'eau ou de glycérine ; le cône *b* s'abaisse, vient prendre la position *b'*, tracée en pointillé, en créant un intervalle libre, par lequel les charges pénètrent dans le haut fourneau. La manœuvre inverse fait reprendre au cône sa position première, jusqu'à une nouvelle introduction de charges.

(1) CHABRIÉ. — *Chimie appliquée*. Masson, éditeurs, Paris.

On facilite la manœuvre du cône en équilibrant celui-ci, à l'extrémité du levier L, à l'aide d'un contre-poids P, dont la masse est telle que lorsqu'une charge est introduite, le cône tende à se relever de lui-même. Le frein hydraulique intervient alors pour adoucir les chocs possibles.

PRISE DE GAZ DE HOFF. — Cet appareil procède à la fois de la prise de gaz de Darby, à tuyau central, et de celle de Parry, avec cône de chargement.

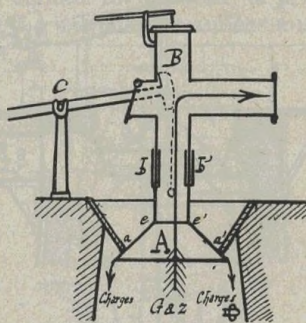


Fig. 4.

PRISE DE GAZ DE HOFF

En *a a'*, est la coupe ou entonnoir fixe, scellée dans la plate-forme du gueulard. Le cône A vient s'appuyer sur la coupe, tout comme dans la prise de Parry, mais, à son sommet, en *e e'*, il est relié à un tuyau, portant à sa partie supérieure une cuve annulaire *b b'*, remplie d'eau, et dans laquelle vient s'engager la partie inférieure libre du tuyau fixe de dégagement B des gaz.

Par la manœuvre d'un levier hydraulique C, on abaisse ou on élève le cône A, et tout son appareillage : tuyau et cuve annulaire, sans que le gaz s'échappe entre la pièce mobile et la partie fixe, la cuve formant joint hydraulique.

Quand les matières du lit de fusion ont tendance à se tasser, la partie centrale des charges est plus perméable aux gaz, et, dans ce cas, on fait descendre le tuyau central jusqu'au-dessous des couches supérieures des charges comme dans la prise Darby.

PRISE DE GAZ DE LANGEN. — Elle a été établie en 1865 par Langen, directeur de la Friedrichwilhelmshütte dans l'usine de Troisdorf. Avec le cup and cone, la prise de Hoff, ce sont les appareils les plus employés actuellement dans la métallurgie. Si des modifications sont apportées dans chaque usine, le principe reste toujours le même.

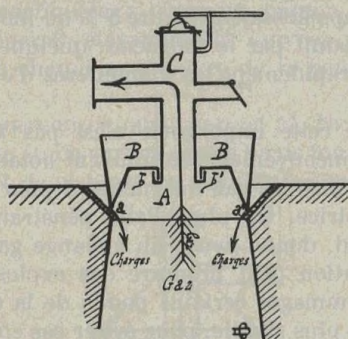


Fig. 5.

PRISE DE GAZ DE LANGEN

La prise de gaz Langen écarte l'inconvénient des autres appareils, occasionné par le choc des matières solides contre la paroi du haut fourneau, et évite le profil parabolique nécessitant toujours plus de frais de construction.

La coupe ou entonnoir *a a'* est fixe, mais le cône A est ici mobile, non pas au-dessous de la coupe, mais au-dessus. Au cône A est assujéti une sorte de coupole annulaire *d'*; la lèvre interne plonge en *b b'* dans une rigole remplie d'eau, soutenue par le tuyau fixe C.

Cette rigole joue encore, comme dans l'appareil Hoff, le rôle de joint hydraulique.

Près de la circonférence de la grande base du cône A, est fixé un cylindre en tôle B B, légèrement évasé vers le haut. C'est entre la paroi externe de ce cylindre B, et la coupe *a a'*, que viennent s'accumuler les charges qui, lors de l'ascension du cône A et du cylindre B, seront projetées dans l'intérieur du haut fourneau, non plus vers la paroi, mais légèrement vers le centre, suivant l'angle d'inclinaison de la coupe.

L'appareil Langen, outre cet avantage, permet de tenir la coupe plus remplie, et laisse apercevoir les charges dans leur descente.

Prise de gaz à double fermeture. — Envisagé simplement au point de vue des pertes de gaz, le choix d'une fermeture de gueulard est loin d'être indifférent. D'après les évaluations les plus modérées, les fermetures usitées jusqu'à ces derniers temps laissaient perdre 5 % au moins du volume total du gaz produit par le fourneau, quelque soin que l'on prit d'effectuer rapidement les manœuvres d'ouverture et de fermeture.

Une perte de cette importance n'est pas négligeable en elle-même ; ses inconvénients se trouvent notablement aggravés lorsqu'on utilise les gaz du gueulard pour la production de la force motrice. De plus, l'air, pénétrant directement dans le gueulard, donne lieu à un mélange gazeux explosif, dont l'inflammation peut produire des explosions internes, capables d'endommager certains points de la canalisation.

La solution la plus simple, pour éviter ces ennuis, consiste, en principe, à superposer deux fermetures de dimensions inégales : la plus grande appliquée sur l'orifice même du gueulard, joue le rôle des appareils ordinaires de chargement, et ne s'abaisse qu'après avoir reçu un certain nombre de charges partielles ; la seconde, placée à une certaine hauteur au-dessus de la première, introduit ces charges partielles une à une, en les distribuant aussi uniformément que possible.

La trémie supérieure est reliée à la trémie inférieure par une paroi métallique continue, limitant une capacité qui forme sas, et permet d'effectuer l'introduction des charges sans qu'il y ait jamais communication directe entre la cuve du haut fourneau et l'air extérieur.

Toutefois, la superposition de deux fermetures implique pour les charges une chute considérable, qui brise beaucoup le combustible. Pour atténuer cet inconvénient, la Brown hoisting and conveying Company, de Cleveland (Etats-Unis), a imaginé une disposition différente, qui consiste à substituer au cup and cone supérieur, un entonnoir centré, à la partie supérieure, sur l'axe du fourneau, mais se terminant, à sa partie inférieure par un tube excentré, dont l'orifice se trouve au-dessus du joint de fermeture, c'est-à-dire de la

partie la plus profonde de la trémie de chargement. Cet orifice, formé par une section du tube légèrement inclinée, sur la verticale, est tenu normalement fermé par une valve, articulée sur son bord supérieur.

Pour assurer la répartition des charges, l'entonnoir est monté sur une couronne de billes placées à la partie supérieure du sas ; il porte, en outre, une couronne dentée engrenant, par encliquetage, avec un pignon conduit par la poulie de l'appareil élévatoire, et tourne, par suite, d'un certain angle à chaque manœuvre de la benne amenant les charges (1).

DOUBLE FERMETURE DE GUEULARD DE M. NEUMARK. — Dans une intéressante étude sur les gaz de hauts fourneaux, M. Lurmann (2) décrit deux types de doubles fermetures.

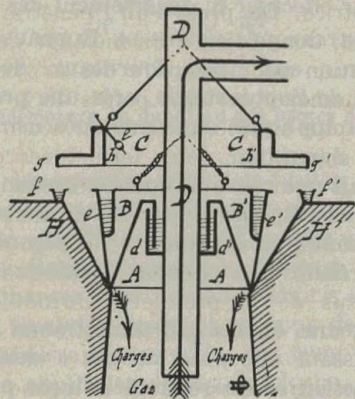


Fig. 6.

Double fermeture du gueulard de M. Neumark

La partie inférieure rappelle la prise Langen, car les charges ne tombent pas sur la paroi directement. En A est le cône de déversement, dont la lèvre interne de la coupole plonge dans la fermeture hydraulique *d d'*, fixée au tuyau D d'évacuation des gaz.

(1) ARTHUR LODIN. — *Rapport de l'Exposition de 1900. Grosse Métallurgie*. Paris 1903.

(2) *Stahl und Eisen*. 1^{er} et 15 Mai 1901.

La couronne B B' porte une rigole *e e'* remplie d'eau, ainsi que la plate-forme en *ff'*. Le couvercle C a des lames *gg'* et *hh'* qui viendront plus tard plonger dans *ff'* et *ee'* pour former une fermeture complète.

On commence par charger, dans l'espace compris entre la coupe H H' et le cylindre évasé B B', puis on abaisse le couvercle C C' qui vient former obturateur complet, entre l'air ambiant et l'atmosphère interne du haut fourneau.

Ensuite, B B' est relevé pour laisser passer les charges ; mais afin d'empêcher l'air de pénétrer dans le haut fourneau, la pression formée, lors de l'ascension de la couronne mobile B B' force une soupape mobile *l* à se soulever, pour permettre l'évacuation de l'air en excès.

Après chargement on baisse B B' et l'on relève le couvercle C C, pour effectuer le déversement des charges.

DOUBLE FERMETURE DES USINES DE BUDERUS. — Déjà vers 1874, G. Buderus, aux hauts fourneaux de Mein-Weserhütte, et à ceux de Sophienhütte, créa une prise de gaz spéciale, que l'on a appliquée dans quelques usines du pays de Siegen et de la Sarre (1).

Cette prise était une combinaison des systèmes Hoff et Langen, décrits plus haut, dont elle possédait du premier le cône avec tuyau à joint hydraulique, et du second la cloche en tôle évitant la chute des charges contre la paroi du haut fourneau.

Dans ces dernières années, on perfectionna le système primitif, en établissant une prise de gaz à double fermeture, dont la construction est très caractéristique par la multiplicité des joints hydrauliques, au nombre de quatre, et capable de fournir une étanchéité parfaite.

Cette fermeture, signalée par M. Lurmann (2), se compose d'un tuyau B de dégagement des gaz, de fort diamètre, auquel est fixée une couronne formée de 3 rigoles remplies d'eau : *ff'*, *gg'*, *hh'*. Sur la plate-forme du gueulard, en *ee'*, une autre rigole également pleine d'eau, va constituer, avec les trois précédentes, la base des quatre joints hydrauliques précités.

(1) LEDEBUR, *loc. cit.*

(2) Stahl und Eisen, *loc. cit.*

La cloche A, reposant sur la coupe N fixe, porte à sa partie supérieure un dispositif ll' , replié en \square , et dont les deux branches plongent dans les rigoles gg' et hh' , établissant le joint hydraulique du gueulard proprement dit.

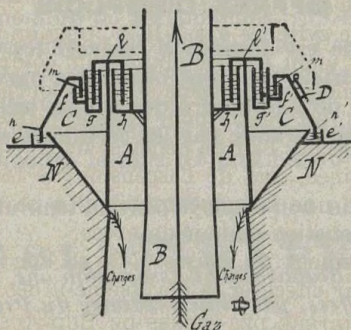


Fig. 7.

Double fermeture du gueulard des usines de Buderus

Pour éviter les rentrées d'air, on utilise un couvercle C, en forme d'anneau creux, et dont les branches libres $m m'$ et $n n'$ plongent en ff' et ee' dans l'eau des rigoles.

Le couvercle étant levé dans la position en pointillé, on accumule les charges dans l'espace compris entre la cloche A et la coupe N. Quand le moment est venu de charger le haut fourneau, on abaisse le couvercle, qui vient alors prendre la position tracée en traits pleins; la cloche A est levée, les charges pénètrent dans la cuve, sans introduction d'air. Comme dans la double fermeture de M. Neumark, une soupape latérale D, montée sur le couvercle, évite les pressions pouvant résulter de l'abaissement du couvercle ou des manœuvres de la cloche, et réduit au minimum l'effet produit par des explosions internes.

(A suivre.)

G. DEGAAST.

Intermédiaire Professionnel

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 bon employé pouvant tenir une comptabilité d'atelier et seconder un contremaître.

Les membres titulaires de l'Association ont, seuls, droit de réponse à ces offres, par l'intermédiaire du Président.

DEMANDES D'EMPLOIS

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

La correspondance relative à l'Intermédiaire professionnel devra être adressée au Président de l'Association.

TITULARISATIONS

En vue de la préparation des prochaines candidatures au renouvellement partiel du Comité, les membres actifs désireux d'obtenir leur titularisation, sont priés d'en adresser la demande par écrit, au Président de l'Association, avant le 20 avril.

Ladite demande devra mentionner :

- 1° La *date* et le *lieu de naissance* du requérant ;
- 2° Les références concomitantes à la titularisation (*art. 25 du Règlement intérieur. 2° page de la couverture du Bulletin mensuel*).

LE COMITE.

RÉCEPTION DES CARTES & REÇUS

Un certain nombre de réclamations, soit écrites, soit verbales, étant parvenues au Président de l'Association, émanant de Sociétaires n'ayant reçu ni leur carte personnelle, ni leur reçu de cotisation, le Comité prie instamment les nouveaux membres actifs qui se trouveraient dans ce cas, de le faire connaître le plus tôt possible au Président.

BIBLIOGRAPHIE

Science et Méthode, par H. Poincaré, membre de l'Institut. Chez Flammarion, 26, rue Racine, Paris, 1 vol. in-18. Prix ; 3 fr. 50.

M. Poincaré s'occupe ici de déterminer la méthode qui doit le mieux répondre aux besoins des recherches scientifiques, quelles que soient les branches auxquelles elles se rattachent. Le savant, en effet, n'a pas le temps de *voir*, de tout voir, et il ne peut utiliser, pour la marche de ses travaux, qu'une partie des observations qu'il pourrait faire ; c'est précisément cette *partie*, dont dépend le labeur de déduction, qui doit être choisie d'une façon particulièrement raisonnée.

Formulaire de l'Electricien et du Mécanicien, de E. Hospitalier, 23^e édition (1909), par Gaston Roux, 1 vol. in-16 de xviii-1130 pages, cartonné toile. Masson et Cie éditeurs. Prix : 10 francs.

La nouvelle édition de ce formulaire comporte de nombreuses additions : tables de densités des acides et sels employés en électrochimie ; mesures comparatives métriques, géodésiques, topographiques, géographiques ; tables de transformation des pentes en degré ; tableau comparatif des unités d'énergie ; vitesses et pressions du vent ; tableau des chaleurs de formation des principales combinaisons chimiques ; conditions de fonctionnement des turbines à vapeur ; don-

nées de construction et de fonctionnement des dynamos à courant continu modernes ; étude complète des câbles souterrains ; tableaux des conditions d'exploitation des principales stations centrales ; documents officiels concernant les distributions d'énergie électrique parus en 1908.

Idées modernes. Revue mensuelle, dirigée par A. Le Châtelier, publiée chez Dunod et Pinat, Paris. Prix : 2 fr. 50 le numéro.

Cette nouvelle Revue a été saluée à son apparition avec le plus vif succès ; son but tend principalement à préparer de nouvelles voies à la science, et à ce titre mérite d'être signalée.

Série des agendas Dunod pour 1909 : 1° *Chemins de fer*, revu par Pierre Blanc, chef du secrétariat du matériel et de la traction de la Compagnie P.-L.-M. ;

2° *Mines et métallurgie*, par David Levat, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, ingénieur civil des mines ;

3° *Réglementation et législation industrielles*, par Paul Razous, licencié ès-sciences, ancien inspecteur du travail dans l'industrie ;

4° *Construction automobile*, par M.-C. Favron, ingénieur A. et M. ;

5° *Mécanique*, revu par G. Richard, ingénieur civil des mines lauréat de l'Institut ;

6° *Electricité*, par J.-A. Montpellier, rédacteur en chef de l'*Electricien*, 6 petits volumes 10×15, reliés en peau souple, contenant environ 300 pages de texte et 128 pages blanches datées pour notes journalières. H. Dunod et E. Pinat. Prix : 2 fr. 50 chacun.

La télégraphie sans fil et les applications pratiques des ondes électriques, télégraphie avec conducteur, téléphonie sans fil, commande à distance, prévision des orages, courant de haute fréquence, éclairage, par Albert Turpain, 2^e édition, in-8 de 386 p., 220 fig., 1908. Chez Gauthier-Villars, Paris. Prix : 12 francs.

Guide pratique du chauffeur d'automobiles, par R. Champly, 1 vol. illustré, 380 pages. Chez Desforges, Paris.

VISITES ET CONFÉRENCES

Dès les premiers jours d'avril, les Cours du Conservatoire National des Arts-et-Métiers prendront fin. Les amphithéâtres, vides de leurs auditeurs attentifs, deviendront muets de la parole de nos éminents Professeurs, qui ensemençaient nos esprits de toutes les beautés de l'industrie et de toutes les vérités de la science.

Devrons-nous donc nous reposer jusqu'à la prochaine réouverture des Cours ? Après avoir tant acquis, au prix de fatigues s'ajoutant souvent à un dur labeur journalier, nous prêterions ainsi notre esprit à l'engourdissement, au moment même où l'enseignement reçu nous offrirait tout son profit.

La théorie nous ayant été enseignée, la technique doit prendre à nos yeux un attrait nouveau, paraître moins dépendante du machinisme moderne que de l'intellect. Pour apprécier cette technique, il est indispensable de visiter des usines, des ateliers, de se mettre en contact avec l'Industrie elle-même, ses machines, ses moteurs, toute sa psychologie symbolisée par le travail et la force.

Mieux que toute description, la seule vue d'un appareil fixe bien davantage la théorie de son fonctionnement ; en quelques moments on comprend nettement ce que l'auteur le plus concis, les épures les plus claires, n'auraient qu'imparfaitement suggéré.

Quel écrivain, par exemple, serait assez habile pour aborder la description d'une usine métallurgique dont l'aspect saisit le visiteur d'effroi et d'admiration, tant est grandiose et majestueuse la vue qu'elle lui offre.

De plus en plus, le laboratoire tend à devenir le collaborateur de l'atelier dans l'usine ; la Science et l'Industrie ont cessé d'être des étrangères ; elles tendent maintenant vers un but commun : le Progrès ; elles se conseillent, s'entraident, ayant reconnu l'égalité de leurs forces.

Il nous est donc utile de parfaire notre éducation en pénétrant au sein même de l'Industrie, dans l'usine, confrontant ce que la science nous a enseigné.

Le rôle de nos remarquables Professeurs étant terminé, celui de notre Association commence. Ainsi nous organise-

rons une série de visites d'usines ou d'établissements scientifiques, et de conférences, capables de former cet enseignement pratique, complément de l'enseignement théorique.

Nous savons que l'amabilité et l'obligeance désintéressée des chefs d'Industrie sont là pour nous permettre l'accession de leurs usines.

Nous savons aussi que nos Professeurs, qui ont accueilli d'une façon si encourageante la création de notre Association et la publication de notre Bulletin, sont également là pour nous faciliter les relations que leur haute situation nous met à même de nouer avec les Directeurs d'usines.

Enfin, nous ferons appel aux sympathies de nos amis, de nos collègues, pour nous aider dans notre tâche si utile et si intéressante, soit pour nous conduire dans nos excursions techniques, soit pour nous apporter leur parole lors de nos conférences mensuelles.

G. DEGAAST.

Les communications ou demandes de renseignements concernant les excursions techniques et les conférences, devront être adressées à :

M. G. Degaast, 140, boulevard de Charonne, Paris 20^e.

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVETS D'INVENTION

Arts chimiques

N^o 395.402.

Procédé nouveau de dissolution des albuminoïdes, et leurs applications industrielles

L'invention a pour objet l'obtention de dérivés albuminoïdes nouveaux, solubles, par l'action successive de la soude et du sulfure de carbone, sur ces albuminoïdes, et l'utilisation de ces produits, soit purs, soit combinés à des xanthates de cellulose, pour la fabrication de fils, soies, textiles divers, crins, cheveux, pellicules et comprimés.

Marine et Navigation

N° 395.404.

Hydro-aéroplane

1° Hydro-aéroplane, essentiellement caractérisé par :

a) Un corps, de forme pyramidale renversée, tronquée ou non, destiné à entrer en contact avec l'eau au départ et à l'atterrissage, ce corps étant pourvu d'une chambre destinée à recevoir moteurs et voyageurs, les moteurs actionnant des hélices placées de préférence à l'avant et à l'arrière de l'appareil ;

b) Un plan sustentateur surmontant le corps pyramidal, la face supérieure de ce plan sustentateur étant horizontale, tandis que sa face inférieure forme avec l'horizontale, dans la direction de la trajectoire, un angle très aigu, favorable pour la pénétration aérienne, et dont la réaction verticale, ou de sustentation, est très efficace pour une force de traction horizontale minima ;

c) Un ou plusieurs couples de stabilisateurs flotteurs pour la navigation aquatique, et de compensateurs de direction verticale, pour l'aviation, agencés sur le corps pyramidal :

2° L'application à l'appareil visé en 1° de quatre roues, avec ressorts amortisseurs, permettant le lancement sur terre ;

3° L'application, comme hydroplane, du corps pyramidal visé en a), tronqué ou non, sans plan de sustentation, mais pourvu d'un ou de plusieurs couples de plans compensateurs flotteurs mobiles, utilisables pour la sustentation, et permettant de soulever momentanément, hors du contact de l'eau, l'appareil tout entier, en vue de franchissement d'obstacle, ou pour tout autre but.

Céramique

N° 395.411.

Procédé de fabrication de cuvettes en verre en forme de plats ou plateaux

Cette invention comprend :

1° Un procédé de fabrication de cuvettes en verre en forme de plats ou plateaux, spéciales pour tables de dissection, d'opérations et de préparations, caractérisé en ce que l'on

creuse une tablette de verre en faisant agir sur elle une soufflerie à jet de sable, tout en laissant un rebord sur son pourtour ;

2° Un procédé pour la fabrication de cuvettes en verre, en forme de plats ou plateaux, comme spécifié sous 1°, caractérisé en ce que, sur les parties de la surface de la plaque de verre, qui doivent en former le rebord, on colle du papier, du caoutchouc, ou une autre matière inattaquable par la soufflerie à jet de sable ; après quoi, on soumet la surface restante à l'action d'une soufflerie à jet de sable.

Machines

N° 395.427.

Système de commande pour hélices propulsives

Un système de commande pour hélices propulsives, caractérisé par la combinaison d'un mécanisme différentiel, disposé entre l'arbre moteur et les arbres commandés transmettant le mouvement aux propulseurs, avec des dispositifs de freinage placés entre ledit mécanisme différentiel et les propulseurs, de telle sorte que la diminution de vitesse des uns détermine une augmentation correspondante de celle des autres, ce qui permet de faire exécuter des virages, et d'assurer la direction au véhicule (aérostat ou bateau), portant ledit système de commande, de même qu'il est possible, en agissant sur la vitesse de propulseurs diversement disposés, d'assurer la stabilité longitudinale et la stabilité transversale.

Constructions, travaux publics et privés

N° 395.432

Paroi protectrice constituée par des poteaux en béton armé et des panneaux également en béton armé disposés d'une manière interchangeable entre ces poteaux.

L'invention a pour objet :

Une paroi protectrice destinée spécialement aux tranchées de chemin de fer et de chaussées, et caractérisée en ce qu'entre des colonnes ou poteaux faits en béton armé, et munis de rainures longitudinales, sont fixés, d'une manière interchangeable, des panneaux, ou plaques, faits également en béton armé, et munis d'évidements, ces panneaux ou plaques étant retenus dans les rainures longitudinales précitées.

Instruments de précision

N° 395.50.

Procédé pour la fixation des corps éclairants aux électrodes dans les lampes électriques à incandescence

L'invention comprend un procédé pour la fixation des filaments métalliques des lampes à incandescence à leurs adducteurs, formés de platine, d'argent, de nickel, de cuivre, de fer, de leurs alliages ou autre matière, par la fusion des points d'assemblage ou de connexion, caractérisé par le fait qu'on recouvre d'un des métaux qui viennent d'être cités, les extrémités des filaments métalliques avant leur fixation.

LES INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES

(Suite 1)

Nous avons exposé, dans un précédent article, le schéma des connexions de deux postes téléphoniques à courant primaire.

Nous indiquons, sur la figure 1, les connexions d'un appareil téléphonique avec un dispositif permettant l'emploi d'une pile spéciale à la conversation.

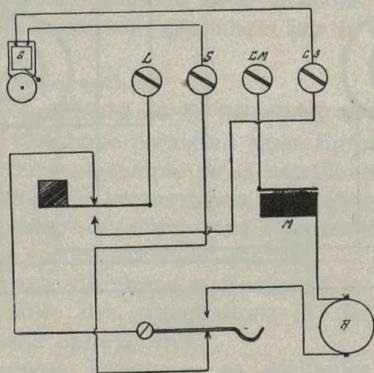


Fig. 1

(1) Voir Bulletin n° 5.

Les avantages de ce dispositif sont appréciables, car, lorsque les appareils sont relativement éloignés, c'est-à-dire à une centaine de mètres l'un de l'autre, il est nécessaire, pour permettre aux postes de s'appeler entre eux, de disposer d'une force électro-motrice d'environ 6 volts, à l'effet de vaincre la résistance du circuit, ce qui nécessite une pile d'au moins 4 éléments.

Or, si une telle force électro-motrice est nécessaire pour un appel, elle est trop importante pour la transmission de la parole, qui ne nécessite, suivant les appareils, pas plus de 1 à 2 volts.

La figure 2 représente le montage de deux postes primaires comportant une borne spéciale pour le circuit microphonique.

Lorsque l'on presse le bouton d'appel du poste n° 1, le courant de la pile se poursuit par les bornes CS et L du poste n° 1, la borne L du poste n° 2, les paillettes du bouton et du crochet commutateur, la borne S et la sonnerie.

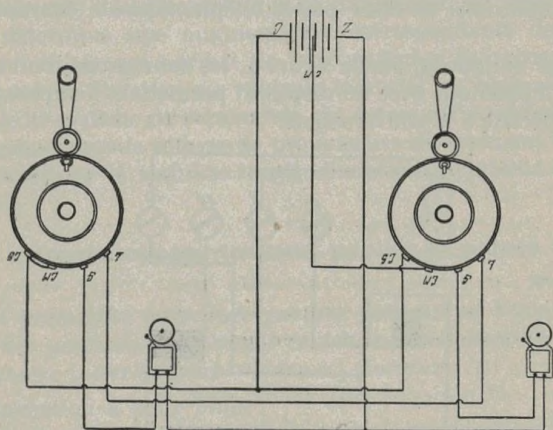


Fig. 2.

Après l'appel, les récepteurs étant décrochés, le courant est dérivé par la borne CM du poste n° 1, les organes récepteurs et le microphone, la borne L du même poste, la borne L du

porte n° 2, le récepteur et le microphone, les bornes CM et CS.

La figure 3 indique le montage de deux postes reliés par deux fils avec une pile à chaque poste.

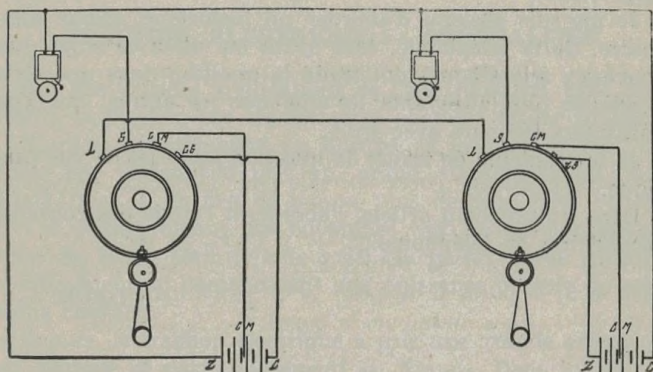


Fig. 3.

Pendant la conversation, les récepteurs des deux appareils étant décrochés, tous les sons émis en présence du microphone d'un poste sont reproduits par le récepteur du second poste.

Ici, j'ouvre une parenthèse.

A l'origine de la téléphonie, la théorie de la reproduction des sons par le téléphone paraissait assez simple, mais, par la suite, en se rendant compte de la complexité des forces en jeu, on reconnut que les premières idées étaient inexactes.

Diverses hypothèses, au sujet de la reproduction de la parole, ne sont pas encore nettement définies.

L'une recourt aux vibrations moléculaires de la plaque du récepteur, à la suite des aimantations et désaimantations dues aux courants ondulatoires ;

Une autre suppose l'existence de véritables attractions électro-magnétiques ;

Une troisième admet que les spires de l'hélice magnétisante réagissent les unes sur les autres.

On peut, d'ailleurs, réaliser la reproduction de la parole autrement que par les effets électro-magnétiques, mais il serait trop long d'énumérer les différents dispositifs essayés depuis plus de trente ans dans ce but, et qui, pour la plupart furent abandonnés, ne donnant aucun résultat pratique appréciable.

Je me suis abstenu d'aborder un historique, même sommaire, de la téléphonie, tout ayant été dit à ce sujet. Les journaux scientifiques ont traité la question dans une série d'articles plus attrayants les uns que les autres, que l'on consultera toujours avec fruit.

Je me contente de traiter la question au point de vue pratique.

Dans un prochain article, j'aborderai l'étude des courants secondaires en téléphonie.

LAUR.



Le Gérant . E. DELAUPE.

Paris. — Imp. Stemmer, 175, Rue Saint-Honoré.

Le transport de l'énergie électrique

(Suite) ⁽¹⁾

TRACTION ÉLECTRIQUE — GÉNÉRALITÉS

Une des grandes applications de l'électricité est, sans contredit, la traction sur tramways et chemins de fer routiers.

Etudiée primitivement en Europe, la locomotion des voitures par l'électricité prit un grand développement aux Etats-Unis, et, en peu de temps, plus de cent villes l'adoptèrent définitivement. En novembre 1890, le développement total des lignes était déjà de 3.200 kilomètres ; 3.830 voitures y circulaient, et demandaient une puissance de près de cent mille chevaux.

Depuis, la traction électrique a pris une grande extension en Europe, et particulièrement en France. Dans toutes les grandes villes, les tramways sont mus par l'électricité ; des chemins de fer électriques circulent dans les pays montagneux, principalement dans la région des Alpes et des Pyrénées, où de nombreuses chutes d'eau fournissent la force d'une façon assez économique.

Une raison du succès de cette traction réside dans la grande économie qu'elle procure. Mais elle offre aussi des avantages multiples, dans l'exploitation, sur la traction animale.

En outre, la facilité d'arrêt et de remise en route évite les accidents, et permet d'accroître de près de 50 % la vitesse des véhicules.

Du reste, cette vitesse n'est limitée que par la circulation des autres voitures et des piétons à l'intérieur des villes, et l'on peut atteindre facilement en dehors la vitesse de 50 kilomètres à l'heure.

La traction électrique permet de gravir de fortes rampes à l'aide de crémaillères, comme en Suisse, où ce système est fort employé ; en outre, plusieurs voitures peuvent être réunies et le trafic est augmenté d'autant. Enfin, suivant les

(1) Voir Bulletin n° 5.

besoins du service, le nombre des voitures indépendantes peut être accru, les départs peuvent être plus rapprochés les uns des autres aux têtes de ligne, chose impossible à réaliser avec des chevaux.

Les tramways à traction mécanique ont aussi l'inconvénient d'avoir besoin de ravitaillement dans les longs trajets. Dans une ligne électrique, les voitures, puisant leur énergie continuellement, n'ont de limites à leur parcours, que les limites de la ligne.

Traction électrique. — La traction électrique peut se faire de deux manières différentes :

1° Les moteurs de la voiture sont alimentés par une ligne électrique dont le courant est fourni par des générateurs fixes. Dans ce cas, on peut avoir affaire à des lignes aériennes ou à des lignes souterraines ;

2° Les moteurs sont alimentés par des générateurs fixés à la voiture, c'est la traction par accumulateurs. Ces derniers sont chargés au commencement de leur parcours à l'usine génératrice ou à une sous-station.

Ce dernier système est surtout employé lorsque les véhicules suivent des parcours devant varier souvent.

MOTEURS DE TRACTION

Historique. — Le premier essai de moteur fixé sur voiture peut être attribué à Henry en 1884. Mais le premier essai de moteur spécial logé dans un truc date de 1886.

Ce moteur donnant 15 chevaux à 1.500 tours avec une réduction de 1 à 9, permettait l'allure de 24 kilomètres à l'heure.

Par la suite, les constructeurs américains adoptèrent ce genre ; mais, calculés pour la pleine charge, ces moteurs, très imparfaits, avaient un déplorable rendement aux faibles charges.

Les organes du moteur étaient exposés à la boue, à la pluie et aux poussières, ils s'usaient rapidement.

Les types de moteurs modernes furent imaginés en Amérique en 1892.

Le premier moteur, dit cuirassé, fut construit par la Thomson-Houston en 1891. Une application en fut faite sur

la ligne de Bordeaux à Bouscat. Ces moteurs étaient construits pour 15 chevaux et pour 25.

Moteurs modernes. — Les conditions que doivent généralement remplir ces moteurs peuvent se résumer en quelques mots, tant au point de vue mécanique qu'au point de vue électrique.

Conditions mécaniques. — 1° Construction compacte.

Le moteur doit être assez ramassé pour trouver place entre la voiture et la voie. Pour éviter les pierres et autres obstacles, il est bon de laisser sous lui environ dix centimètres. Sur la ligne de Paris à Romainville, il y a 15 centimètres entre le moteur et le dessus des rails.

Les dimensions du moteur sont limitées : pour la hauteur au diamètre des roues, et en longueur à l'écartement des essieux qui ne dépasse guère deux mètres, et en largeur par l'écartement de la voie.

L'écartement entre rails peut varier de 1^m45 pour les tramways métropolitains, à 1 mètre pour les chemins de fer secondaires. En Haute Silésie, on est descendu jusqu'à 0 m. 785.

2° Préservation des organes.

Les moteurs ainsi placés sont exposés aux intempéries, et des pièces métalliques peuvent être attirées par les inducteurs, aussi doit-on entourer ces moteurs d'une enveloppe protectrice et enfermer les engrenages dans une boîte étanche remplie d'huile.

Il faut aussi empêcher l'huile des paliers d'entrer par l'arbre dans le moteur. Les paliers sont généralement placés à cet effet en dehors des moteurs, une large ouverture placée sous les paliers permet à l'huile de s'écouler à l'extérieur.

3° Accessibilité des organes et facile remplacement des parties du moteur.

Quoique considérablement diminuées, les causes accidentelles d'avaries n'en subsistent pas moins, aussi doit-on pouvoir facilement vérifier les différentes parties du moteur et les remplacer promptement et facilement.

L'enveloppe et le bâti du moteur doivent donc être compris en ce sens. En outre, une ouverture à fermeture hermétique doit permettre le nettoyage du collecteur et le remplacement des balais.

4° Solidité et résistance.

La construction de pareils moteurs doit forcément être soignée et robuste.

Les deux principales causes de détérioration sont les efforts et les trépidations.

Les fils des moteurs de tramways subissent en effet des efforts tangentiels de plusieurs kilogs en régime normal, et ces effets augmentent considérablement pendant les démarrages et les à-coups des changements de vitesse.

L'induit doit être très bien claveté, les fils doivent être logés dans des rainures et bien calés. Enfin, les arbres et les paliers doivent être robustes et ces derniers doivent être lubrifiés avec un soin tout particulier.

Conditions électriques. — 1° Faible poids et faible vitesse.

Il faut un faible poids pour diminuer le poids mort et une faible vitesse pour diminuer la grandeur et, par conséquent, le poids du train d'engrenages.

L'emploi des machines multipolaires diminue le poids du fer, réduit la largeur de chaque pièce polaire et, par suite, la réaction de l'induit.

2° Conservation du collecteur.

Le collecteur est un organe très délicat, surtout dans les moteurs de tramways.

Il faut donc supprimer les étincelles qui le dégradent. On y arrive sans décaler les balais en augmentant le nombre de touches du collecteur, et, en employant des balais en charbon ; il faut aussi réduire la réaction de l'induit. On arrive à ce dernier point en coupant les pôles inducteurs par leur milieu.

3° Conservation des enroulements inducteurs.

Les enroulements doivent être recouverts d'une couche imperméable.

L'emploi des moteurs à enroulement en série est justifié pour la conservation des inducteurs ; d'abord l'isolement est beaucoup plus facile à réaliser et à maintenir, en outre, les fils d'enroulement en série sont plus forts et plus résistants que pour l'enroulement en dérivation.

4° Elasticité de régime.

Les moteurs doivent se prêter aux régimes les plus variés de vitesse et de charge

Tout en calculant le moteur pour un effort moyen, on doit donc le construire pour permettre de fournir momentanément

ment un effort souvent très supérieur à celui de marche normale sans que l'échauffement occasionné ne puisse déterminer des avaries toujours sérieuses : fonte des isolants, détérioration moléculaire des fils.

On admet dans l'induit une densité de courant de 5 à 6 ampères par millimètre carré ; elle peut être portée de 10 à 12 ampères pendant le démarrage.

Un bon moteur doit marcher plusieurs heures de son régime normal sans s'échauffer de plus de 40 à 50° et supporter pendant une heure une surcharge de 50 % sans brûler l'isolant ni endommager le collecteur.

Dans certains cas, on laisse quelques ouvertures à la cuirasse pour permettre le refroidissement.

5° Rendement moyen.

Il ne suffit pas que le rendement soit maximum à la charge normale, il faut qu'il conserve une valeur admissible dans les limites de variation du travail demandé.

Il doit donc croître très vite sous de faibles charges. On doit donc réduire au minimum les pertes dues à l'hystérésis, aux courants de Foucault, aux frottements qui affaiblissent le rendement aux faibles charges.

Généralités. — Les conditions actuelles sont donc :

- 1° Armature dentée de grand diamètre ;
- 2° Inducteurs en acier doux multipolaires formant enveloppe extérieure et facilement démontables ;
- 3° Collecteur très soigné, facile à démonter et pourvu d'un grand nombre de touches ;
- 4° Balais en charbon faciles à visiter et à remplacer ;
- 5° Engrenages dans une enveloppe étanche et largement lubrifiés.

Les variations ne viennent plus que de la cuirasse de l'enroulement de l'induit et de la disposition des inducteurs.

Le besoin d'un moteur souple provient de ce que, au départ, le moteur étant au repos, l'effort de traction est le plus considérable ; il est normal pendant la marche sur terrain plat, augmente dans les rampes, diminue dans les pentes.

Le moteur peut, dans ce dernier cas, servir de frein, évitant ainsi toute usure des bandages des roues par les sabots de frein.

Pour changer l'ordre de marche, il suffit de changer le

sens du courant, soit dans l'induit, soit dans les inducteurs. Pour n'avoir pas à changer le sens des balais sur le collecteur, on emploie des balais en charbon formant blocs et appuyés sur les lames du collecteur par des ressorts.

Le courant est amené progressivement dans le moteur par des résistances multiples que l'on fait varier pour la mise en route, aussi bien que pour l'arrêt.

Pour avoir au démarrage l'effort maximum, on emploie de préférence le moteur à enroulement en série. En dehors des avantages précédemment décrits, il est moins coûteux et il est très facile à conduire.

Le moteur à enroulement en dérivation, pourrait aussi être employé, car, sous un voltage constant, il donne une vitesse constante ; mais les nombreux à-coups d'un service de tramways, les mauvais contacts et les interruptions de circuit faisant désamorcer le moteur, la force contre-électromotrice devient nulle et l'induit est parcouru par des courants susceptibles de compromettre les conducteurs.

VOITURES

En général, dans les applications de la traction électrique, les voitures sont automobiles, l'emploi d'un remorqueur spécial étant trop cher et trop compliqué ; mais souvent, une voiture automobile remorque plusieurs voitures ordinaires.

On commande généralement chaque essieu de la voiture par un ou deux moteurs, ce qui permet d'augmenter l'effort de traction. En outre, dans le cas où un moteur viendrait à avoir un accident, l'autre pourrait continuer son service ; mais l'emploi de plusieurs moteurs augmente le poids et surtout la dépense de premier établissement.

Le système de deux moteurs donne avec l'adhérence maximum une plus grande puissance en général et assure une vitesse de démarrage maximum.

Il est vrai que l'effort de traction totale exercé sur deux essieux séparés est inférieur à la somme des efforts moteurs que chacun peut produire à cause des glissements partiels des paires de roues.

Aussi, quoique tendant à disparaître, l'équipement à un moteur a conservé tout de même ses partisans.

La difficulté pratique d'un tel système est l'accouplement parfait de deux essieux avec un moteur commun.

Sur les lignes importantes, on a été conduit à donner aux voitures une grande longueur, et l'on a employé le système des boggies, il permet l'emploi de deux ou de quatre moteurs et les courbes très restreintes.

Les moteurs sont toujours placés sous le plancher de la voiture. On est donc obligé, comme on l'a vu précédemment, d'employer des machines à petits induits, tournant relativement très vite : 1.000 à 1.500 tours. Aussi, comme les essieux ne font généralement que de 100 à 120 tours, on transmet la vitesse par un système d'engrenages, dont les frottements absorbent une partie de la puissance.

Les voitures sont à deux plate-formes. Chacune de ces dernières possède un combinateur ou contrôleur, et un levier de frein à main, ainsi qu'un frein à air comprimé.

Ces appareils sont munis de poignées faciles à enlever, pour éviter que les voyageurs ne fassent de fausses manœuvres en l'absence des employés.

Les autres appareils : rhéostats, coupe-circuits et para-foudres sont sous la plate-forme.

FIXATION DU MOTEUR ET TRANSMISSIONS

Le moteur peut être fixé de deux manières. La plus rationnelle est de séparer la caisse de la voiture du truc qui la supporte. Les deux parties sont alors réunies par des ressorts ou du caoutchouc. Les trépidations des moteurs sont ainsi évitées pour les voyageurs.

La transmission entre l'arbre de la dynamo et l'essieu est rigide.

Dans l'autre cas, le moteur est placé directement sous le plancher de la voiture.

La transmission est, dans ce cas, souple pour suivre les ondulations de la caisse.

Un autre des avantages de la première fixation est que s'il y avait un accident à l'appareil électrique, il suffirait de remplacer le truc détérioré et remettre la caisse sur un truc en bon état. De plus, le même mécanisme peut servir l'été comme l'hiver, il suffit de mettre des caisses ouvertes ou fermées.

Comme transmission rigide, on emploie le plus fréquemment la transmission par engrenages. Elle est plus sûre et plus efficace. Le pignon du moteur qui attaque le train d'engrenages doit, en toute logique, être en métal dur ; pourtant, il arrive quelquefois qu'on le fait avec des alluchons de bois. Quelquefois aussi, le pignon de commande est formé de rondelles d'acier alternant avec des rondelles de cuir vert, en vue de diminuer la sonorité des engrenages. L'arbre intermédiaire et l'arbre moteur sont fixés sur un châssis d'une seule pièce.

La transmission par cordes ou courroies ne répond plus aux besoins actuels.

Les engrenages coniques et les transmissions par chaînes laissent à désirer.

Les engrenages cylindriques constituent la solution la plus simple et la plus sûre.

Enfin, l'emploi de la vis sans fin n'est pas à préconiser, vu son faible rendement qui est inférieur de 10 % à celui des engrenages cylindriques. Mais elle a l'avantage d'être très silencieuse.

DIAMÈTRE DES ROUES

Il n'est guère possible d'aller au-dessous de 0 m. 65 comme diamètre des roues. On adopte généralement de 0 m. 75 à 0 m. 80. Ces dernières mesures sont généralement employées dans les villes, les arrêts fréquents imposant une faible hauteur au-dessus des voies pour permettre la montée et la descente des voyageurs.

On pourra aller de 0 m. 90 à 1 mètre pour les chemins de fer suburbains, qui s'arrêtent à des points fixes, très espacés et souvent munis de trottoirs d'accès.

VOIES

Les voies sont :

Soit sur plate-forme indépendante ; et sont alors faites comme celles des chemins de fer à vapeur.

Soit sur le sol des voies publiques, et rappellent dans les villes les profils en service pour les tramways à chevaux ou à vapeur.

Mais, en tous cas, elles sont plus résistantes que ces dernières pour pouvoir supporter la grande usure résultant de l'allure rapide et du poids des véhicules.

Leur poids au mètre primitivement variait entre 10 et 15 kilogs. Il en est aujourd'hui qui arrivent à peser jusqu'à 45 et même 50 kilogs le mètre.

EFFORT DE TRACTION

Dans les villes d'Europe, les voies de tramways sont généralement pourvues de rails à rainure. Les roues ont des bandages à bourrelets. L'effort de traction est absorbé dans ces conditions d'une façon assez sensible, qui va jusqu'à 1 % contre 7 0/00 pour les bandages plats. En outre, comme les roues font corps avec les essieux, les courbes amènent un frottement et une usure considérables.

Marcel DEMOUY,
Ingénieur.

*Sous-directeur de la Compagnie
des Chemins de fer électriques de Pierrefitte,
Cauterets et Luz.*

LES INSTALLATIONS TELEPHONIQUES

(Suite 1)

Une erreur de composition, glissée dans le Bulletin n° 5, au sujet de la portée actuelle des téléphones à courant secondaire, a attribué à celle-ci une valeur de 2.000 kilomètres ; c'est 1.000 kilomètres qu'il faut lire, mais il est à prévoir que l'on arrivera bientôt, soit directement, soit à l'aide de relais, à franchir et même dépasser la distance de 2.000 kilomètres.

Les obstacles rencontrés dans les transmissions téléphoniques proviennent principalement :

(1) Voir *Bulletins* n° 5 et 6.

1° De l'affaiblissement des sons dû à des pertes de courant sur la ligne ;

2° De l'induction des conducteurs les uns sur les autres ;

3° Des mélanges produits par les dérivations des courants voisins et les courants terrestres ;

4° De la condensation électrique.

Ce dernier phénomène présente les plus conséquents de ces inconvénients.

Il est difficile de correspondre par téléphone avec un câble sous-marin d'une certaine longueur, en raison des effets de capacité qui s'y produisent : cela tient à ce fait que les câbles, entourés d'une forte enveloppe métallique, et plongés dans l'eau de mer, qui est relativement conductrice, constituent des condensateurs de grande puissance ; les courants téléphoniques, quoique très faibles, tendent à se diffuser à travers le câble ; leurs ondulations s'amortissent dans ces masses électriques, et arrivent tout à fait affaiblies, quand elles parviennent, si le câble sous-marin a quelques centaines de kilomètres de longueur.

La difficulté se présente, quoique à un degré moindre, dans les câbles souterrains qui, ordinairement, sont garnis d'enveloppes métalliques, et par rapport auxquels la terre forme une armature conductrice.

On peut même dire qu'aucune ligne n'est exempte de cette difficulté ; les lignes aériennes forment, avec la terre, le long de laquelle elles courent, une sorte de condensateur, toutefois, cette action ne devient sensible que sur de très grandes longueurs.

L'affaiblissement des sons dû aux pertes de courant sur la ligne est l'obstacle de beaucoup le moins grave ; à moins d'un contact trop parfait d'une ligne avec la terre, son action est insignifiante.

Il n'en est pas de même pour les mélanges produits par les dérivations des courants voisins d'une ligne téléphonique ; lorsque celle-ci est soutenue par les mêmes poteaux que d'autres lignes, elle reçoit toujours quelques dérivations des courants qui y passent, et si ces courants sont brusquement variables, comme les courants télégraphiques, par exemple, les dérivations seront elles-mêmes variables, et produiront des bruits dans le téléphone, la sensibilité excessive de cet

appareil qui le rend si merveilleux, devient, dans ce cas, une grave cause d'imperfection.

Toute manifestation électrique produite dans le voisinage d'un téléphone y détermine des sons.

Nous connaissons tous, de désagréable mémoire, ce que l'on nomme « le bruit de friture », sorte de grésillement formé de sons indistincts ; ce bruissement, faible et peu gênant, si des précautions convenables ont été prises, peut rendre la conversation impossible lorsqu'il atteint une certaine puissance.

L'induction peut donner aussi des bruits très distincts ; une ligne téléphonique, passant près d'une ligne de télégraphe Morse, retentira de tous les signaux envoyés, et un auditeur exercé lira fort bien une dépêche transmise sur la ligne télégraphique, voisine de la ligne téléphonique.

L'induction mutuelle des fils entre eux, dans une installation téléphonique de plusieurs postes, dans un même bâtiment, a aussi ses inconvénients, mais elle est relativement facile à éliminer en croisant convenablement les fils entre eux.

Je fus appelé dans l'installation d'un grand hôtel de Paris, contenant environ 500 postes téléphoniques, reliés à un tableau standard, et, notamment, dans cette installation, il y avait un faisceau de 800 fils voisinant sur une longueur de 30 mètres environ ; nous sommes arrivés à combattre les effets d'induction mutuelle des lignes qui auraient été désastreux, dès que plusieurs personnes auraient été en communication. A cet effet, on a dû établir un câblé spécial de chaque paire de conducteurs allant à chaque poste, puis câbler, par séries de 20 paires de conducteurs, suivant un pas de 25 centimètres ; on protégea les câbles de 40 fils par des fourreaux en cuivre, pour éviter les effets d'induction pouvant provenir des lignes extérieures de lumière ou de force.

Dans ces importantes installations, il est indispensable de s'en remettre à l'habileté d'un praticien, car il n'existe vraiment pas de données théoriques permettant d'obtenir à coup sûr la suppression de tous les effets nuisibles pour la conversation.

Nous avons vu, dans un précédent article, que les vibrations provoquées sous l'influence de la voix, dans une mem-

brane, avaient pour but de créer une variation de courant perceptible dans le récepteur du poste opposé ; il n'en est pas de même dans les postes à courant secondaire, où les variations du transmetteur provoquent des variations dans le circuit primaire d'une bobine d'induction.

Condition de la téléphonie à grandes distances

EMPLOI D'UN TRANSFORMATEUR (*Edison*)

Il est facile de se rendre compte que la transmission par courant primaire ne permet pas de converser à longue distance.

En effet, si nous appelons :

E la force électro-motrice de la source ;

R la résistance du circuit téléphonique ;

r la résistance du contact du microphone ;

P la variation de résistance (augmentation ou diminution) qu'éprouve le contact sous l'influence des ondes sonores ;

i et i' les intensités extrêmes (minimum ou maximum) qu'atteint le courant ; on peut écrire :

$$i = \frac{E}{R + r + P},$$

$$i' = \frac{E}{R + r - P},$$

$$\text{et} \quad i - i' = - \frac{2 \cdot P \cdot E}{(R + r)^2 - P^2}.$$

Puisque P a une valeur relativement faible, on peut négliger P^2 derrière $(R+r)^2$; la variation d'intensité $i - i'$, dont dépend seul l'effet téléphonique, est donc proportionnelle à E, et inversement proportionnelle au carré de la résistance totale du circuit.

L'effet téléphonique s'atténue donc en raison inverse de ce carré.

On ne peut accroître la force électro-motrice E de la pile, il se produirait un échauffement des points de contacts qui empêcherait toute transmission.

Il faut donc réaliser des circuits de résistance totale aussi faible que possible, ce qui tend à diminuer la portée.

Le dispositif suivant, imaginé par Edison, a permis, tout en conservant au circuit du microphone une résistance faible, d'accroître, sans affaiblissement notable, la portée des transmissions téléphoniques.

Un premier transformateur élève le voltage au départ, un second l'abaisse à l'arrivée.

Le microphone, la pile, et le primaire à gros fil d'un transformateur, forment, au départ, un circuit local.

La figure 1 indique le dispositif microphonique d'Edison pour grandes distances.

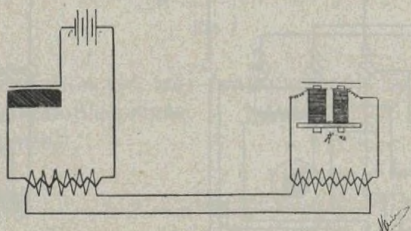


Fig. 1

Dans l'industrie actuelle, les récepteurs sont montés en série avec les secondaires des bobines d'induction, et les microphones en série avec les primaires.

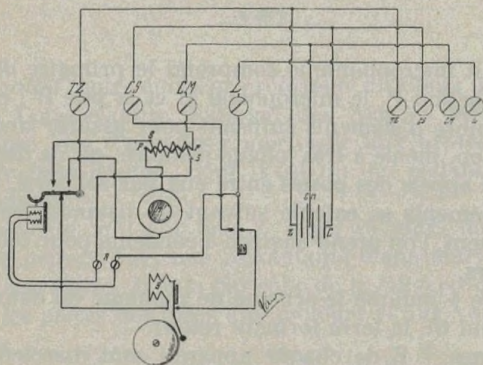


Fig. 2.

La figure 2 indique le dispositif actuellement employé dans les installations téléphoniques privées.

Deux postes sont reliés entre eux et alimentés par une seule batterie de piles.

L'inconvénient de ce dispositif est de nécessiter 4 fils pour l'installation de deux postes.

La figure 3 indique le schéma du montage de deux postes à courant secondaire reliés entre eux, et alimentés par une batterie de piles à chaque poste. Une pile d'un nombre d'éléments suffisants est reliée à chaque appareil. Les bornes L et L' sont reliées entre elles, de même que les bornes Z et Z'.

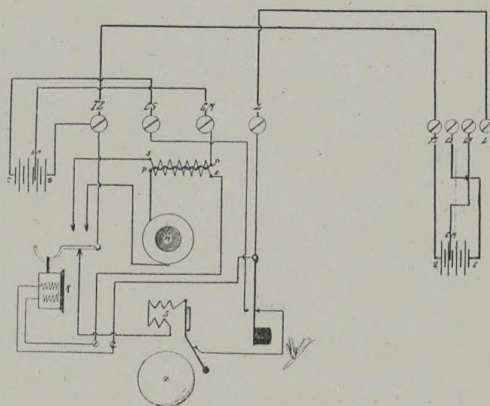


Fig. 3.

Le circuit microphonique comprend le primaire de la bobine d'induction P, le microphone M et la pile P' ; en général, le nombre d'éléments suffisant pour assurer une bonne transmission, même à très longue distance, est de deux.

Pour les appels des postes entre eux par sonnerie, le nombre des éléments se calcule suivant la distance des postes. Pratiquement, l'on prend environ 4 éléments pour 150 mètres de parcours.

La figure 4 indique le schéma de montage de deux postes avec un seul fil, la terre formant retour.

Les bornes T Z de chaque appareil sont directement reliées à la terre. Les bornes L et L' sont reliées par une ligne. Une pile, pour l'appel et la conversation, est reliée à chaque poste.

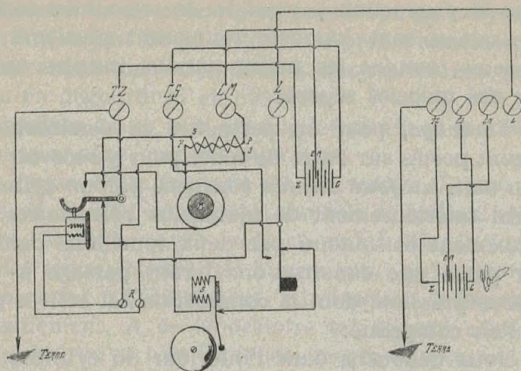


Fig. 4.

Cette installation est très pratique pour les longues distances en téléphonie privée.

(A suivre.)

LAUR.

Visite aux Usines d'Automobiles

DE DION - BOUTON

M. Guillet, notre éminent professeur du Cours de Métallurgie du Conservatoire National des Arts et Métiers, a eu l'heureuse idée d'organiser une visite aux *usines d'automobiles de Dion-Bouton*, dont il est un des collaborateurs les plus savants.

Cette visite, qui eut lieu le jeudi 25 mars dernier, et à laquelle prirent part une soixantaine d'auditeurs des Cours du Conservatoire, débuta par celle de la *fonderie* où sont exécutées les pièces destinées aux moteurs et aux voitures automobiles.

Le *moulage des pièces* y est opéré mécaniquement à l'aide de presses Ph. Bonvillain et E. Ronceray, qui prouvent encore une fois de plus que le progrès a vaincu la routine.

Comme la production permet ici le travail en série, des plaques-modèles sont fondues, réunissant plusieurs pièces en une seule, évitant les manipulations inutiles occasionnées par des modèles séparés.

Après *l'etuvage*, pour en permettre la dessiccation, les moules sont portés sur l'aire de fonte pour y recevoir le métal fondu dans un *four à huile* constitué par un cylindre en tôle, garni intérieurement de matériaux réfractaires, placé horizontalement et soutenu par deux tourillons dans l'axe desquels passe une canalisation livrant passage à un jet d'huile sous pression, dont la combustion est activée par un fort jet d'air comprimé.

L'axe creux débouche dans l'intérieur du cylindre, où se trouve le métal à fondre qui est en contact direct avec la flamme.

Un orifice latéral permet aux gaz de s'échapper et d'opérer la coulée dans les creusets portatifs.

Les pièces brutes de fonte sont ensuite passées au *jet de sable*, sous pression de 10 kilogr. d'air comprimé, pour les débarrasser du sable de moulage avant de les porter à l'*atelier d'ébarbage*.

Un séparateur magnétique permet de récupérer les poussières et limailles de cuivre bien exemptes de fer.

Pour les coulées spéciales, des fours à coke, à foyer bas, sont employés.

L'après-midi fut réservée à la visite de l'usine proprement dite. Après avoir parcouru « le cerveau » de l'usine : le *laboratoire* où un banc d'électrolyse avec appareils de Hollard permet d'opérer rapidement les analyses des métaux, l'*atelier de cémentation* fut visité. Les *fours*, dont le régime de marche est de 1.000 à 1.050°, sont construits de manière à fonctionner au gaz de gazogène ou au gaz de ville pour éviter toute interruption de travail. La mesure de température y est faite à l'aide de la *lunette de Féry*. Des *bains d'huile* à refroidissement extérieur par double paroi à circulation d'eau permettent d'obtenir une constance certaine dans la température de trempe.

Les visiteurs assistèrent à des essais de trempe avec chauffage par un bain de sel fondu : du chlorure de potassium réalisant une température de 850°.

Les *bougies d'allumage* sont fabriquées à l'usine même,

dans les *ateliers de céramique*, possédant un broyeur à kaolin, un mélangeur de pâte, un filtre-presse et plusieurs tours mûs mécaniquement. Un four à deux alandiers permet la cuisson en dégourdi et en couverte.

Les bougies cuites sont ensuite terminées et montées, dans un atelier annexe, par des ouvrières.

Une longue halte fut faite *au laboratoire d'essais mécaniques* où *M. Guillet*, continuant son rôle de brillant et aimable cicérone, expliqua, avec sa clarté habituelle, le fonctionnement des appareils destinés à faire subir aux matériaux des essais au choc, à l'écrasement, à la traction, à l'allongement, au cisaillement. A ce laboratoire est annexé celui de *métallographie*, où se font les études sur la structure et la constitution des métaux employés dans l'usine. De magnifiques tableaux de planches métallographiques ornent les murs du laboratoire d'essais mécaniques, faisant avec les appareils un décor impressionnant duquel se dégage tout l'effort de la pensée scientifique.

La visite se poursuit alors dans les *nombreux ateliers de tournage, de montage, d'essais des moteurs, de fabrication des engrenages*, où partout, les machines émerveillent par leur marche mathématique et savamment calculée.

A cinq heures du soir seulement, la visite prit fin, laissant enchantés les visiteurs qui, en quelques heures ont pu assister, grâce aux explications de notre sympathique professeur, *M. Guillet*, à toutes les opérations dont le résultat est, en définitive, l'élégante voiturette, la somptueuse limousine, le rapide autobus que nous regardons et contemplons si souvent.

G. DEGAAST.

N. B. — Les personnes désireuses de se procurer des photographies prises au cours de la visite de la fonderie des usines de Dion-Bouton sont priées de s'adresser à M. G. Degaast, 140, boulevard de Charonne, Paris, XX^e, qui possède les vues suivantes :

- 1^o Presse à mouler. Système Bonvillain et Ronceray ;
- 2^o Coulée du métal ;
- 3^o Séparateur magnétique ; +
- 4^o Mélangeur de sable à mouler ;

et les adressera contre 0 fr. 50 (épreuve montée) à toute personne qui lui en adressera le montant.

Intermédiaire Professionnel

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.

Les membres titulaires de l'Association ont, seuls, droit de réponse à ces offres, par l'intermédiaire du Président.

DEMANDES D'EMPLOIS

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

La correspondance relative à l'Intermédiaire professionnel devra être adressée au Président de l'Association.

ENVOI DU BULLETIN

Nous prions instamment nos Sociétaires et Abonnés de nous aviser instamment de toute lacune dans la réception de notre Bulletin mensuel. A cet effet, chaque changement d'adresse devra être porté à la connaissance du Secrétaire général dans le plus bref délai.

LE COMITÉ.

LE TRACÉ ET LA TAILLE DES ENGRENAGES

Par M. F. BOULLIE

SUITE (1)

Nous avons vu, dans notre précédent article, par quels procédés on pouvait obtenir une vis-mère, dépouillée suivant une hélice perpendiculaire à celle formée par le filet, et quel parti on tirait du différentiel pour arriver à ce résultat.

La vis-mère ainsi obtenue est prête, après affûtage, à être montée sur la machine à tailler.

Il existe plusieurs types de machines taillant les engrenages au moyen d'une fraise-mère, basées sur le même principe, et ne différant entre elles que par le rendement et la précision. Cette précision, d'ailleurs, dépend de la rigidité des organes reliant la fraise-mère à l'engrenage à tailler.

La fraise-mère est dès lors montée sur une tête inclinable pour présenter le filet normalement à la coupe ; la poulie de commande l'attaque directement, et un arbre secondaire attaqué par l'arbre principal commande la roue à vis sans fin formant diviseur, par l'intermédiaire d'un train d'engrenages mobile permettant d'obtenir tous les rapports voulus.

Il est évident que l'on peut obtenir d'autres tracés de dent que ceux dûs à la développante de cercle, avec une fraise-mère de profil approprié. Cependant, cette faculté est limitée par la possibilité de fabriquer la fraise-mère, qui ne peut être dépouillée lorsque le profil possède des parties en retrait.

Ce système de taillage à la vis-mère est un des plus répandus et donne de très bons résultats, tout en étant très économique.

Le procédé de M. Fellows, que nous allons aborder, s'appuie encore sur la propriété d'interchangeabilité des engrenages à profil en développante de cercle ; seulement, l'outil générateur n'est plus à profil de crémaillère, c'est un pignon dont une face est coupante, et qui opère comme un étau-

(2) Voir *Bulletins* n° 1 et 2.

limeur vertical. Au début de l'opération, le mouvement d'étau-limeur est accompagné d'un mouvement d'avancement vers le centre de l'engrenage à tailler, et, lorsque la profondeur nécessaire est atteinte, le pignon-outil tourne d'un mouvement conjugué à celui de l'engrenage au moyen d'un train d'engrenages spécial.

Il est clair que si ce pignon-outil a un profil correct, que lui donnerait par exemple son roulement conjugué à celui d'une crémaillère, il engendrera à son tour toute autre roue, de même type que celui de la crémaillère. Nous verrons plus loin comment cette forme correcte est obtenue.

Nous avons vu, dans le procédé de la fraise-mère, que cette fraise, en raison de sa dépouille à profil constant, pouvait être affûtée jusqu'à usure presque complète, sans que le profil en soit déformé, ni le pas modifié.

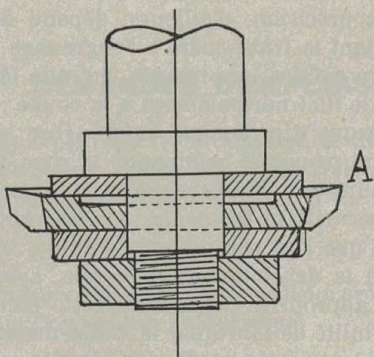


Fig. 1.

Dans l'outil qui nous occupe (fig. 1), l'affûtage se fait sur le dessus (en A), et, comme il est nécessaire que les dents soient dépouillées, pour pouvoir couper, il semble, *a priori*, que, le diamètre se trouvant diminué par cet affûtage, le pas doive changer ; il n'en est rien. L'outil, tout en diminuant de diamètre, taille des engrenages de pas et de forme corrects.

Nous avons vu précédemment (bulletin n° 1) que les roues à denture en développante de cercle ont la propriété d'engrener correctement, quelle que soit la distance des centres. Dans la pratique, cette variation ne peut être évidemment

que très faible. Si l'on écarte l'un de l'autre deux engrenages conjugués, l'engrènement correct se maintiendra, mais les circonférences primitives se modifieront, tout en partageant la ligne des centres dans un rapport constant.

Nous avons supposé que le profil de l'outil nous était donné par roulement conjugué avec une crémaillère. Considérons quel sera ce profil avec trois distances différentes :

Distance réduite (fig. 2)

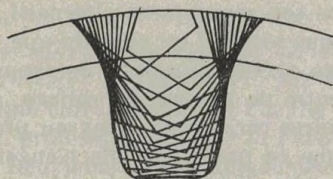


Fig. 2.

Distance normale (fig. 3)

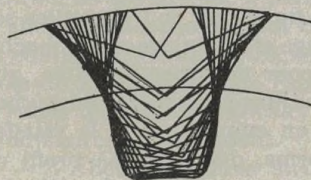


Fig. 3.

Distance exagérée (fig. 4)

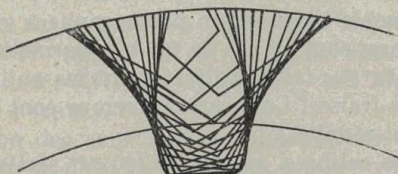


Fig. 4.

On voit que la courbe génératrice est dans chaque cas une même développante de cercle, et que chacun de ces trois profils engrène avec la même crémaillère.

Supposons maintenant, la fig. 4 représentant le profil de la

partie supérieure de l'outil, que ce pignon-outil roule sur notre crémaillère ; il se déplacera dans le sens de son épaisseur, de façon que la crémaillère engrènera avec une tranche suivante de l'outil (la crémaillère étant supposée infiniment plate), et si, pendant ce déplacement, nous rapprochons le centre de l'outil vers la crémaillère, le profil obtenu deviendra semblable à celui de la fig. 3, et ensuite à celui de la fig. 2. Nous aurons ainsi un pignon-outil qui sera conique, et dont, par conséquent, les dents seront dégagées, et qui, cependant, dans son mouvement alternatif, engendrera un pignon cylindrique idéal. Il est entendu que, au fur et à mesure de l'affûtage, il sera nécessaire de rapprocher le centre de l'outil du centre de la roue en taillage, afin que la distance de ces centres corresponde bien au profil de la partie coupante, puisque ce profil variable n'engendrera le profil correct que pour une distance appropriée.

Ces deux procédés (vis-mère et outils Fellows), qui sont les plus pratiques, et donnent les meilleurs résultats, quant à l'interchangeabilité des engrenages taillés, deviennent impraticables pour des unités, ou de trop petites séries, ne permettant pas le montage et le réglage d'une machine relativement compliquée, ou pour de fortes dentures, qui entraîneraient de gros frais d'outillage (vis-mères ou pignons-outils).

Dans ces cas, on emploie, avec la satisfaction désirable, des fraises de forme, dépouillées à profil constant, comme je l'ai exposé au commencement de cette étude. Mais il est nécessaire, pour obtenir ces fraises avec un profil correct, d'en faire des tracés à grande échelle, tracés que l'on réduit ensuite à la dimension désirée. J'ai étudié, à cet effet, pour les établissements Lejeune, un pantographe à grande réduction (les calibres sont au pas de $100 \text{ }^m/m$, permettant la réduction jusqu'à $6 \text{ }^m/m$), faisant directement les outils destinés à dépouiller les fraises. Les risques d'erreur sont dès lors considérablement réduits.

La série des calibres, au pas de $100 \text{ }^m/m$ sert pour tous les pas, ces calibres ayant été exécutés avec le plus grand soin.

Nous avons vu ainsi que les moyens ne manquent pas pour tailler correctement des engrenages cylindriques à denture droite.

Nous parlerons prochainement des engrenages cylindriques à denture hélicoïdale.

BIBLIOGRAPHIE

Guide pratique du médecin dans les accidents du travail. Leurs suites médicales et judiciaires, par E. Forgue, professeur de clinique chirurgicale à la Faculté de Montpellier, et E. Jeanbreau, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Montpellier. Deuxième édition augmentée et mise au courant de la jurisprudence, revue par M. Mourral, conseiller à la Cour de Rouen. 1 vol. in-8° de 576 pages, cartonné toile (Masson et Cie, éditeurs). Prix : 8 francs.

La première édition de cet ouvrage a déjà rendu de signalés services aux chefs d'industrie qui ont dû y recourir. Sa division en cinq chapitres facilite les recherches que l'on y effectue : I. Le rôle du médecin lorsque l'accident vient d'arriver. — II. Les suites médico-chirurgicales de l'accident. — III. Les suites judiciaires de l'accident. — IV. Evaluation des incapacités. — V. Les honoraires médicaux. La jurisprudence est entièrement mise au courant à partir de 1898.

Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout. 1^{er} supplément : Analyse des eaux d'égout, par E. Rolants, in-8°, XIII-131 p., 31 fig., chez Masson et Cie, Paris. Prix : 4 francs.

Composition des eaux d'égout. Composition des eaux résiduaires industrielles. Jaugeage des égouts, canaux et cours d'eau. Prélèvement des échantillons. Examen physique. Analyse chimique. Analyse des boues. Analyse des gaz. Analyse bactériologique. Interprétation des résultats de l'analyse d'une eau résiduaire ; de l'analyse d'un effluent de fosse septique ; de l'analyse d'un effluent épuré. Contrôle de l'épuration.

Ce supplément vient à la suite des trois volumes publiés d'après les belles recherches conduites par le Dr Calmette, à Lille.

Le béton armé, éléments et calculs des ouvrages, compléments et applications, 2 vol., par M. le lieutenant-colonel Espitallier, édité par l'Ecole spéciale des Travaux publics, rue du Sommerard, Paris.

Le nom de son auteur, et l'esprit de l'établissement scientifique qui en a assuré son édition, sont une fort heureuse recommandation de la valeur pratique de cet ouvrage ; sa clarté et sa concision seront vivement appréciées des ingénieurs-constructeurs.

Les turbines à vapeur marines, par J.-W. Sothern, traduit et adapté d'après la 2^e édition anglaise, par J. Izart, ingénieur civil des mines. In-8° de VIII-176 p., avec figures et 2 planches. H. Dunod et E. Pinat. Prix : broché, 9 francs.

Jusqu'à ces derniers temps, les applications de la turbine aux navires avaient été peu fréquentes, en raison des difficultés pratiques que l'on devait surmonter. Le problème est maintenant résolu d'une façon entièrement satisfaisante et le livre de J.-W. Sothern vient à son heure pour indiquer ces applications nouvelles.

Vertrocknungsprozess der Erde (Marche du dessèchement de la terre), par F. König. In-8°, 708. Chez Otto Wigand. Leipzig, 1908.

Nous savons que le dessèchement de la terre est considéré comme la cause la plus immédiate de sa mort prochaine, et, avant que celle-ci ne survienne, des conséquences épouvantables en résulteraient. L'auteur prétend que l'on pourrait enrayer ce mouvement.

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVETS D'INVENTION

Arquebuserie et Artillerie

N° 395.555

Dispositif pour la manœuvre des appareils de chargement de bouches à feu en tourelle ou sur affût à pivot.

1° Un dispositif pour la manœuvre des appareils de chargement de bouches à feu en tourelle ou sur affût à pivot, permettant de placer ces appareils dans la position voulue pour cueillir les munitions, de les effacer sur le côté du canon pour le tir, et de les amener dans le prolongement axial du canon pour le chargement, en les maintenant alors dans cette position, quelle que soit l'inclinaison que prend la culasse ; ce dispositif consistant en un bras de support pouvant tourner autour d'un centre fixe par rapport au canon, soit grâce à une articulation directe sur le canon, soit par son guidage dans une glissière circulaire concentrique aux tourillons du manchon-affût.

2° Une forme d'exécution dans laquelle le bras du support peut, par une extrémité, pivoter autour d'un axe solidaire du manchon-affût, et former, par l'autre extrémité, coussinet pour un pivot de suspension du berceau de chargement ; les mouvements, pour effacer le berceau ou l'amener dans le prolongement du canon, s'opérant respectivement par la fermeture et l'ouverture de la culasse, grâce à une transmission par écrou-crémaillère et secteur denté entre le pivot de la vis-culasse et le bras.

3° La combinaison de cette forme d'exécution avec :

a) Un convoyeur de munitions installé à demeure sur le manchon-affût, la liaison entre ce convoyeur et le berceau de chargement effaçable étant, dans toutes les positions de ce dernier, assurée par un tablier souple dont les bords longitudinaux sont fixés respectivement sur le convoyeur et sur le berceau ;

b) Un appareil de refoulement continu des munitions installé dans le berceau de chargement, et pouvant s'embrayer sur son mécanisme de commande, l'embrayage et le dé-

brayage automatique s'opérant par les mouvements donnés au bras de manœuvre pour amener le berceau dans les positions « de chargement » et « effacée ».

4° Une forme d'exécution dans laquelle le bras de manœuvre est en forme de compas, et comporte deux branches, dont l'une est un chariot couissant dans une glissière courbe concentrique aux tourillons du manchon-affût, tandis que l'autre, constituant le bras de support proprement dit, peut se déplacer angulairement par rapport à la première, le coulisement du chariot dans sa glissière permettant d'amener l'ensemble mobile dans la position voulue pour cueillir les munitions à la recette supérieure d'un monte-charge, alors que le déplacement du support proprement dit permet d'assurer successivement l'effacement des berceaux à munitions, la solidarité du canon avec le système mobile étant, grâce au poids de ce dernier, assuré par l'appui du chariot sur un butoir du manchon-affût et éventuellement par verrouillage.

5° Dans cette forme d'exécution, la disposition d'un berceau de chargement à deux cases articulées l'une à l'autre de façon à pouvoir être automatiquement, suivant les besoins, superposées ou juxtaposées, l'une de ces cases étant à cet effet reliée par un levier du chariot, tandis que l'autre case peut tourner autour d'un axe porté par le bras de support proprement dit, en sorte que la fermeture du compas produit la superposition des cases, et l'ouverture leur juxtaposition, l'axe d'oscillation de l'une des cases servant d'ailleurs d'arbre intermédiaire de transmission pour la commande d'un appareil de refoulement des munitions installé dans cette même case.

Marine et Navigation

N° 395.562.

Boussole marine enregistreuse.

L'invention comprend :

1° Une boussole marine enregistreuse disposée de façon à effectuer un enregistrement permanent des mouvements de l'aiguille magnétique dans lequel l'espacement transversal correspond aux rumbes ou « quarts » de la boussole, et l'espacement longitudinal au temps, boussole caractérisée par le fait qu'un bras mobile portant le crayon ou plume enre-

gisteuse va et vient entre deux limites, et est actionné par une série de contacts électriques qui sont respectivement connectés électriquement à des points correspondants, entourant concentriquement l'axe de l'aiguille de la boussole, qu'un circuit électrique est connecté par un bout audit bras, et est divisé ensuite en deux branches connectées à des bandes de contact portées par le bras mobile, et que chaque branche du circuit actionne un mécanisme moteur pour déplacer le bras mobile dans le sens de cette branche de circuit jusqu'à ce que cette dernière se trouve interrompue au moment où un intervalle, existant entre les deux bandes de contact, arrive en face du contact connecté au point de contact de la série concentrique à l'axe de l'aiguille, avec lequel un bras relié à ladite aiguille et se mouvant avec elle est en contact au moment considéré.

2° Dans une boussole marine comme sous 1° :

a) L'adaptation, à l'extrémité du bras mobile avec l'aiguille de la boussole, d'un dispositif de contact antifriction constitué par une roue en étoile tournant librement sur ledit bras et dont les bras pénètrent entre et passent sur des chevilles de contact disposées concentriquement à l'axe de l'aiguille, le bras étant surmonté, au-dessous de son axe de rotation, d'une tige verticale sur l'extrémité pointue de laquelle pivote librement une chape à contrepoids connectée d'une façon permanente avec un point fixe par un conducteur souple et une portée à billes entourant la tige pointue pour l'empêcher de s'incliner latéralement ;

b) La disposition du rumb, ou « quarts » de la boussole, sur l'instrument enregistreur de façon à ce que des rumb, opposés, Nord et Sud par exemple, se trouvent aux extrémités opposées de la ligne, et à ce que les autres rumb, situés dans la boussole, sur des côtés opposés de la ligne joignant ces deux rumb extrêmes, se trouvent sur l'instrument enregistreur, entre lesdits rumb opposés, en ordre alternant.



TITULARISATIONS

Les Sociétaires, dont les noms suivent, ont été titularisés dans la Séance tenue par le Comité le 21 Avril :

MM.

DAGE, Edmond, Chimiste au laboratoire œnologique ;
DEMOUY, Marcel, Sous-Directeur de la C^{ie} des chemins de fer à traction électrique de Luz-Pierrefitte-Cauterets ;
DUFOUR, Victor, Préparateur en pharmacie ;
DUMAINE, Léon, Agent technique à la C^{ie} des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt ;
DUMAS, Alexandre, Agent technique à la C^{ie} des chemins de fer de l'Est ;
ESPALIEU, Marius, Dessinateur industriel ;
GIBERT, Emile, Instituteur ;
GOUTTES, Contrôleur du matériel aux ateliers de la C^{ie} de l'Ouest ;
GUILLOSSON, Lucien, Commis de l'Octroi de Paris ;
GUYARD, Eugène, Licencié en droit ;
HUNEAU, Maurice, Dessinateur industriel ;
LAUR, Antoine, Chef de service à la Société Française des Téléphones ;
MICHAUT, Charles, Contremaitre au Secteur électrique des Champs-Élysées ;
MOTCHAROUK, Constantin, Etudiant en sciences ;
MUHLBERGER, Paul, Chef de service à la Société des Moteurs Antoinette ;
PELOILLE, Fernand, Chef d'entretien du matériel mécanique à la C. G. O. ;
PLANTIER, Maxime, Contremaitre à l'usine Gamme.
SENDILAER, Edmond, Dessinateur industriel,
DE LA VALLÉE POUSSIN, Ludovic, Consul honoraire ;
VERDIER, Louis, Dessinateur industriel ;

Au cours de la même Réunion, conformément au Règlement intérieur de l'Association, il a été procédé au tirage au sort des membres sortants du Comité, renouvelable pour un tiers à la fin de l'Exercice courant comme l'on sait.

Les membres sortants sont MM. **Angelini, Lafon, Mousty, Robrieux et Schirch.**

Le Comité prie les *Membres titulaires* de l'Association, désireux de poser leur candidature en vue du *renouvellement du Comité*, de bien vouloir le faire connaître au *Président de la Société* avant le *20 Mai*.

VISITES ET CONFÉRENCES

A la suite d'une entente conclue avec l'Association des Élèves des Laboratoires Bourbouze, il a été décidé que les membres de ce groupement auront la faculté, sur la production de leur carte personnelle, de prendre part aux visites industrielles organisées par nos soins.

En échange, tout membre de notre Société pourra à son tour assister, dans les mêmes conditions d'admission, aux excursions techniques et conférences que la dite Association organisera d'autre part.

Il sera publié chaque mois, à cette place, les programmes qui auront été arrêtés pour chacune des Associations.

G. DEGAAST

PROGRAMME DE MAI 1909

SOCIÉTÉ
DES
ÉLÈVES ET ANCIENS ÉLÈVES
DU
CONSERVATOIRE NATIONAL
DES
ARTS-&-MÉTIER

Jeudi 27 Mai,

à 5 heures du soir.

Visite des Établissements Lejeune et Michel-Lévy, sous la direction de M. BOULLIE, Ingénieur des Établissements, Président de l'Association.

Taillage des Dents d'engrenages.

Rendez-vous à 4 h. 50, au carrefour de la rue d'Angoulême et de l'Impasse du Moulin-Joly.

Métro : Couronnes

ASSOCIATION DES ÉLÈVES
des
LABORATOIRES BOURBOUZE

58-60, Rue Saint-Antoine, Paris (IV^e).

Jeudi 6 Mai, à 8 h. 1/2 du soir
au Siège social

Conférence avec Projections et Expériences
par M. CARENTÈNE, Professeur aux Laboratoires Bourbouze :

“ L'Éclairage électrique ”
depuis son origine jusqu'à nos jours.

Dimanche 9 Mai, à 9 h. 1/2 du matin
Visite de l'Usine électrique des 100.000 chevaux
à Saint-Denis

avec le concours des professeurs de la section d'électricité
des Laboratoires Bourbouze.

*Rendez-vous : 9 h. 1/4 très précises. Carrefour Pleyel (angle Bd. Ornano et Route
de la Révolte) à la Plaine St-Denis.*

*Moyens de communication : Tramways Madeleine-St-Denis et Enghien-
Trinité - Chemins de fer du Nord.*

Dimanche 16 Mai, à 9 h. 1/2 du matin
Visite de l'Usine municipale de fabrication des Pavés
de bois

sous la Direction de M. LIRMAN, Conducteur de l'Usine.

*Rendez-vous : 9 h. 1/4 très précises devant l'usine, Rue des Cévennes (Quai de Javel,
15^e arrond.).*

ADHÉSIONS

M. **Ed. Sauvage**, Professeur du Cours de Machines, a bien voulu nous apporter le témoignage de l'intérêt que lui a inspiré notre Groupement, par son adhésion à titre de *Membre honoraire*; c'est un des plus vifs encouragements que nous puissions recevoir dans notre effort, et nous y sommes particulièrement sensibles.

En outre, M. **Sauvage** a écrit, à notre intention, une Etude sur l'établissement des voitures automobiles, qui paraîtra dans le prochain numéro de notre Bulletin; une telle collaboration sera appréciée, comme il convient, par tous nos lecteurs.

*

* *

Nous ne sommes pas moins fiers de compter également au nombre de nos *Membres honoraires*, M. **Paul Besson**, bien connu de nos Sociétaires par la remarquable conférence qui solennisa notre première Assemblée, et par l'analyse de la question du Radium qu'il publia dans notre Bulletin n° 2.

LE COMITE.

HISTOIRE & HYGIÈNE

Écoutons un moment le moine *Rigord*; il va nous expliquer, dans un passage de ses *Grandes chroniques de France*, de quelle façon Lutèce se substitua à Paris pour désigner notre ville capitale: il est assez piquant d'y voir le rôle inattendu que cet événement historique dû à l'évolution de la voirie municipale:

« Une heure alloit par son palais pensant à ses besoins (1), comme celui qui estoit curieux de son royaume, maintenir

(1) Philippe-Auguste.

et amander. Il s'appuya à une des fenestres de la sale à laquelle il s'appuyoit aucunes fois, pour Saine regarder et pour avoir créacion de l'air. Si avint en ce point que charrettes que l'on charioit parmi les rues esmeurent et touillèrent si la boue et l'ordure, dont elles estoient plaines, que une pueur en yssi si grant qu'à paine la povoit nul souffrir ; si monta jusques à la fenestre où le roy estoit appuyé. Quand il sentit cette pueur qui estoit si corrompue, il s'en tourna de celle fenestre en grand abhominacion de cœur. Pour cette raison conçut-il en son courage à faire œuvre grant et somptueuse, mais moult nécessaire et telle que tous ses devanciers ne l'osèrent oncques entreprendre né commencer, pour les grands coustz qui à celle œuvre aferoient. Lors fist mander le prevost et les bourgeois de Paris et leur commanda que toutes les rues et les voies de la cité feussent pavées de grès gros et fort soigneusement et bien. Pour ce le fist le roy qu'il vouloit oster la matière du nom de la Cité qu'elle avoit eu anciennement de ceux qui la fondèrent : car elle fut appelée en ce temps par son premier nom *Lutesce*, qui vaut autant à dire comme ville pleine de boue et boueuse et pour ce que les habitans qui, en ce temps estoient avoient horreur du nom qui estoit loin, luy changièrent ce nom et l'appelèrent *Ville de Paris*, en l'honneur de *Paris*, l'ainsné fils le roy *Priant de Troyes* (1) : car si comme l'en treuve ils estoient descendus de cette lignée. Ils ostèrent le nom tout seulement, mais le bon roy osta la cause et la matière du nom, quand il la fist atourner si que pueur né corruption n'y peust demourer. »

Il conviendrait peut-être que soient dissipées les fumées d'encens qui émanent de la plume du bon moine avant d'accorder au roi Philippe-Auguste les louanges qu'il paraît mériter ; mais nous saurons apprécier néanmoins l'heureuse initiative dont il fit preuve en lui en rendant grâces.

(1) Priam de Troie.

Conditions générales d'établissement

DES VOITURES AUTOMOBILES

(Leçon faite au Conservatoire des Arts-et-Métiers)

Le moteur doit produire la force ⁽¹⁾ nécessaire pour faire avancer le véhicule. Cette force doit surmonter :

1° La résistance intérieure du véhicule (mouvement des roues sur les fusées des essieux ; l'emploi des boîtes à billes réduit beaucoup cette résistance) ;

2° La résistance tenant au roulement des bandages sur le sol, très variable suivant la nature du sol ;

3° La résistance qui vient de l'inclinaison de la route (autant de kg. par tonne que l'inclinaison compte de millimètres par mètre) ; sur les pentes, cette résistance change de signe et devient une force motrice ;

4° La résistance de l'air, insignifiante à petite vitesse, forte aux très grandes vitesses ;

5° Enfin, la force motrice doit dépasser le total des résistances pour augmenter la vitesse du véhicule. Le produit de la masse du véhicule (à peu près le dixième du poids en kg. ; plus exactement le quotient de ce poids par le nombre $g = 9,81$) par l'accélération ou augmentation de vitesse en une seconde (augmentation exprimée en mètres par seconde) est égal à cet excès de force motrice.

Les diverses résistances sont proportionnelles au poids du véhicule (sauf la résistance de l'air, qui dépend de la surface exposée au vent).

(1) On dit quelquefois, à tort, *force* en chevaux d'un moteur, au lieu de *puissance* en chevaux. Nous rappelons ici cette expression vicieuse pour éviter toute confusion.

Par exemple, la résistance au roulement, sur une bonne route, avec bandages pneumatiques, sera de 20 kg. pour un véhicule de 1.000 kg. Une rampe de 50 mm. par mètre donnera 50 kg. pour 1.000. En négligeant les termes 1 et 4, si la force motrice est de 100 kg., il restera un excès de 30 kg. qui donnera une accélération de 0,3. Cela veut dire que la vitesse sera de 0^m3 par seconde au bout d'une seconde, de 0^m6 par seconde au bout de 2 secondes, de 3 mètres par seconde au bout de 10 secondes.

Cette force motrice, produite par le moteur, s'exerce aux points où les roues motrices reposent sur le sol ; l'*adhérence* de ces roues donne en général un appui suffisant, sinon le patinage se produit.

Outre cette condition primordiale d'exercer un effort moteur suffisant (dans les conditions les plus difficiles où l'on veut faire fonctionner le véhicule), on demande au moteur d'imprimer au véhicule une vitesse variable depuis zéro jusqu'à un maximum à fixer ; on admet toutefois que la vitesse maxima soit réduite quand la résistance est grande.

L'action motrice doit pouvoir être supprimée et rétablie sans retard ; des freins permettront un ralentissement et un arrêt rapides. Enfin, une marche arrière, à petite vitesse, est généralement nécessaire, sauf pour les petits véhicules, très faciles à manœuvrer à bras.

Voyons comment les divers moteurs employés satisfont à ces conditions.

La machine à vapeur, avec deux cylindres au moins, manivelles à 90°, et distribution à changement de marche, répond bien au programme.

La nécessité d'avoir un moteur léger et peu encombrant fait préférer en général la machine à grande vitesse, dont la rotation sera transmise aux roues motrices par un intermédiaire réduisant la vitesse : l'effort moteur à la jante des roues motrices est alors dans une relation constante avec la pression moyenne sur les pistons.

Soit une machine à 2 cylindres, à double effet faisant tourner un arbre dont n tours correspondent à un tour des roues motrices ; soit p la pression moyenne sur les pistons, de diamètre d et de course c , F la force totale de trac-

tion (partagée entre les 2 roues), D le diamètre de ces roues. Pendant un tour de roues, le travail produit est :

$$\pi \cdot D \cdot F;$$

le travail moteur correspondant sur les pistons sera :

$$4 \cdot n \cdot p \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot c.$$

Ces deux travaux seraient égaux sans la part consommée par les frottements des mécanismes. L'égalité se ramène à :

$$n \cdot p \cdot d^2 \cdot c = K \cdot D \cdot F \text{ (unités, kg. et cm.)},$$

K étant un coefficient qui, par exemple, pourra être 0,7 (1).

Dans le moteur à vapeur, la pression moyenne p peut varier entre de larges limites, depuis zéro jusqu'à un maximum voisin de la pression dans la chaudière : la pression normale de marche, celle qui correspond à la marche économique du moteur, est d'ailleurs assez éloignée du maximum. On pourra donc occasionnellement augmenter F beaucoup au delà de la valeur de marche normale.

Cependant, pour marcher avantageusement avec de très grands écarts de F , on pourrait être amené à employer les transmissions à rapports de vitesse variables, comme avec les moteurs à explosion ; mais elles ne sont pas nécessaires en général.

Le moteur à vapeur se prête à la marche à vitesse variable, aux arrêts et remises en marche, par simple manœuvre de la prise de vapeur, ainsi qu'à la marche arrière.

A côté de ces avantages, l'inconvénient principal réside dans l'obligation de la chaudière, organe encombrant et dont la conduite est souvent assujettissante.

Le moteur à explosion est également un moteur rapide (pour les mêmes raisons de poids et d'encombrement), dont l'arbre fait n tours pour un tour des roues motrices. Le

(1) Cette égalité du travail, vraie pour un tour complet de l'arbre moteur, ne subsiste pas pendant des périodes plus courtes, parce que la pression est tantôt plus grande tantôt plus petite que la moyenne et que la transmission par bielle et manivelle modifie à chaque instant le couple moteur. Il en résulte de petites variations périodiques de la vitesse, qui augmente et diminue suivant que le travail moteur est plus grand ou plus petit que le travail résistant. Ces variations sont fort atténuées par le volant que peut porter l'arbre de la machine et par la marche même du véhicule, qui constitue un volant à translation rectiligne.

calcul de la relation entre la force motrice sur les pistons et la force de traction se fait par la même méthode ; mais, dans le moteur à 4 temps, la pression moyenne p (différence entre la pression pendant le temps 2 et les pressions résistantes pendant les 3 autres temps) ne s'exerce que pendant une course simple pendant 2 tours. Avec un moteur à 4 cylindres, la relation est :

$$2. n. p. \frac{\pi. d^2}{4}. c = K. \pi. D. F,$$

ou

$$\frac{n}{2}. p. d^2. c = K. D. F.$$

Le moteur à explosion ne se prête pas à une variation aussi étendue de la pression moyenne p , parce que la valeur maxima de cette pression ne dépasse pas beaucoup la valeur qui correspond à la marche normale. On peut donc abaisser p , mais non l'augmenter autant que dans une machine à vapeur, en partant de la normale. Pour avoir une variation aussi étendue qu'avec la machine à vapeur, il faudrait se tenir habituellement fort en dessous de la pression de marche normale, ce qui serait peu économique.

Aussi, pour obtenir une variation suffisante de F , on a été conduit à faire varier le terme n de l'équation :

$$\frac{n}{2}. p. d^2. c = K. D. F,$$

en employant une transmission à rapport de vitesses variable entre le moteur et les roues, ou un « changement de vitesse ». Par exemple, en doublant n , F sera doublé ; en même temps, si le moteur tourne à la même vitesse, celle du véhicule sera réduite à moitié. Mais la variation de vitesse du véhicule n'est pas l'objet principal du changement de vitesse, car cette variation peut être obtenue par une variation correspondante de la vitesse du moteur ; l'appareil a pour objet principal la variation de l'effort moteur.

La bicyclette ordinaire donne un exemple de transmission invariable entre l'arbre moteur des pédales et la roue motrice, comme dans l'automobile à vapeur. Cette disposition est admissible parce que le moteur humain est capable d'une très grande variation d'effort au delà de l'effort normal,

qu'il peut soutenir longtemps sans fatigue. Toutefois, pour circuler sur des rampes très fortes et très prolongées, ou bien quand le bicycliste ne se soucie pas d'augmenter beaucoup ses efforts, on introduit le changement de vitesse qui modifie le « développement » (le coefficient n des formules formules précédentes est égal à $\frac{\pi \cdot D}{L}$, D étant le diamètre

de la roue, L le développement) ; l'effort moteur F peut être ainsi modifié pour une même valeur de l'effort moteur sur les pédales.

Le moteur à essence ne se prête pas à un démarrage facile ; aussi ne l'arrête-t-on que pour de longs stationnements du véhicule, et le moteur est-il suivi d'un embrayage, dont la manœuvre permet à volonté de faire agir le moteur ou d'en supprimer l'action.

Il ne donne pas non plus de marche arrière, qu'on obtient par l'emploi d'une transmission spéciale, jointe à celles qui donnent les changements de vitesse.

Que le moteur soit à vapeur ou à essence la commande des deux roues motrices exige certaines dispositions spéciales. Le moteur et les mécanismes de commande sont fixés au châssis, suspendu sur ressorts, tandis que les roues reposent sur le sol : la liaison doit donc permettre le déplacement relatif du châssis et des roues. En outre, dans les virages, les deux roues ont à parcourir des chemins différents et ne doivent plus tourner à la même vitesse.

Pour racheter le déplacement relatif du châssis et des roues, on fait usage soit de chaînes, soit d'un arbre articulé à la Cardan. La chaîne relie horizontalement une poulie fixée au châssis à une poulie faisant corps avec la roue, ce qui permet l'oscillation du châssis ; il y a une chaîne séparée pour chacune des deux roues.

L'arbre à la Cardan va à peu près horizontalement du châssis au milieu de l'axe commun des roues motrices ; articulé à ses deux extrémités et suffisamment long, il se prête aux oscillations du châssis.

Le *différentiel* reçoit la commande du moteur et la transmet aux deux roues motrices, simultanément, quand la voiture roule en ligne droite, mais en permettant aux deux roues de parcourir des chemins différents en courbe. Par rapport à la rotation commune une des roues pourra pren-

dre une certaine avance et l'autre un retard égal. C'est l'adhérence des roues sur le sol qui provoque ces déplacements relatifs, lorsque des rotations égales exigeraient le glissement d'une des deux roues au moins.

Avec la commande par chaînes, le différentiel est placé sur un arbre transversal parallèle à l'essieu ; les deux extrémités de cet arbre portent les poulies de commande des deux chaînes. Avec l'arbre à la Cardan, le différentiel est entre les deux roues sur un *pont* qui en reçoit les deux axes.

Le freinage des véhicules s'exerce au moyen de freins à bande agissant sur des poulies spéciales ; le frein à sabot n'est guère applicable en effet sur les bandages élastiques (il est conservé sur les roues à bandages métalliques de certains véhicules industriels). On emploie deux freins différents, un agissant sur des poulies fixées aux roues motrices, l'autre sur l'arbre de transmission. Le moteur lui-même tournant à vide, avec suppression de la carburation, exerce un travail résistant, utilisable pour la descente des pentes : l'aspiration et la compression de l'air dans les cylindres produisent ce travail résistant. On peut l'augmenter en modifiant la distribution, en mettant en jeu des came's spéciales qui agissent sur les soupapes.

Le freinage fait intervenir une force qui est une certaine fraction du poids freiné : cette force a son point d'application au contact des roues et du sol, comme la force de traction. Elle est limitée par l'adhérence des roues qui cesseraient de tourner avec un freinage trop énergique. On comprend qu'un freinage intense fatigue beaucoup les bandages élastiques, que le glissement sur le sol risquerait d'ailleurs d'avarié gravement.

Par exemple, le frein agissant sur les roues d'arrière seulement, qui supportent environ les $\frac{3}{5}$ du poids total, l'effort retardateur pourra atteindre le tiers du poids freiné, c'est-à-dire $\frac{1}{3}$, $\frac{3}{5}$ ou $\frac{1}{5}$ du poids total. L'accélération négative du véhicule sera alors le cinquième de celle qui résulte de la pesanteur ($g = 9,81$), soit environ 2. L'équation entre la vitesse v du début du freinage et la longueur l d'arrêt est alors $2 \times 2 \cdot l = v^2$, soit 25 mètres pour une vitesse de 10 mètres par seconde (36 kilom. à l'heure), 100 mètres pour une vitesse double. A l'action du frein s'ajoutent d'ailleurs les résistances propres du véhicule, analysées du haut

Au début de la locomotion mécanique, on a appliqué des moteurs aux véhicules à chevaux peu modifiés, en consacrant même la direction par avant-train pivotant autour d'une cheville ouvrière centrale. Puis on est arrivé progressivement à des formes mieux appropriées à la propulsion mécanique.

Le diamètre des roues a été réduit. Avec les bandages rigides, le grand diamètre d'une roue lui permet de franchir plus facilement un obstacle en augmentant la longueur du parcours qui correspond au passage sur l'obstacle et en diminuant par suite l'effort de traction supplémentaire qui en résulte. Mais l'emploi de bandages élastiques, dans lesquels se loge l'obstacle, atténue beaucoup cet avantage. D'autre part, des roues plus petites sont plus légères, moins coûteuses (le prix des bandages élastiques est très élevé) ; en outre, elles exigent une moindre réduction de la vitesse du moteur.

La direction a été modifiée, chacune des deux roues d'avant pivotant autour d'un axe vertical qui passe près du point où elle repose sur le sol. Pour que le véhicule vire sans glissement des roues, il faut que les perpendiculaires aux plans des diverses roues, menées sur le sol, convergent en un centre unique. Ce centre est placé sur la direction prolongée de l'axe commun des deux roues d'arrière ; les pivotements des deux roues d'avant se font suivant des angles différents, pour que les perpendiculaires aux plans de ces roues coupent cet axe des roues d'arrière au même point.

En faisant l'épure, très simple, de la rotation de la voiture autour du centre ainsi déterminé, si on la suppose rangée contre le bord d'un trottoir, on voit que la circonférence décrite sur le sol par la roue d'avant voisine du trottoir s'en écarte dans la marche avant, mais viendrait le couper dans la marche arrière. Sous une forme plus générale, on peut dire que l'arrière de la voiture suit bien mieux l'avant avec la disposition normale des roues directrices à l'avant que dans la marche inverse. Le mécanisme de manœuvre de la direction doit présenter les articulations nécessaires pour passer du châssis suspendu aux roues non suspendues ; de plus, ce mécanisme doit être irréversible, les roues restant dans la direction que leur a donnée le conducteur.

La voiture à propulsion mécanique a été notablement allongée, de manière à recevoir commodément tout ce qu'elle doit porter ; l'écartement des roues en rend la marche plus stable, un petit déplacement d'une des roues tenant aux jeux des articulations, aux inégalités du sol, ayant d'autant moins d'effet que la base est plus longue. Ces avantages sont assez grands pour qu'on accepte volontiers la légère augmentation de poids qui résulte de l'allongement, malgré l'intérêt de faire les véhicules aussi légers que possible.

Naturellement (sauf cas exceptionnels) le conducteur est placé vers l'avant et la charge utile (caisse recevant les voyageurs ou les marchandises) vers l'arrière. Le moteur placé à l'avant donne une répartition convenable des poids (roues d'avant un peu moins chargées que les roues d'arrière, motrices), et se trouve à proximité du conducteur, ce qui simplifie les organes de manœuvre.

Des différentes positions qu'on peut donner au moteur, la position verticale est en général la plus commode ; il tient peu de place en plan et on loge facilement de part et d'autre les organes annexes, carburateur, magnéto d'allumage, pompe de circulation, etc. Le tout est bien accessible. Avec 4 cylindres, on a un bon équilibre des pièces à mouvement rectiligne, équilibre qui est absolu avec 6 cylindres.

Depuis le moteur jusqu'aux roues motrices, le long châssis laisse toute la place pour loger facilement l'embrayage, le changement de vitesse, le différentiel, les chaînes ou l'arbre à la Cardan.

13 avril 1909.

ED. SAUVAGE
*Professeur au Conservatoire National
des Arts-et-Métiers.*

ASSEMBLÉE DU 5 MAI 1909

La séance est ouverte à 9 heures.

M. BOULLIE, Président de l'Association, rend compte tout d'abord de l'état actuel de la Société et montre que son développement est aussi satisfaisant que possible. L'édition du Bulletin mensuel, assurée par les soins de M. DELAUPE, Secrétaire général, est des plus soignées, et sa rédaction

présente un intérêt croissant ; le vif succès remporté par cette publication auprès des techniciens en est un garant bien certain. Les conférences et excursions techniques que l'on prépare actuellement réuniront le plus souvent possible les Membres actifs de notre groupement. On a lu, dans le Bulletin n° 7, l'exposé de l'entente intervenue à ce sujet avec l'Association des Elèves et Anciens Elèves des Laboratoires Bourbouze.

M. BOULLIE, en donnant la parole à M. DEGAAST, fait remarquer la bonne fortune qui nous échet par la Conférence qui va être faite sur l'*Industrie dans l'Est de la France*, en raison des connaissances spéciales possédées par le jeune savant à ce sujet.

M. DEGAAST traite d'abord la question si intéressante, mais aussi si complexe, de l'*Enseignement scientifique industriel* qui, dans l'Est, à Nancy en particulier, a été mis au point, grâce à la collaboration des professeurs et savants de la Faculté, et des industriels eux-mêmes, dont les largesses ont permis d'installer avec tout le confort désirable des laboratoires bien outillés, aérés, où la lumière rentre à flots.

Passant ensuite aux richesses minéralogiques du sous-sol du département de Meurthe-et-Moselle, nous assistons à l'*exploitation du sel gemme à la Salines de Rozières-Varangeville*, où le sel est extrait, soit à la mine, soit par le procédé des sondages pour les bancs salins éloignés de quelques kilomètres de l'usine.

L'*Usine Solvay* est si proche qu'on ne manque pas de s'y arrêter ensuite quelque temps. Bien qu'il n'ait pu visiter l'usine intérieurement, M. DEGAAST s'est documenté profondément pour nous donner le détail des réactions chimiques qui forment la base du *procédé Solvay*, il nous décrit les appareils employés : *satureur*, pour la préparation de la saumure ammoniacale ; *tour à carbonater*, *filtre à bicarbonate*, *torréfacteur à bicarbonate*, *four à chaux*, *colonne à distiller* pour la récupération de l'ammoniaque.

L'industrie de la *tonnellerie mécanique* nous retient ensuite, et nous sommes initiés aux phases que subit un foudre de brasserie avant de recevoir en ses flancs le breuvage cher à Gambrinus.

La *Maison Fruhinsholtz*, de Nancy, dont plusieurs vues

d'ateliers passent sous nos yeux, a su réaliser tout un outillage permettant d'atteindre la perfection dans la confection des barils, et des foudres aux milliers de litres de contenance.

La fin de la conférence est réservée à l'*industrie du fer*. Avec l'aimable conférencier nous visitons les *Hauts fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson*, dont la fabrication est surtout caractérisée dans la fonderie de tuyaux en fonte, employés particulièrement dans les grandes canalisations d'eau d'alimentation des villes.

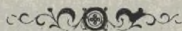
Passant rapidement sur le haut fourneau et les conditions de production des diverses fontes, dont le détail a été donné dans les Bulletins précédents (1), on étudie ensuite la technique toute spéciale employée dans la fonderie de ces tuyaux, depuis la préparation des *lanternes* jusqu'à la *coulée*, en passant par le *séchage* et la *mise en place* des lanternes.

Pour mieux faire comprendre les différentes opérations de l'industrie du fer, des projections, représentant des vues de l'*Usine Schneider du Creusot*, sont présentées et expliquées.

Durant toute la conférence, de nombreuses vues ont accompagné la parole de M. DEGAAST qui, mieux que personne, était tout désigné pour nous les commenter, puisque lui-même était l'auteur de ces magnifiques clichés, pris au cours de ses voyages dans l'Est de la France.

M. BOULLIE remercie M. DEGAAST pour sa captivante communication, et il remercie également l'Association des Elèves et Anciens Elèves des Laboratoires Bourbouze de la collection de clichés qu'elle avait mis gracieusement à notre disposition.

La séance est levée à 10 h. 45.



L'UTILISATION DES GAZ DE HAUTS FOURNEAUX

(Suite 1)

ANALYSE DES GAZ

En se représentant l'énorme masse incandescente qu'est l'intérieur d'un haut fourneau en pleine activité, il est facile de se rendre compte de la difficulté, sinon même de l'impossibilité, dans laquelle on se trouverait à vouloir juger, par la vue, de la période de transformation des matières introduites au gueulard.

Quand bien même, en supposant les empêchements matériels vaincus, posséderait-on le long des parois des regards ou fenêtres d'observation, la partie mise à nu ne serait qu'un point infime de tout l'appareil, ne pouvant donner de renseignements que sur le point observé.

A part les instants, assez espacés, où la coulée s'opère, soit pour la fonte ou les laitiers, il ne faut pas songer à tirer, des matières solides, une donnée certaine de l'allure du haut fourneau. Il ne reste plus, comme dernière ressource, qu'à s'adresser aux produits gazeux qui, eux, à chaque instant, peuvent être puisés assez facilement, et, de par leur composition, sont l'expression, véritablement contrôlable, de toutes les réactions internes du haut fourneau.

C'est ce qu'avait remarqué Bunsen (2) quand il signalait que :

« La nature des produits gazeux subit parfois des changements durant les phases pyrogénées d'une décomposition, comme par exemple dans les recherches sur la carbonisation, ou dans les phénomènes de combustion et de décomposition qui se présentent dans les hauts fourneaux. »

De plus, l'analyse des gaz permet d'obtenir, avec un peu de pratique et de soin, une précision difficilement réalisable dans les analyses des corps solides. En effet, un gaz, pour une

(1) Voir *Bulletins* n^{os} 4, 5 et 6.

(2) Robert Bunsen. — *Méthodes gazométriques*. Traduit par Th. Scheider. — Masson 1858.

masse faible, présente un volume relativement énorme, si on le compare aux corps solides ou liquides les plus légers, aussi n'est-il pas rare d'arriver à des mesures opérées à quelques millièmes près sans trop de difficulté, sans emploi de balance, seulement avec quelques éprouvettes ou tubes gradués avec soin.

Sans vouloir traiter ici, dans tous ses nombreux détails, l'analyse des gaz, je me permettrai de faire précéder l'étude des grands appareils industriels d'analyse des gaz d'un aperçu sur les manipulations grâce auxquelles on a pu les établir. En allant du simple au composé, c'est la meilleure manière de rendre claire la compréhension des choses.

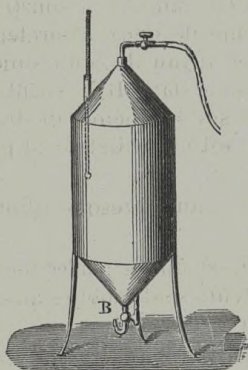


Fig. 1.

Aspirateur simple.

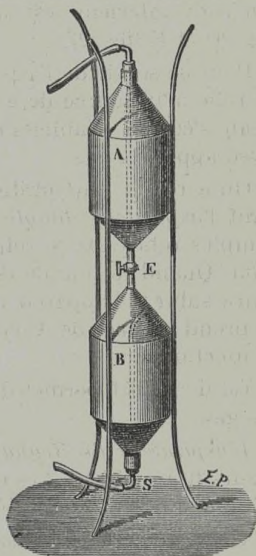


Fig. 2.

Aspirateur double.

La première opération à réaliser, dans toute analyse, est la prise d'échantillon, qui devra être effectuée avec beaucoup de soin et en se plaçant dans des conditions telles qu'elle représente la composition la plus normale de la masse gazeuse à étudier (1).

(1) G. Degaast. — L'échantillonnage en matière d'analyse industrielle.
Bulletin n° 2, page 48.

Prise d'échantillon des gaz au gueulard. — Cette prise d'échantillon devra être faite au gueulard, ou sur les conduites de gaz les plus rapprochées du gueulard, en plongeant au sein de la masse gazeuse un tube de fer, de 4 à 5 cm. de diamètre, relié à un réfrigérant à circulation rapide d'eau, à la suite duquel est placé l'aspirateur.

L'aspirateur est constitué par un corps cylindrique, en zinc, ouvert à ses extrémités sur lesquelles on adapte et soude deux cônes également en zinc. Le cône supérieur porte une tubulure permettant d'adapter un bouchon supportant le tube en relation avec le récipient contenant le gaz à aspirer. Au cône inférieur est adapté un robinet d'écoulement B (fig. 1) et E (fig. 2).

Pour se servir de l'aspirateur, on le remplit d'eau, puis on le relie à la source de gaz. Le robinet B ou E étant ouvert, l'eau s'écoule, établissant une dépression dans l'aspirateur avec appel du gaz.

On a rendu plus pratique l'aspirateur simple en construisant l'*aspirateur double* (fig. 2) formé de deux aspirateurs simples reliés par le robinet E et son tuyau de communication. Quand le liquide de A s'est écoulé dans B, il suffit de faire subir à l'appareil une rotation sur lui-même, de 180° ; B prend la place de A, et l'aspirateur est immédiatement prêt à fonctionner.

Ce dispositif permet d'aspirer un volume presque illimité de gaz.

L'*aspirateur de Regnault* (fig. 3) n'est qu'un perfectionnement du précédent. Les deux aspirateurs sont mobiles autour d'un axe fixe et creux relié à la source de gaz.

Un système de canalisations, sur l'axe et la partie des aspirateurs concentrique à cet axe, permet d'obtenir une aspiration très régulière et illimitée.

Si l'on ne dispose pas de l'un de ces appareils, il est très facile d'établir un aspirateur avec un appareil producteur de gaz de Sainte-Claire Deville, c'est-à-dire deux flacons, de grandeur variable, à tubulure latérale inférieure. Les deux flacons étant reliés par un caoutchouc à l'aide des tubulures latérales, on établit un serrage sur ce caoutchouc à l'aide d'une pince de Mohr.

L'un de ces flacons est plein d'eau, et en relation avec le

gaz à aspirer ; l'autre est vide, et placé à 0 m. 20/0 m. 30 au-dessous du précédent.

L'appareil étant ainsi disposé, on ouvre légèrement la pince de Mohr : l'eau s'écoule du flacon plein dans le vide, à cause de la différence de niveau, créant un appel de gaz qui remplit le flacon le plus élevé.

Quand toute l'eau est écoulée, on peut envoyer le gaz aspiré dans un appareil de dosage, par exemple, ou dans un gazomètre ; il suffit pour cela de déplacer les flacons. Cet appareil, très simple, peut rendre de grands services dans les cas où le transport d'objets volumineux devient difficile ou ennuyeux.

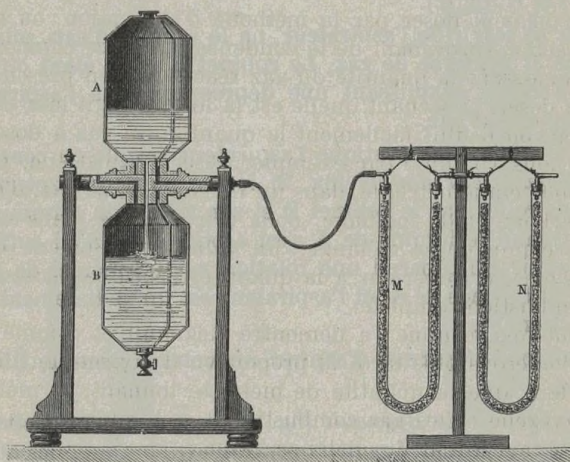


Fig. 3

Aspirateur de Regnault.

Analyse proprement dite. — On a établi (1) que les gaz du gueulard étaient composés d'oxyde de carbone : CO , d'anhydride carbonique : CO^2 , d'hydrogène : H , d'oxygène : O , d'azote : Az , d'hydrocarbures et de vapeur d'eau.

Les hydrocarbures sont classés, au point de vue analytique, en deux séries : acétyléniques et éthyléniques.

(1) *Bulletin* n° 5, page 147.

Pour séparer ces divers constituants, nous aurons recours à deux méthodes :

1^o Méthode d'absorption.

2^o Méthode eudiométrique.

Dans la *méthode d'absorption*, on utilisera la propriété qu'ont certains composés chimiques de former avec les gaz des combinaisons solubles dans les réactifs employés de telle sorte que, comme l'indique le titre de la méthode, le gaz sera absorbé. La diminution de volume de la masse gazeuse indique la quantité préexistante du gaz à doser.

La *méthode eudiométrique* repose sur ce fait que deux gaz, entrant en combinaison sous l'influence de l'étincelle électrique, sont capables de donner lieu à un composé défini, que l'on peut doser par la méthode d'absorption, ou à une contraction, provenant de la condensation de ce composé.

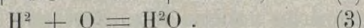
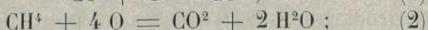
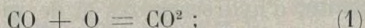
Connaissant la quantité du gaz réactif mis en présence du gaz à doser, et sachant quelle est la loi qui régit leur combinaison, on déduit facilement la quantité du gaz à doser.

Si nous voulons, par exemple, doser l'hydrogène, par la méthode eudiométrique, dans un mélange de ce gaz, d'oxyde de carbone et de méthane, nous introduirons, dans un volume connu de ce mélange, un volume également connu d'oxygène, et supérieur à la quantité théorique nécessaire à la combustion complète.

Toutefois, comme l'a démontré Regnault et comme nous le calculerons plus tard, la proportion d'oxygène ajouté doit être telle que la quantité de mélange tonnant, formé entre cet oxygène et les gaz combustibles, soit inférieure à 45 % du volume initial du mélange gazeux.

Avec un excès d'oxygène, surtout en présence d'azote, il y a oxydation et attaque du mercure donnant une erreur dans le dosage final, une partie des gaz étant utilisée à produire cette oxydation et cette attaque.

En faisant jaillir l'étincelle dans l'éprouvette eudiométrique, il y a formation d'eau et d'anhydride carbonique suivant les réactions :



La vapeur d'eau formée en se condensant amène une contraction mesurable, et le volume d'anhydride carbonique

formé est déterminé par la méthode d'absorption, à l'aide de la potasse, comme nous le verrons plus loin.

Or, dans la formation de l'anhydride carbonique par la combustion de l'oxyde de carbone, on sait qu'un volume U_1 , d'oxyde de carbone, brûlant en présence d'un volume $\frac{U_1}{2}$ d'oxygène, donne naissance à un volume U_1 d'anhydride carbonique, en créant une contraction égale à

$$U_1 + \frac{U_1}{2} - U_1 = \frac{U_1}{2}.$$

Le méthane donne de la vapeur d'eau qui se condense, et de l'anhydride carbonique qui reste dans l'eudiomètre. D'après l'équation (2), on déduit qu'un volume U_2 de méthane, brûlant dans un volume $2.U_2$ d'oxygène, donne naissance à un volume U_2 d'anhydride carbonique, avec une contraction égale à :

$$U_2 + 2 U_2 - U_2 = 2 U_2 .$$

Enfin, un volume U_3 d'hydrogène, brûlant avec un volume d'oxygène $\frac{U_3}{2}$, donne une contraction de :

$$U_3 + \frac{U_3}{2} = \frac{3}{2} U_3 .$$

Dès lors, partant de ce raisonnement, le volume initial V du mélange formé d'oxyde de carbone, de méthane et d'hydrogène sera :

$$V = U_1 + U_2 + U_3 , \quad (2)$$

qui nécessite un volume d'oxygène égal à

$$\frac{U_1}{2} + 2 U_2 + \frac{U_3}{2}$$

pour que la combustion soit complète.

Le volume total sera donc :

$$V + \frac{U_1}{2} + 2 U_2 + \frac{U_3}{2} ;$$

mais, comme

$$V = U_1 + U_2 + U_3 ,$$

l'expression du volume total devient :

$$U_1 + U_2 + U_3 + \frac{U_1}{2} + 2 U_2 + \frac{U_3}{2} = \frac{3}{2} . U_1 + 3 U_2 + \frac{3}{2} U_3 .$$

Par le passage de l'étincelle électrique dans le mélange, la contraction a lieu ; elle est égale à :

$$\Sigma = \frac{U_1}{2} + 2 U_2 + \frac{3}{2} U_3. \quad (\beta)$$

En retranchant cette valeur de la contraction de la valeur du volume total, on obtiendra celle de l'anhydride carbonique formé par la combustion de l'oxyde de carbone et du méthane.

Ce volume sera donné par :

$$W = \text{Volume total} - \text{Contraction},$$

ou :

$$W = \frac{3}{2} U_1 + 3 U_2 + \frac{3}{2} U_3 - \Sigma,$$

ou :

$$W = \frac{3}{2} U_1 + 3 U_2 + \frac{3}{2} U_3 - \left[\frac{U_1}{2} + 2 U_2 + \frac{3}{2} U_3 \right],$$

ou :

$$W : \frac{3}{2} U_1 + 3 U_2 + \frac{3}{2} U_3 - \frac{U_1}{2} - 2 U_2 - \frac{3}{2} U_3,$$

ou enfin :

$$W = U_1 + U_2. \quad (\gamma)$$

Des trois équations :

$$V = U_1 + U_2 + U_3, \quad (\alpha)$$

$$\Sigma = \frac{1}{2} U_1 + 2 U_2 + \frac{3}{2} U_3, \quad (\beta)$$

$$W = U_1 + U_2, \quad (\gamma)$$

on tire les trois inconnues U_1, U_2, U_3 .

En effet, V le volume initial est déterminé au début de l'analyse ; W , le volume d'anhydride carbonique final est mesurable par la méthode d'absorption, et Σ peut être aussi mesuré directement après le passage de l'étincelle.

En définitive, on obtient :

$$U_1 = \frac{1}{3} W + V - \frac{2}{3} \Sigma,$$

$$U_2 = \frac{2}{3} W - V + \frac{2}{3} \Sigma,$$

$$U_3 = V - W,$$

qui permettent de calculer la composition du mélange gazeux initial.

Réactions analytiques des gaz de hauts fourneaux. — Avant d'aborder l'étude de la technique analytique des gaz, il est utile de connaître leurs réactions, et en particulier celles qu'ils sont capables de donner avec des réactifs, dits absorbants, qui feront disparaître du mélange gazeux le gaz dont on désire connaître le volume.

Les gaz de hauts fourneaux sont composés d'oxyde de carbone, d'anhydride carbonique, d'oxygène, d'hydrogène, de carbures : éthyléniques, acétyléniques, méthane, et d'azote; passons en revue les réactions de ces gaz, susceptibles d'être utilisées en analyse.

Oxyde de carbone. — L'oxyde de carbone CO donne avec le chlorure cuivreux $\text{Cu}^2 \text{Cl}^2$, en solution chlorhydrique ou ammoniacale, une combinaison $\text{Cu}^2 \text{Cl}^2, 2. \text{CO}$. La dissolution obtenue, chauffée, dégage l'oxyde de carbone qu'elle avait absorbé.

Si, dans le mélange gazeux, l'oxyde de carbone existe avec de l'acétylène, on devra employer le chlorure cuivreux en solution chlorhydrique, car, avec le chlorure cuivreux, en solution ammoniacale, l'acétylène serait absorbé, comme on le verra plus loin dans l'étude des réactions de ce gaz.

Mais le chlorure cuivreux chlorhydrique laisse dégager des vapeurs d'acide chlorhydrique, dont la tension peut fausser les résultats; aussi l'absorbe-t-on par un peu de potasse.

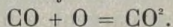
Toutefois, si l'anhydride carbonique se trouve dans le mélange gazeux, il faudra l'absorber au préalable par la potasse, avant de procéder au dosage de l'oxyde de carbone.

De même, l'oxygène, absorbé par le chlorure cuivreux, devra être dosé avant l'oxyde de carbone.

Pour absorber l'oxyde de carbone, le chlorure de palladium en dissolution, ou la solution d'azotate d'argent ammoniacal, sont utilisés dans certains cas. Avec le chlorure platinieux : Pt Cl^2 , l'oxyde de carbone se combine pour donner les composés $\text{Pt Cl}^2 \text{CO}$, $\text{Pt Cl}^2 (\text{CO})^2$, $(\text{Pt Cl}^2)^2 \text{CO}$.

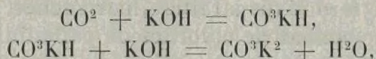
On a obtenu aussi les composés analogues $\text{Pt Br}^2 \text{CO}$, $\text{Pt I}^2 \text{CO}$, $\text{Pt Cy}^2 \text{CO}$.

L'oxyde de carbone peut aussi être dosé par la méthode eudiométrique, en se basant sur sa combustion dans l'oxygène, d'après la réaction déjà vue :

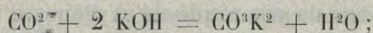


L'anhydride carbonique formé est ensuite déterminé par la méthode d'absorption.

Anhydride carbonique. — L'anhydride carbonique CO^2 donne, au contact de la potasse :



ou



comme le carbonate de potassium et l'eau formés sont, l'un solide, l'autre liquide, et de plus solubles l'un dans l'autre, on voit de suite que tout le gaz disparaît, ce qui permet son dosage.

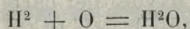
Oxygène. — L'oxygène O est absorbé par le chlorure cuivreux ammoniacal ou chlorhydrique, mais comme ce réactif agit sur d'autres gaz on préfère employer le pyrogallate de potasse qui s'oxyde en donnant quelques millièmes d'oxyde de carbone avec de l'anhydride carbonique, de l'acide acétique et des substances brunes indéterminées qui colorent le réactif rapidement en brun.

La dissolution de chlorure chromeux Cr Cl^2 est capable aussi d'absorber l'oxygène pour donner un oxychlorure $\text{Cr}^2 \text{Cl}^2 \text{O}$.

Un absorbant de l'oxygène, souvent employé, est le phosphore, qui, en s'oxydant, donne de l'anhydride phosphoreux $\text{P}^4 \text{O}^6$, et des traces d'anhydride phosphorique $\text{P}^2 \text{O}^5$, si le gaz est sec.

Si le gaz est humide, il y a formation d'acide phosphoreux $\text{PO}^2 \text{H}^1$, d'acide hypophosphorique $\text{P}^2 \text{O}^4 \text{H}^1$, par action de l'oxygène sur l'acide phosphoreux hydraté, et un peu d'acide phosphorique.

Sous l'influence de l'étincelle électrique, l'oxygène se combine rapidement à l'hydrogène pour former de la vapeur d'eau :



qui, en se condensant, détermine une contraction mesurable qui permet de calculer la quantité initiale d'oxygène.

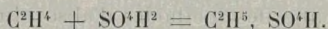
Hydrogène. — Pour doser l'hydrogène H, on a longtemps utilisé la méthode eudiométrique, déjà employée pour l'oxygène, comme il vient d'être dit.

Cependant, Colson est parvenu à mettre au point une mé-

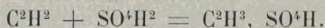
thode d'absorption de l'hydrogène en employant l'oxyde d'argent AgOH.

Le procédé Philips (1) permet aussi de doser l'hydrogène par absorption. On précipite du palladium noir sur de l'amianté, rougie et lavée à l'acide, par l'action alcaline de la soude sur une solution de chlorure de palladium ; le produit obtenu est lavé, séché, et chauffé au rouge sombre ; on fait passer le mélange de gaz résiduels et d'air sur le palladium, dans un tube en U entouré d'eau à 50°, et l'on en mesure la contraction ; dans ces conditions, l'hydrogène est complètement brûlé tandis que les hydrocarbures sont intacts.

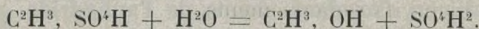
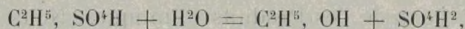
Ethylène. — L'Ethylène C^2H^4 forme avec l'acide sulfurique concentré, ou mieux avec une dissolution d'anhydride sulfurique SO^3 dans l'acide sulfurique, de l'acide éthylsulfurique :



Cependant, l'action est assez lente, et se produit également avec l'acétylène pour former l'acide acétylsulfurique :

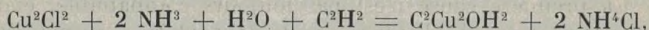


Ces deux acides : éthyl- et acétylsulfurique, traités par l'eau, donnent de l'alcool éthylique et de l'hydrate d'acétylène en régénérant l'acide sulfurique :



Acétylène. — L'acétylène C^2H^2 donne, comme on vient de le voir, avec l'acide sulfurique fumant, de l'acide acétylsulfurique.

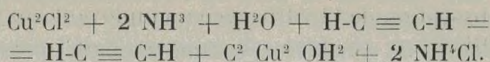
Quand on est certain de n'avoir plus que de l'acétylène à doser, en l'absence d'oxyde de carbone et d'oxygène, on emploie le chlorure de cuivre ammoniacal qui, avec l'acétylène, donne une combinaison solide d'acétylène cuivreux qui, en réalité, est un oxychlorure de cuprosacétyle au début de la réaction ; mais l'ammoniaque en excès en élimine le chlore, et l'amène à l'état d'oxyde, ou plus exactement à l'état d'hydrate de cet oxyde (2).



(1) Scranton, *Mines and Minerals*, N° 4, Novembre 1908, vol. XXIX p. 180 à 186.

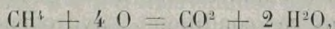
(2) Berthelot et Jungfleisch, *Chimie organique* T. 1.

ou



Méthane. — Le méthane CH^4 est dosé par combustion lente d'après la méthode de Winkler, à l'aide d'une spirale de platine chauffée sous un courant de 120 volts et 6-8 ampères, en présence de quelques brins d'amiante insérés dans le platine.

On a la réaction :



de laquelle on déduit la quantité de méthane d'après l'anhydride carbonique et la contraction résultant de cette combinaison.

Azote. — Quoique ce gaz ne soit pas chimiquement inerte on n'utilise aucune des méthodes d'absorption ou eudiométrique pour le doser ; car son absorption présenterait quelques difficultés pratiques.

On se contente de le doser par différence.

(A suivre.)

G. DEGAAST.

Nota. — Les clichés qui illustrent cet article ont été aimablement mis à notre disposition par M. Besson, *Membre honoraire* de notre Association, Ingénieur-Administrateur de la Société Centrale des Produits Chimiques. Nous lui adressons nos bien vifs remerciements.

ORGANISATION

d'un Établissement Industriel d'importance moyenne

Parmi les causes essentielles et fondamentales qui peuvent occasionner la chute et souvent la déconfiture d'un établissement, il y en a deux qui sont de nature à prévaloir sur les autres réunies : ce sont la marche des affaires et la mauvaise organisation.

La première cause n'est pas toujours combattable, étant due le plus souvent au manque de débouchés, à un mauvais emplacement, à une crise, à la concurrence, etc... et nous ne nous arrêterons qu'à la deuxième cause, qui constitue

toujours une faute de la part de l'administrateur, le plus souvent incompetent.

Il nous suffit de considérer, comme exemple, presque toutes les Maisons, aujourd'hui importantes, créées par de petits commerçants ou artisans, pour constater que leur essor est dû au moins autant à leur organisation administrative qu'à leur achalandage.

En prenant pour type un atelier de construction moyen, il y a lieu de distinguer d'abord complètement le service technique du service commercial. S'il y a deux propriétaires ou gérants, ils feront bien de se partager ces deux services, chacun choisissant celui qui émane le plus de sa compétence ; s'il n'y en a qu'un, il sera utile que celui-ci soit secondé dans l'une ou l'autre de ces deux parties, qui ne sera pas spécialement de son ressort.

Il arrive fréquemment que certaines Maisons, fabriquant plusieurs spécialités, soit par exemple des pompes et des armatures, soit de la charpente en fer et des appareils de levage, cherchent à distinguer ces différents services entre eux-mêmes, en appliquant à chacun d'eux son service commercial séparé. Cela se fait aussi dans certaines usines, dont un atelier dépend de l'autre, par exemple la fonderie et la construction, etc...

Il va sans dire que ce système porte préjudice à l'affaire, plutôt qu'elle ne lui procure un avantage, car, en morcelant pour ainsi dire un service commercial, pour le faire correspondre chaque fois à une section du service technique ou de la fabrication, on paralyse l'unité qui doit régner dans l'administration d'une Maison, et on supprime les rapports nécessaires, entre ces différents services, pour créer des travaux de double emploi, des comptabilités aussi fausses que compliquées ; on augmente ainsi les frais généraux dans des proportions considérables.

Si la fabrication générale demande une division par catégorie, pour permettre à chacun des chefs de section de ne s'occuper que de son rayon, il n'en est pas de même du service commercial. Celui-ci doit être groupé sous une seule autorité, quitte à séparer entre eux des services de second ordre, tels que rayons de ventes et d'achats par exemple, qui doivent pourtant s'agglomérer sous une seule unité dans l'ordre hiérarchique de l'administration. Une telle méthode

n'empêchera pas d'user des mêmes avantages que peuvent offrir des services commerciaux distincts, par exemple en ce qui concerne l'établissement des prix de revient par catégorie, etc..., et il suffira pour cela que le service de comptabilité y supplée, en distinguant les opérations affectées à chacun des services techniques séparés.

Le résultat sera ainsi le même, sans augmentation aucune de travail, et plus conforme encore à la vérité, car les différents comptes devront toujours concorder entre eux et avec l'ensemble. Il y aura ainsi une base, un fond, d'où partiront uniformément les services déterminés et réglés. On pourra ainsi réaliser une économie de près de 30 % sur les frais généraux.

Ces lignes principales esquissées, pénétrons dans l'intérieur de l'usine. Le gérant, qui, dans la plupart des cas, s'occupera lui-même de la partie technique, aura, si le service ou l'extension de l'affaire le demande, un ingénieur chef de ce rayon. Un atelier de dessin, sous les ordres directs de l'ingénieur, sera placé à proximité. Les études et plans faits au bureau de dessin seront revus par l'ingénieur, qui en assumera ainsi la responsabilité, et il remettra lui-même les dessins de construction à l'atelier. Ce travail d'atelier, étant plutôt d'ordre pratique, sortira un peu de sa compétence, et il s'impose alors un chef d'atelier, ou un contremaître éprouvé au genre de la fabrication. La responsabilité du travail de l'atelier ne pourra incomber que partiellement à l'ingénieur. Il ne traitera, par exemple, avec les ouvriers, qu'en dehors de leur service proprement dit, dont la surveillance relève exclusivement du contremaître. Les chauffeurs, mécaniciens, électriciens, chefs de manœuvre, etc..., dépendent du contremaître au point de vue travail et surveillance, de l'ingénieur ou du patron pour toutes autres questions.

L'ingénieur, chargé du service technique, aura surtout à porter son attention sur l'avancement de la fabrication, délais de livraison à observer, approvisionnement des matériaux, etc... Toutefois, les demandes d'acomptes, de congés, pourront, selon l'usage, être autorisées par le contremaître ou par l'ingénieur ; les demandes d'augmentations, engagements et ruptures de contrat de louage de services, devront assumer ainsi la responsabilité, et il remettra lui-même les dessins de construction à l'atelier. Ce travail d'atelier, étant

cependant être approuvées par le patron, et, en cas d'absence et d'urgence, par l'ingénieur.

Si l'importance de l'usine nécessite l'emploi de plusieurs contremaîtres, ceux-ci devront avoir chacun leur rayon bien déterminé. Ainsi, les usines qui distingueront par exemple plusieurs services techniques, comme la fonderie et la construction, ne les sépareront qu'au point de vue travail effectif et surveillance, mais la direction technique de l'ensemble sera donnée de préférence au même ingénieur compétent, qui sera chargé de la transmission des ordres du chef de l'entreprise. L'ingénieur serait cependant avantageusement remplacé par le patron lui-même, dans les usines peu importantes, et où ce dernier ne serait pas absorbé par de nombreux déplacements.

Il n'en est pas de même pour le service commercial. Si le propriétaire ou gérant n'est pas commerçant lui-même, il lui sera nécessaire de s'adjoindre un directeur commercial. Cet emploi est donné plus spécialement aux chefs de comptabilité, qui seront généralement les plus aptes à régler les différents services, en toute connaissance de cause, et ainsi pourront appliquer une méthode de travail appropriée aux besoins de la Maison, de façon à simplifier le travail, et réduire les frais, tout en conservant les services nécessaires. Le poste de chef du service commercial se voit cependant confié parfois à un employé quelconque, un chef de rayon de vente, par exemple, comme dans certaines maisons de détail, mais son incompétence, en matière de comptabilité en particulier, et en tenue de livres en général, lui enlèvera facilement l'autorité nécessaire sur cette partie la plus délicate de l'administration qu'est la comptabilité. Dans les importantes maisons, plus spécialement cependant dans les banques et assurances, ce service est dirigé par un avoué, qui se charge alors personnellement du service de contentieux, branche dont s'occupe généralement le chef de comptabilité dans les maisons moyennes, et surtout dans les usines où le contentieux n'est que d'ordre secondaire.

Si le mouvement en espèces est important, il sera bon de séparer la fonction de caissier de celle de comptable, afin de faciliter à chacun sa tâche, d'abord, et ensuite pour créer en même temps un contrôle sur la caisse, par le système bien élémentaire de ne payer que sur le visa du comptable.

qui enregistrera en même temps le double de l'opération.

Indépendamment du service de comptabilité proprement dit, il peut y avoir, selon le genre et l'importance de la maison, un service de vente, de correspondance, de statistique, etc. ; ceux-ci devront cependant être rigoureusement assujettis au contrôle de la comptabilité.

Tous les ordres et renseignements émanant du chef de l'entreprise seront transmis d'abord au chef de comptabilité qui, après en avoir pris note, les fera suivre, s'il y a lieu, au personnel le concernant.

Le système préconisé par plusieurs chefs d'entreprise, de remettre des ordres ou documents directement au personnel qui en est spécialement chargé, est des plus onéreux pour la bonne marche de l'affaire, car, tout en créant des perturbations dans les différents services, il est fréquent que les erreurs produites par ce système aient une répercussion fâcheuse sur le résultat de l'année : la comptabilité n'ayant pu enregistrer les opérations qui n'avaient pas été portées à sa connaissance ne pourra en tenir compte dans son bilan et compte rendu.

Si le chef de l'entreprise est comptable ou commerçant lui-même, il se rendra facilement compte de cet état de choses, et pourra y obvier en opérant hiérarchiquement et par ordre.

En ce qui concerne les rapports entre les services commerciaux et techniques, ceux-ci devront être assujettis à une méthode bien nette. Les commandes de matériel, par exemple, après avoir été visées par le chef de l'entreprise, seront inscrites sur un registre destiné à cet effet et sous la responsabilité de l'ingénieur ; les rappels de livraison seront faits de préférence par le service commercial. Les arrivages de marchandises seront contrôlés avec la facture en main ; les réclamations nécessaires seront faites immédiatement à l'arrivée, afin de conserver tous droits au retour, et la facture ne sera remise, visée, au service commercial, que lorsqu'elle correspondra entièrement aux fournitures commandées et livrées. Les expéditions faites seront données en note exactement au service commercial qui les enregistrera.

Les demandes d'acomptes des ouvriers, visées par le contremaître ou l'ingénieur, seront payées par le caissier, si celui-ci ne juge pas imprudent de se découvrir trop.

Le détail de la main-d'œuvre, et l'emploi du matériel sera remis au chef du service commercial par le contremaître ou l'ingénieur.

Les inventaires de fin d'année seront faits collectivement par les deux services, le résumé complet en sera remis au chef de comptabilité qui en passera écriture.

Les livres de magasin, de dépôt, de commission, de commandes, etc., seront tenus de préférence par le service commercial, et soumis à une méthode permettant à tous moments d'en extraire la situation.

Dans les maisons les mieux organisées, le chef de l'entreprise convoque tous les matins à son bureau ses différents chefs de service, et, en leur distribuant le courrier, leur donne les ordres nécessaires, tout en les tenant au courant des questions du jour, et en n'entravant pas leurs travaux.

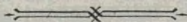
Toute correspondance importante devra être signée du patron lui-même, qui en prend légalement la responsabilité, et, en son absence, par chacun des chefs de services techniques ou commerciaux, pour certains cas collectivement.

Tout débours extraordinaire, aussi bien que toute passation susceptible d'être commentée différemment, devra être soumis à l'approbation du chef de l'entreprise.

Ainsi, tout industriel se trouvera secondé dans sa tâche, ses différents services seront assurés même pendant son absence, et, grâce à une organisation administrative bien comprise, il lui sera possible, à tous moments, d'envisager la marche réelle de son entreprise, et de combattre dès la base toute déviation préjudiciable à ses intérêts. Tout en limitant à son gré le pouvoir de son personnel directeur, il lui laissera ainsi l'initiative nécessaire à la prospérité désirée.

Il sera donc de la plus grande importance, pour chaque usine, d'avoir à sa tête, avant tout, un bon administrateur.

E. SCHIRCH.



Intermédiaire Professionnel

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.

Les membres titulaires de l'Association ont, seuls, droit de réponse à ces offres, par l'intermédiaire du Président.

DEMANDES D'EMPLOIS

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

BIBLIOGRAPHIE

Histoire du développement de la chimie depuis Lavoisier jusqu'à nos jours, par A. Ladenbourg, professeur à l'Université de Berlin, traduit par A. Corvisy, Hermann, éditeur, Paris. Prix : 15 francs.

On y verra mentionnés fréquemment par le professeur allemand, les noms de Lavoisier, Berthollet, Gay-Lussac, Cahours, Dulong, Dumas, Ampère, Berthelot, Pasteur, Würtz, Friedel et bien d'autres ; c'est là un hommage, bien désintéressé pourtant, rendu à la science française.

Die electrischen Eigenschaften und die Bedeutung des Selens für die Electrotechnik, par le Dr Chr. Ries. 1 vol. illustré de 90 p., publié par le journal *Der Mechaniker*. Berlin, Nikolassée, 2, Normannstrasse. Prix : 3 marks.

Dans cette brochure, la question de sélénium est particulièrement étudiée au point de vue de l'utilisation qui peut en être faite en thermoélectricité et en photoélectricité.

Cours de ponts métalliques, par Résal. Tome I^{er}. Béran-ger, éditeur. Prix : 20 francs.

Il suffit que le nom de l'ingénieur du pont Alexandre soit attaché à un tel ouvrage pour que son succès soit assuré.

Flüssige und scheinbar lebende Kristalle, par le Dr O. Lehmann, de Karlsruhe. — *Flüssige Kristalle, Myelinfor-men und Muskelkraft*, par O. Lehmann. 2 brochures, chez Vieweg und Sohn, à Braunschweig (Allemagne).

La belle découverte des cristaux liquides due à M. Leh-mann a confirmé l'hypothèse de la division des corps entre ceux qui sont cristallisés et ceux qui ne le sont pas. C'est là une classification appelée à supplanter la distinction habi-tuelle des trois états de la matière.

To the Top of the Continent ; Discovery, Exploration and Adventure in Sub-Artic Alaska; the First Ascent of Mount Mac-Kinley, 1905-1906. By Frederick A. Cook. Londres : Hotter et Stoughton.

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVETS D'INVENTION

Électricité

N° 397.202

Perfectionnement aux transformateurs destinés à faire fonctionner les appareils électriques à vapeur de mercure et autres.

Cette invention comprend un transformateur de courant alternatif pour faire fonctionner les appareils à vapeur de mercure ou autres, présentant comme particularités distinc-tives :

1° L'aménagement de chemins de fuites, de réluctance magnétique différente pour les enroulements primaires et secondaires, de manière à donner de l'impédance au circuit primaire et de l'inductance au circuit secondaire, à l'effet de maintenir et régler le courant rectifié par le transformateur lui-même ;

2° La disposition de l'enroulement secondaire du transformateur pour former deux circuits secondaires traversés alternativement par des courants de même direction avec un chemin de fuite magnétique comme pour les circuits ;

3° L'introduction de masses de matières magnétisables entre les bobines du transformateur, de manière à former des chemins de fuite de faible réluctance pour l'enroulement secondaire et de réluctance plus élevée pour l'enroulement primaire.

Machines

N° 397.219.

Moteur thermo-explosif

Les principales caractéristiques du moteur thermo-explosif sont :

1° De travailler non seulement avec la force explosive de la benzine (ou de tous les hydrocarbures), mais encore avec la force expansive de ces vapeurs de benzine, ou tout autre hydrocarbure, dues à la chaleur des explosions ;

2° D'avoir une carburation parfaite qui se fait avec l'air chaud qui circule dans la chemise des cylindres et la vapeur de benzine (ou tout autre hydrocarbure) ;

3° De pouvoir régler l'admission du mélange tonnant afin d'obtenir un rendement maximum dans le moteur qui est toujours prêt à partir ;

4° De n'avoir aucun système de refroidissement car la chaleur du moteur reste constante ;

5° D'augmenter la vitesse et de changer le sens de la marche par le simple effet d'une commande directe montée sur le moteur ;

6° D'obtenir le maximum d'économie dans la consommation de la benzine (ou tout autre hydrocarbure) avec une

simplicité absolue du mécanisme, supprimant l'appareil de refroidissement et le carburateur ;

7° Ce moteur qui est thermo-explosif, devient ainsi économique, souple et léger.

Marine et Navigation

N° 397 228.

Perfectionnement dans la construction des navires et autres corps ou appareils flottants en béton armé.

Dans les parois des navires ou autres flottants construits en béton armé, des compartiments étanches accessibles aux ouvriers et munis de diaphragmes en béton armé faits à jour, de façon à permettre le passage d'une personne à travers les diaphragmes.

VISITES ET CONFÉRENCES

PROGRAMME DE JUIN 1909

SOCIÉTÉ DES ÉLÈVES ET ANCIENS ÉLÈVES
du
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS-ET-MÉTIERS

Dimanche 20 Juin, à 9 heures du matin

**Visite des Chantiers de Construction d'un Edifice
en béton armé**

(Battage des pieux)

sous la direction de M. G. MERCIER, architecte

Rendez-vous : Rue Beethoven, à 8 h. 50.

Métro : Trocadéro.

ASSOCIATION DES ÉLÈVES
des
LABORATOIRES BOURBOUZE

58-60, Rue Saint-Antoine, Paris (IV^e).

Dimanche 6 Juin, à 2 heures de l'après-midi
**Visite de la Roseraie de l'Hay et des Etablissements
horticoles Nombrot-Bruneau**
sous la Direction de M. LELIÈVRE, Professeur d'arboriculture.

*Rendez-vous : Gare de Bourg-la-Reine, à 1 h. 1/2 très précises. Départ : Paris-
Denfert-Rochereau à 1 heure,*

Jeudi 10 Juin, à 8 heures 1/2 du soir,
aux Laboratoires Bourbouze. 58-60 rue Saint-Antoine.

“ La Téléphonie sans fil ”

Conférence avec expériences et projections, par M. ARMAGNAT,
Ingénieur-Électricien, Membre du Conseil d'Administration
de la Société des Laboratoires Bourbouze.

Dimanche 20 Juin
**Excursion Botanique et Photographique dans
la Forêt de Montmorency**

avec le concours, pour la partie botanique, de
M. Paul BECQUEREL, Docteur ès-sciences naturelles.

Prix de l'excursion, comprenant voyage et déjeuner, 4 fr. 75.
(Le déjeuner aura lieu au Restaurant Vasseur “ Hôtel de la Paix ” à Domont).

*Rendez-vous : 7 h. 1/2 très précises. Gare de l'Est, trottoir extérieur.
Envoyer adhésions avant le 15 Juin dernier délai, à M. Richy, Secrétaire général
161, Rue Lecourbe. Paris 15^e.*

Jeudi 24 Juin, à 5 heures de l'après-midi
Visite de l'Usine de la Société Française des Ornements
en Zinc, Tôle et Plomb.

52, Boulevard Richard Lenoir (Métro Bréguet-Sabin)

Rendez-vous : 5 h. moins 1/4 devant l'Usine.

L'origine du nombre π

La lettre π , qui désigne comme l'on sait le nombre 3,14159..., n'est autre que l'initiale de $\pi\epsilon\rho\iota\mu\epsilon\rho\epsilon\iota\alpha$ ou de $\pi\epsilon\rho\iota\mu\epsilon\tau\rho\epsilon\varsigma$; mais cette notation est d'origine mal déterminée, à peine croit-on qu'elle remonte au XVII^e siècle.

On peut lire dans l'ouvrage d'Oughtred : *The key of the Mathematics*, publié à Londres en 1647, le passage suivant :

if in a circle 7. 22 :: $\delta. \pi$:: 113.355 it shal be $\delta. \pi$:: 2 R P :
and $\delta. \pi$:: Rq. circl. and $\pi. \delta$:: $\frac{1}{4}$ Pq. circl. etc.

On lit encore dans le livre *Isaaci Barrow-Mathematicæ lectiones habitæ in scholis publicis Academiæ Cantabrigiæ*. Londini, typis I. Playford, a. 1684 :

« Circulus æquetur dimidro rectangulo ex circumferentia et radio,... Hoc est, posito (ut semper posthac) circumferentiam vocari π , et radium R (vel r) et diametrum δ (vel D)

$$\Theta = \frac{r. \pi}{2} = \frac{\delta. \pi}{4} \quad ».$$

Dans la *Synopsis Palmariorum Matheseos*, publiée à Londres en 1706, William Jones employa la lettre π .

Plus tard, Jean Bernouilli désigna ce nombre par c ; puis Euler se servit un moment de la lettre p . Ch. Goldback employa π à nouveau en 1742.

Depuis la publication de l'*Analyse* d'Euler, l'usage de ce symbole est général.

Le Gérant . E. DELAUPE.

Paris. — Imp. Stemmer, 175, Rue Saint-Honoré.

ASSEMBLÉE DU 11 JUIN 1909

La Séance est ouverte à 9 heures sous la présidence de M. BOULLIE.

M. BOULLIE adresse une allocution au cours de laquelle il rend compte de la marche de l'Association durant ces derniers temps, et fait appel aux Sociétaires pour la rédaction du Bulletin mensuel.

M. LECOINTRE, Géologue, Professeur à l'Association Philotechnique, développe ensuite un "Essai de Physiologie tellurique", dont, en raison de l'intérêt, une étude sera insérée au Bulletin. Une série de projections illustrent cette belle conférence.

M. BOULLIE remercie vivement M. LECOINTRE d'avoir bien voulu détourner une soirée de ses occupations pour venir nous apporter une collaboration que chacun compte bien retrouver un jour.

La Séance est levée à 11 heures.

LE COMITÉ.

VISITES ET CONFÉRENCES

PROGRAMME DE JUILLET 1909

SOCIÉTÉ DES ÉLÈVES ET ANCIENS ÉLÈVES
du
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS-ET-MÉTIERS

Dimanche 18 Juillet

Visites au Champs-de-Mars,
sous la direction de M. G. MERCIER, architecte

à 8 h. 30, la Galerie des Machines

Rendez-vous à 8 h. 15 en face l'entrée principale de l'Ecole Militaire.

à 9 h. 30 les Sous-sols de la Tour Eiffel

Rendez-vous à 9 h. 15 pilier ouest.

à 11 heures Visite de Chantier, Boulevard Delessert
Planchers en béton armée (Colfrages, ferrailage, coulage)

Rendez-vous à 10 h. 45, escalier rue Beethoven.

Jeudi 22 Juillet, à 2 heures

Visite des Usines de GRÈS FLAMMÉS de MM. Gentil et Bourdet
sous la direction de M. CENTIL, Céramiste.

Rendez-vous à 1 h. 45 à Billancourt. 189, rue du Vieux-Pont-de-Sèvres.

Tramway ; Louvre-Versailles.

(Voir d'autre part le programme des anciens Élèves des Laboratoires Bourbouze).

RECOUVREMENT DES COTISATIONS

Le Comité invite MM. les Sociétaires à adresser dès maintenant leurs cotisations (6 fr.) pour l'année 1909-1910, à M. **Giret**, 9, Rue de Chalagny, XII^e. Passé le 1^{er} Octobre, il leur sera présenté un recouvrement par la poste.

ERRATA DU BULLETIN N° 8

Page 239, 25^e ligne, lire : Toutefois, comme l'a démontré Regnault et comme nous le calculerons plus tard, la proportion d'oxygène ajouté doit être telle que la quantité de mélange tonnant, formé entre cet oxygène et l'hydrogène combustible, ne dépasse pas 45 % du gaz total; ce gaz total comprenant l'oxygène qu'on vient d'ajouter pour la combustion et représentant la masse gazeuse même au sein de laquelle l'étincelle va jaillir (M. Lh. Schloesing fils).

Page 241, 3^e ligne; lire :

$$\Sigma = \frac{U_1}{2} + 2 U_2 + \frac{3}{2} U_3. \quad (\beta)$$

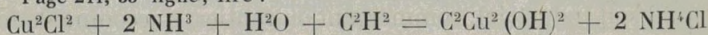
Page 241, 15^e ligne; lire :

W = au lieu de W :

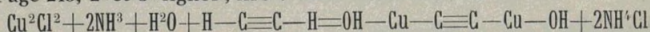
Page 243, 24^e ligne; lire :

d'anhydride phosphorique au lieu d'anhydride phosphorique

Page 244, 35^e ligne; lire :



Page 245, 2^e et 3^e lignes; lire :



L'Art de Batir au XX^e Siècle

UNE MAISON DE TREIZE ÉTAGES A PARIS

Quoique la hauteur des immeubles de la capitale soit soumise à une réglementation sévère, sous le contrôle d'une Administration pointilleuse, il n'en est pas moins possible d'élever, en plein Paris, des constructions qui rappellent, par leur importance, les proportions des édifices américains.

Le procédé est très simple : les gabarits étant parfaitement définis et immuables, au-dessus du sol, il suffit d'enterrer, loin de la lumière et du plein air, les étages auxquels la voirie refuse le droit au soleil.

Mais alors, combien devient complexe le rôle de l'architecte : primitivement artiste et constructeur, puis homme de loi, devenu en outre comptable et financier, en raison de la nécessité de plus en plus pressante de tirer le meilleur parti possible des capitaux engagés par son client, le voilà passé ingénieur. Tout en envisageant l'exécution matérielle de tels projets, il doit en effet se préoccuper d'y assurer un bien-être et une hygiène irréprochables ; c'est ainsi que la ventilation parfaite de ces locaux en sous-sols, l'élimination des eaux usées, recueillies bien au-dessous du radier de l'égout public, la distribution d'eau, en raison des pressions inaccoutumées des canalisations dans les étages inférieurs, le chauffage, l'éclairage, etc., etc., deviennent autant de problèmes délicats, auxquels viennent s'adjoindre, en outre, la complexité des procédés modernes de la construction même : l'utilisation du béton armé, concurremment avec l'acier et la pierre, les progrès toujours croissants de la science, dont le locataire, qu'il soit industriel, commerçant ou rentier, s'accommode fort rapidement des applications que peut en trouver le constructeur.

Nous allons visiter ensemble une de ces grandes maisons modernes, comme il s'en construit de plus en plus de nos jours, et qui n'a pas demandé moins de deux années pour être menée à bonne fin. Il s'agit des locaux, tout récemment terminés, appartenant à MM. L. et C. Hardtmuth, et situés au n° 6 de la rue de Hanovre.

Cet immeuble, d'une surface relativement réduite, 500 m. q. environ, entièrement construit en béton armé, compte quatre étages de sous-sols de 3 m. de hauteur, un rez-de-chaussée de 3 m. 50, un entresol, et 7 autres étages de 3 m. 30 sous plafond; soit en tout 13 planchers.

Il a vue, en façade, sur la rue de Hanovre, sur les cours voisines par les jours de souffrance, et se trouve agrémenté en son centre d'une jolie cour octogonale, assurant une ventilation excellente, et un éclairage parfait des différents étages.

Les points d'appui, très judicieusement répartis, les uns autour de la cour centrale, les autres au long des mitoyens, ont permis à M. Bocage, qui est l'habile architecte de cet ouvrage, d'obtenir de vastes locaux, transformables et divisibles au gré des occupants, tous industriels, commerçants ou financiers, dont les exigences très variées sont intimement liées aux nécessités professionnelles.

Les quatorze piles du centre descendent seules les 4 sous-sols; les 24 autres, évitant toute charge aux murs mitoyens, sont assises sur les têtes des puits en béton du sous-cœuvre, arasés au niveau du dallage du premier sous-sol, constituant ainsi une énorme carcasse en ciment armé, totalement indépendante des constructions voisines.

Devant la grosse difficulté qui se présentait, de maintenir habités, pendant la construction, une grande partie des lieux qu'occupaient les propriétaires, M. Bocage fut contraint de fouiller les 13 mètres de profondeur au-dessous des locaux occupés.

Les travaux préparatoires, indispensables à exécuter avant le commencement de ces terrassements, consistèrent à consolider, et à reprendre en sous-cœuvre, les murs mitoyens; on y parvint au moyen des puits en béton de ciment déjà cités descendus du sol primitif des anciennes caves jusqu'au niveau définitif du dernier sous-sol; puis on étaya la partie de bâtiment à conserver provisoirement, à l'aide des organes mêmes de la construction nouvelle: on descendit jusqu'à la

profondeur à fouiller les poteaux de béton armé, sur lesquels devait 6 mois plus tard s'asseoir l'édifice.

C'est à partir de ce moment que le chantier se montre au grand jour : on démolit la partie de l'ancienne construction inoccupée, on fouille les 13 mètres demandés, tout en aveuglant avec une solide maçonnerie de meulière, au fur et à mesure de la descente, les parties de fondation des mitoyens laissés vides entre les puits, puis on étançonne solidement ces murs de soulèvement à l'aide de nombreuses batteries de contre-fiches.

C'est dans ces conditions, très difficiles, que fut exécutée, en 144 jours, la première partie du bâtiment, comprenant 3 planchers au-dessous de l'ancienne construction, 4 dans sa hauteur et 6 au-dessus.

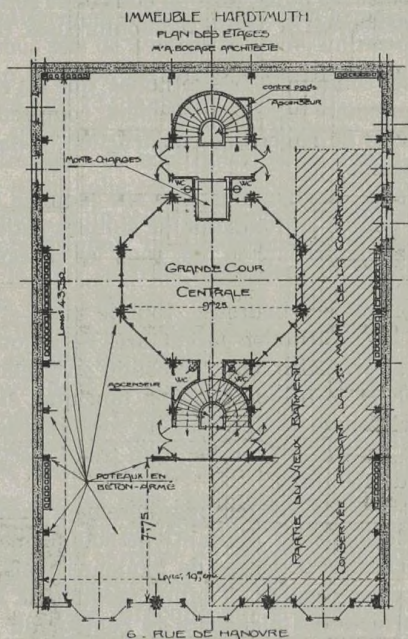
Le sol sableux, excellente assiette sur laquelle on se trouvait, permit l'emploi en fondation de simples patins, dont les plus grands atteignirent 2 m. 86, sous les poteaux les plus chargés (162 tonnes).

Par une coïncidence heureuse, tout le sable et le gravier nécessaires à la construction furent tirés de la fouille même. Le ciment, à sa livraison, était descendu au gâchoir, installé au 4^e sous-sol, et le béton, une fois fabriqué, était élevé à l'aide de la classique sapine (qui ne mesura pas moins de 42 m. à la fin du travail), munie d'un treuil électrique et de deux bennes de 150 litres.

Les planchers se succédèrent régulièrement jusqu'à la hauteur du rez-de-chaussée, divisant méthodiquement ce gros cube en tranches de 3 mètres de hauteur ; mais, arrivé au niveau des locaux occupés, il fallut modifier la tactique, et arrêter les surfaces des planchers au contour du vieux bâtiment ; on passa en outre, et non sans mal, au travers des vieux pans de bois, les différents poteaux nécessaires par la suite, et qui furent coulés à l'aide de vastes cheminées en volige, disposées de façon à ne gêner aucunement le commerce de la maison Hardtmuth, tout en permettant aux hommes du chantier de poursuivre leur travail. C'est de ces points d'appui qu'on partit, une fois parvenu au-dessus du vieux bâtiment, pour reprendre en grand le coulage des planchers, sur toute la surface de l'immeuble.

Pour effectuer la seconde partie, on procéda, après étalement convenable de la façade, à la démolition de la partie

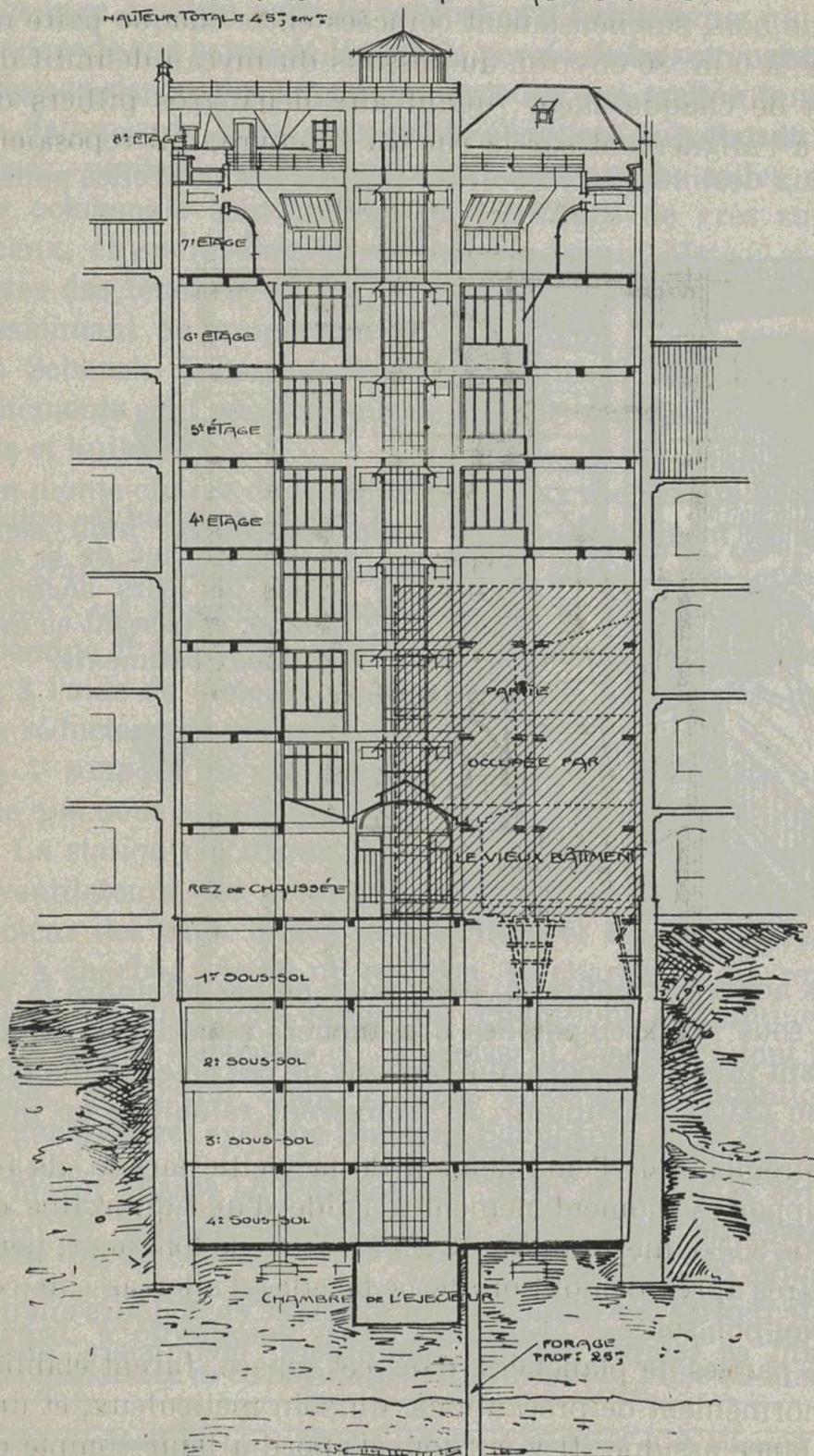
conservée du vieux bâtiment ; les poteaux en béton armé se trouvèrent alors isolés sur une hauteur de 5 étages. Pour éviter leur flambement, on les étançonna à l'aide de solides pièces de bois, soigneusement coincées entre chaque paire de poteaux, à 0 m. 80 environ au-dessous du niveau définitif du parquet de chaque étage ; quant aux deux gros piliers de droite, à l'alignement sur la rue du Hanovre, qui reposaient



provisoirement sur l'entablement de la vieille façade, ils furent supportés momentanément à l'aide d'une quinzaine de sapins de 30/30, mesurant de 12 à 14 mètres de longueur, pour permettre, après démolition de la façade, d'aller asseoir ces piliers au bon sol.

Les 5 parties de planchers, dans cet espace, furent établies avec énormément de précautions, un soin méticuleux, et une surveillance assidue. Il y eut tout d'abord à tenir compte de l'absence d'encastrement théorique des poutres, qui prend une

COUPE SCHEMATIQUE
SUR LE PETIT AXE DE LA CONSTRUCTION
HAUTEUR TOTALE 45,5 env.



si large part dans le calcul économique du béton armé, et sur lequel les ingénieurs, MM. Perret Frères, avaient compté dans tout le reste de la construction ; ils durent donc ajouter, outre un supplément d'acier à la traction dans les poutres et les filets, des ancrs en quantité suffisante, autour des poteaux, afin d'assurer un lien parfait de la reprise ; puis, il fallut refouiller avec un grand soin les parties de poteaux destinées à recevoir les portées des nouvelles poutres,



Croquis montrant les poteaux de béton armé de la cour, munis de leurs ancrs en attente, et passant en avant des vieux bâtiments.

et des nouveaux poitrails, juste pour ne pas atteindre la rupture, sous l'écrasement des 6 planchers supérieurs, rupture d'autant plus à craindre que certains de ces poteaux, de faible section (35/35 maximum), se trouvèrent refouillés au même niveau sur leurs quatre faces (1).

Après 21 jours de prise, les poteaux de façade furent débarrassés de leurs étais, préalablement décalés, et laissés 48 heures en observation.

Cette reprise des planchers fut exécutée en 45 jours environ ; pendant ce temps, maçons, plombiers, menuisiers, électri-

(1) L'emploi de la barbotine de ciment nous fut aussi un auxiliaire précieux dans l'exécution de cette reprise, je la recommande fortement en pareil cas à mes confrères conducteurs (voir à ce sujet la note parue dans l'Architecture 1907).

ciens, décorateurs, mécaniciens, etc., se mettaient à l'œuvre, et rendaient habitable le grand squelette qu'ils transformèrent en ce palais commercial que nous admirons aujourd'hui, où le luxe rivalise avec le confort et l'hygiène.

La façade sur la rue de Hanovre, percée de larges ouvertures au-dessus de ces trois grandes arcades, est traitée toute en grès flammés de Bigot, par petits éléments polygonaux juxtaposés, véritable revêtement de béton armé ; celles de la cour octogonale sont traitées en pastillage de grès sur les poteaux, et en revêtement de faïence (genre Métro) sur les allèges des fenêtres. Quant au grand vestibule d'entrée, impressionnant de proportion et de couleur, il est revêtu de grès Schenck, à base de kaolin émaillé à 1.200°. Tous ces revêtements sont posés à bain de ciment, soigneusement jointoyés et huilés.

Un monte-charge de 1.000 kilos et deux ascenseurs de 4 personnes, dont un descend au 4^e sous-sol, assurent, avec les deux grands escaliers, le service facile et rapide de tout l'immeuble ; ces appareils, système Lecoq et Mathieu, à cabine suspendue et équilibrée sont mus et commandés par l'électricité, à l'aide de moteurs Sautter et Harlé, appropriés, munis d'un réducteur de vitesse à vis sans fin.

Le 4^e sous-sol est occupé par l'usine de l'immeuble ; cette usine que nous allons examiner en détail comprend :

La station électrique, avec sa batterie d'accumulateurs, les ventilateurs, les pompes hydrauliques et pneumatiques, l'éjecteur des eaux usées, le calorifère et ses chaudières, la soute à charbon, de 90 m³ environ, se chargeant du rez-de-chaussée, et un grand atelier de réparations mécaniques ;

La station électrique (1), fournissant l'énergie à tout l'immeuble, comprend deux groupes électrogènes identiques, avec génératrices système Siémons-Schückert, de 20 kilowats, excitation schunt, 4 pôles, fournissant, à la vitesse de 1.300 tours-minute, le courant continu à voltage variable, pour marche directe sous 110 v., et charge des accus avec survolteur sous 160 ; moteur gaz pauvre (2), 30 HP, système Kynoch-Forward, à circulation d'eau, allumage magnéto, distribution commandée avec régulateur d'admission, mise en marche

(1) Installée par MM. Tournié et Martine, ingénieurs électriciens.

(2) Fourni par distillation de l'anthracite anglais.

automatique par l'essence, chaque groupe monté sur une dalle en béton armé de l'antitrépidateur Antony Prache avec amortisseurs en caoutchouc ; les oscillations longitudinales de ces deux dalles sont reçues par 4 butoirs en caoutchouc placés 2 à 2 à chaque extrémité, et qui sont calés sur deux poutres en béton armé de 0,70 de largeur couchées sur le flanc, et affleurant le dallage de l'usine.

Ces deux poutres de butée, reliées entre elles par deux tirants en fondation, constituent un cadre monolithe, parfaitement indépendant de la maçonnerie de l'immeuble, afin de ne lui transmettre aucune vibration.

L'échappement des gaz des moteurs, quant aux détonations et à leur expulsion, a donné lieu aussi à une étude très sérieuse de la question ; la solution adoptée a été celle offerte par les amortisseurs Chevallet, dont le montage est le suivant :

Les échappements des moteurs, reliés par tubes souples aux pots, comportent un système de raréfaction par le froid (après lavage) des gaz brûlés, qui passent dans chaque unité d'amortisseur, formée de 7 cellules à parois perforées, dans lesquelles circule l'eau froide, et qui sont expulsés à l'aide d'un conduit spécial, allant les perdre au-dessus du 8^e étage.

La distribution de l'énergie électrique est complétée par une batterie de 62 éléments d'accus, de 500 *a. h.*, qui peut être interposée facultativement dans le circuit.

Les lignes comprennent deux réseaux bien distincts :

1^o Le réseau de force à 2 câbles (110 V) ;

2^o Le réseau de lumière à 2 câbles (110 V).

Les câbles principaux aboutissent à des grilles placées dans les sous-sols, et qui sont disposées pour recevoir, le cas échéant, la distribution à 5 fils du secteurs Popp.

Voilà pour la station électrique ; passons à la *station hydraulique*.

La dépense en eau, pour un tel immeuble, étant très importante, M. Bocage a dû envisager la possibilité d'élever l'eau d'une nappe souterraine, afin de ne point être tributaire de la Compagnie pour la distribution de l'eau de rivière. Il suffisait, en effet, d'effectuer un forage d'une profondeur convenable, et d'installer des pompes et des réservoirs.

Ne voulant pas charger ses combles, et désireux de ne pas

embarrasser une partie de son étage le plus élevé, M. Bocache songea aux appareils d'élévation d'eau par l'air comprimé. Il s'adressa, pour cette fourniture, à MM. Henry Frères, ingénieurs-constructeurs, spécialistes en la matière, et dont la marche parfaite des appareils a été depuis longtemps appréciée.

G. MERCIER.

(A Suivre)

L'UTILISATION DES GAZ DE HAUTS FOURNEAUX

(Suite 1)

ANALYSE DES GAZ (Technique de l'Analyse)

Après avoir envisagé la question de l'analyse des gaz sous une forme théorique et purement chimique, nécessaire cependant pour la compréhension de ce qui va suivre, il ne reste plus qu'à établir quel est, en quelque sorte, le mode opératoire d'une analyse d'un mélange gazeux et en particulier d'une analyse de gaz de hauts fourneaux.

Quand il s'agit de traiter une question d'ordre technique, expérimental, où tout dépend, dans une certaine mesure, plus de la valeur personnelle de l'opérateur que des appareils eux-mêmes, je crois que ce n'est pas faire œuvre ni de copiste et encore moins de plagiaire que de se rapporter et même citer les expériences d'hommes et de savants dont la valeur scientifique et expérimentale est incontestablement établie.

Il est des livres comme des hommes, les plus sincères survivent toujours moralement ; les idées qu'ils exposent, les documents qu'ils fournissent font qu'en tout temps, celui qui les comprend, les approfondit, aime à les avoir près de lui. Des siècles ont passé ; les vérités d'Euclide, Pythagore, Archimède, président encore à nos raisonnements modernes.

Le proverbial « Livre de chevet » n'est pas un mythe, chacun suivant ses idées, sa conception, le possède et volontiers

(1) Voir *Bulletins* nos 4, 5, 6 et 8.

le consulte quand tel point lui échappe, tel événement le prive de son énergie morale.

En matière de science, plus que dans tout autre milieu, il est utile de posséder certains ouvrages conçus par des cerveaux de savants, mais aussi d'hommes véritablement hommes, scrupuleux jusqu'à la perfection dans les résultats obtenus, sincères jusqu'à la vérité pure.

Les plus grands esprits, au plus fort de leur gloire, de leur apothéose, ont reconnu ce besoin de vérité et de sincérité dans le travail.

N'est-ce pas une joie que d'entendre, par la bouche de Faust arrivé au terme d'une vie de jouissance et de désirs insoumis, ce que Goethe lui-même a pensé et senti :

« O Nature, que ne suis-je un homme devant toi, rien qu'un homme ! cela vaudrait alors la peine d'être homme » (1).

Le Scientifique, toujours en arrêt devant un phénomène nouveau, n'est-il pas obligé de rester homme ? Le modernisme actuel influe évidemment sur tout, même la Science ; on s'en rend compte à la lecture des ouvrages dont l'esprit général dépend plus d'une collectivité que d'une personnalité. Bien peu possèdent encore cette teinte de philosophie dont étaient empreints ceux mis au jour il y a quelques dizaines d'années.

Pour n'en citer qu'un, prenons un ouvrage intéressant pour le sujet présent ; il est intitulé : *Méthodes gazométriques* son auteur a pour nom R. Bunsen. Chaque page révèle avec quel soin minutieux ont été établis les résultats annoncés, avec quel amour de la Science l'auteur a cherché à rendre applicable une méthode d'analyse toute entière à créer, à l'époque où l'ouvrage a été écrit. Après avoir parcouru un tel livre, le lecteur a entière confiance en ce qu'il renferme. Les opérations à effectuer deviennent pour lui plus simples, il s'enhardit dans ses recherches, certain qu'il saura toujours où se renseigner dans les cas difficiles.

Le champ de la Science est si vaste qu'on est obligé de s'en-tourer d'ouvrages les plus documentés quand on aborde un sujet particulier comme l'est celui de l'analyse des gaz. Aux

(1) Stund' ich, Natur! vor dir ein Marn allein !

Da wär's der Mühe werth ein Mensch zu seyn.

(Le Faust de Goethe — Traduction de Henri Blaze. - Paris, 6^e édition Charpentier 1853 — pages 13 et 497).

quelques emprunts faits aux ouvrages de Bunsen (1) et d'Ogier (2), j'ai joint les nombreux conseils reçus, au cours de Chimie agricole, de M. Th. Schlœsing fils.

Les gaz des hauts fourneaux se composent éomme nous l'avons vu (3) : de vapeur d'eau, d'anhydride carbonique, d'oxyde de carbone, d'oxygène et d'azote.

Pour en faire l'analyse on utilise les deux méthodes : par absorption et eudiométrique. La vapeur d'eau, l'anhydride carbonique, l'oxyde de carbone, l'oxygène sont dosés par la méthode d'absorption. L'hydrogène et les hydrocarbures sont dosés par la méthode eudiométrique, l'azote étant calculé par différence. Toutefois les deux méthodes sont applicables pour les hydrocarbures suivant que l'on désire en connaître la totalité ou les séparer d'après leur constitution chimique.

Ces différentes opérations nécessitent l'emploi des réactifs suivants :

Chlorure de calcium fondu destiné à absorber la vapeur d'eau ;

Potasse destinée à absorber l'anhydride carbonique ;

Pyrogallate de potasse destiné à absorber l'oxygène ;

Acide sulfurique fumant et eau de brome ou brome pur destinés à absorber les hydrocarbures par la méthode d'absorption ;

Chlorure cuivreux acide destiné à absorber l'oxyde de carbone ;

Hydrogène, oxygène purs pour déterminer la combustion de l'hydrogène et des hydrocarbures ;

dont la préparation va être indiquée.

Chlorure de calcium fondu. — On l'obtient en décomposant le carbonate de chaux pur, du marbre, par exemple, par l'acide chlorhydrique :

La dissolution obtenue est concentrée ; par refroidissement elle laisse déposer des rhomboèdres de composition $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, déliquescents, qui chauffés fondent dans leur eau de cristallisation puis perdent 4 molécules d'eau vers 200° en donnant une masse poreuse employée couramment pour dessécher les gaz. Toutefois, au point de vue analytique, il est

(1) R. Bunsen. — Méthodes gazométriques (Masson - 1858).

(2) Ogier. *Analyse des Gaz.* (Encyclopédie chimique de Frémy).

(3) *Bulletin* n° 5.

préférable de préparer le chlorure anhydre en chauffant plus haut ; à 720° la fusion ignée se produit et le chlorure peut être coulé sur une surface plane, il se solidifie en plaques blanches à cassure cristalline ne présentant pas la structure poreuse du chlorure à 2 molécules d'eau et par suite n'introduisant pas, lors de son emploi, de gaz étrangers dans le mélange gazeux à étudier.

La tension de vapeur du chlorure anhydre est nulle, c'est ce qui explique son affinité pour la vapeur d'eau. Même les tensions de vapeur des dissolutions sont assez faibles à la température de 15° et la solution saturée a une tension égale aux 35/100 de l'eau pure, aussi le sel est-il très déliquescent car ce degré hygrométrique de l'air dans nos climats est toujours bien supérieur à 35/100. (1)

Potasse. — La potasse est employée à l'état solide ou à l'état de solution concentrée préparée en dissolvant une partie de potasse caustique dans deux parties d'eau. Cette solution peut absorber 40 fois son volume d'anhydride carbonique gazeux.

Bunsen (2) préconise l'emploi de réactifs solides obtenus soit en fondant ces réactifs purs et coulant dans un moule à balles de pistolet ou en imprégnant du réactif liquide choisi de petites balles de coke préparées en chauffant au rouge vif, dans un moule, un mélange de coke en poudre et de charbon bitumineux.

Les balles ou fragments de potasse fondue doivent être au préalable plongés dans l'eau distillée qui remplit les petites cavités de la surface, ce qui évite l'introduction de gaz étrangers dans le mélange gazeux. De plus, cette hydratation empêche la formation d'une croûte superficielle de carbonate de potasse donnant lieu à une gaine protectrice capable d'entraver l'action du réactif.

Pyrogallate de potasse. — On obtient une solution de pyrogalliol convenable pour l'absorption de l'oxygène en dissolvant 15 gr. dans 50 cm³ et mélangeant cette solution avec 250 cm³ d'une lessive de potasse caustique contenant, comme celle utilisée pour l'absorption de l'anhydride carbonique, une partie de potasse pour deux parties d'eau. La solution

(1) Le Chatelier — Cours de Chimie, 2^e fascicule (1908), page 71.

(2) Bunsen *loc. cit.*

ainsi préparée peut absorber de 2 à 2,5 volumes d'oxygène et agit assez rapidement pour une température d'environ 20°.

Le *Phosphore* blanc est aussi employé pour absorber l'oxygène sous formes de bâtonnets dont les extrémités sont taillées en pointe et la surface grattée afin de faire disparaître les aspérités ou les creux dans lesquels se logent de petites bulles d'air qui seraient introduites inutilement dans le mélange gazeux.

Cette opération de taillage et grattage des bâtons de phosphore doit être faite sous l'eau et en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter l'inflammation du phosphore dont les brûlures sont dangereuses.

La présence d'hydrocarbures, d'ammoniaque, d'hydrogène phosphoré, d'hydrogène sulfuré, empêche l'action du phosphore en produisant un ralentissement considérable de la vitesse de réaction entre le phosphore et l'oxygène ; leur action est donc d'ordre catalytique (1).

Dans le cas présent, où la présence d'hydrocarbures est presque toujours constatée dans les gaz de hauts fourneaux, on devra se borner à absorber l'oxygène par le pyrogallate de potasse cité plus haut.

Toutefois avec le pyrogallate de potasse il se produit un dégagement d'oxyde de carbone qui, ainsi que l'a observé Calvert (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, T. LVII, page 873) ; dans certaines conditions, peut s'élever à 2 % de la proportion d'O absorbée.

Cloërz (Comptes rendus, T. LVII, page 875), a obtenu les résultats suivants :

Oxygène employé	0 lit. 3206
Acide pyrogallique	2 gr.
Eau	8 gr.
Potasse dissoute dans 2 fois son poids d'eau...	4 gr.
Résidu d'oxyde de carbone après 4 heures...	0 lit. 01137

La cause d'erreur provenant du dégagement d'oxyde de carbone est fonction du temps employé à l'absorption, aussi peut-on la négliger dans les opérations habituelles pourvu qu'on opère avec rapidité et en présence d'un excès de potasse.

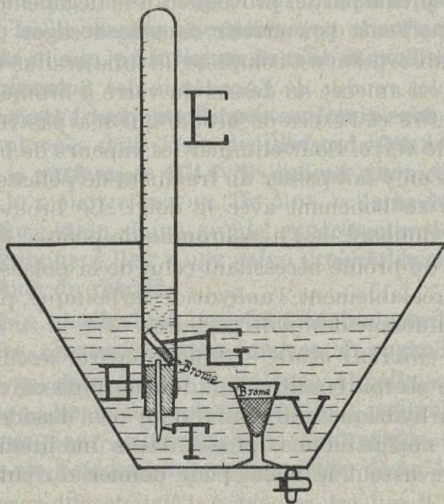
(1) Dr. W. Ostwald. *Éléments de Chimie inorganique*. Traduit de l'allemand par L. Lazard, première partie - 1904. Pages 424-425.

Acide sulfurique. — L'acide pur du commerce est mis à bouillir pendant 1/2 heure dans une capsule de porcelaine, puis on place le tout sous une cloche, à bord rodés, placée sur une plaque de verre dépoli enduite d'un corps gras formant joint, pour éviter le contact avec l'air humide.

L'acide ainsi préparé et refroidi est conservé dans des flacons, secs et bien bouchés, dont le col et le bouchon ont été soigneusement essuyés afin d'éviter que quelques gouttes d'acide hydraté, par un séjour prolongé à l'air, ne soient introduites dans le flacon en diminuant l'action du réactif.

L'acide bouilli absorbe immédiatement les carbures acétyléniques et éthyléniques ; seul, l'éthylène, pour les carbures en $C^{2n}H^{2n}$ n'est pas absorbé immédiatement, le réactif n'agit qu'après un contact prolongé et une agitation énergique.

Brome. — Le brome du commerce peut être employé à séparer les carbures éthyléniques et en particulier l'éthylène. Afin de s'assurer que le brome ne laisse pas de résidus autres qu'un carbure bibromé autre que $C^2H^4Br^2$ on traite un peu de brome pur par une lessive alcaline et une solution d'acide sulfureux ; il ne doit y avoir de résidus (1).



(1) Ogier. (*Analyse des Gaz.* — *Loc. cit.*)

Comme le brome attaque le mercure on ne peut songer à le manipuler sur la cuve à mercure. Berthelot a indiqué un procédé pratique qui est le suivant.

Après que les gaz solubles dans l'eau ont été éliminés, on transporte l'éprouvette à gaz, contenant du mercure, sur une cuve à l'eau ; le mercure tombe et est remplacé par le liquide de la cuve. On peut prendre pour cuve à eau une grande terrine presque remplie. Sur le fond est disposé un verre à pied V, dans lequel on a versé un peu de brome.

Les manipulations sont alors effectuées au sein de l'eau pour éviter les vapeurs de brome qui ne manqueraient pas de se dégager à l'air. A l'aide d'un petit godet de verre G, on puise quelques centimètres cubes de brome dans le verre V. Ce godet G est ensuite introduit, comme l'indique la figure 1, dans l'éprouvette à gaz E qui est obturée par un bouchon B munie d'un tube effilé T. Quand tout est ainsi préparé, on agite l'éprouvette en bouchant avec le doigt l'extrémité du tube effilé T. Cependant l'absorption des gaz produit un vide dans l'éprouvette qu'il faut éviter en débouchant, sous l'eau, avec le doigt cette extrémité du tube. En ne prenant pas cette précaution le vide partiel provoquerait le dégagement des gaz dissous dans l'eau d'où erreur dans le dosage.

Quand l'absorption est complète, le tube gradué ou l'éprouvette à gaz est amenée au-dessus du verre à brome V, le bouchon est retiré et l'excès de brome qui n'a pas réagi tombe ainsi dans le verre. Pour éliminer les vapeurs de brome dans l'éprouvette on y fait passer un fragment de potasse caustique et on agite en bouchant avec le doigt. Le brome est ainsi absorbé en donnant de l'hypobromite de potasse BrOK .

L'emploi du brome nécessitant celui de la potasse on devra absorber, préalablement, l'anhydride carbonique, puis ensuite procéder au dosage des hydrocarbures.

Chlorure cuivreux acide. — Pour préparer le chlorure cuivreux acide on fait bouillir de la tournure de cuivre avec de l'acide chlorhydrique additionné d'un peu d'acide azotique. La réaction s'opère en deux phases. Dans une première phase l'eau régale dissout le métal pour donner du chlorure cuivrique Cu Cl^2 qui est ramené à l'état de chlorure cuivreux $\text{Cu}^2 \text{Cl}^2$ par le métal en excès.

$\text{Cu}^2 \text{Cl}^2$ est soluble dans l'acide chlorhydrique et donne une

solution incolore qui, versée dans un grand excès d'eau froide, donne un précipité de Cu^2Cl^2 , blanc et cristallin, que l'on lave et sèche. On doit le conserver à l'abri de la lumière qui l'attaque lentement (Ditte).

Pour avoir maintenant la solution acide il suffit de dissoudre la poudre obtenue dans l'acide chlorhydrique.

On arrive au même résultat en dissolvant du cuivre métallique ou de l'oxyde de cuivre dans le même acide.

La dissolution est noir brun par suite d'une perchloruration partielle au contact de l'air ; on la verse dans des flacons remplis de tournure de cuivre et bien bouchés par des bouchons de caoutchouc. La même réduction s'opère au contact du cuivre métallique avec décoloration de la solution. En même temps, si la proportion de cuivre dissoute est assez grande il se dépose des cristaux brillants de chlorure cuivreux (1).

La solution de chlorure cuivreux acide émet toujours des vapeurs acides que l'on élimine après absorption de l'oxyde de carbone en faisant passer le résidu gazeux sur un fragment de potasse.

Le chlorure cuivreux est un excellent réactif car, après absorption, en chauffant, il est facile de mettre en liberté le gaz absorbé que l'on peut caractériser à nouveau.

(A suivre.)

G. DEGAAST.

NOTA. — Le prochain article portera sur la préparation des réactifs gazeux : oxygène et hydrogène purs, par les voies chimique et électrolytique ; la description des principaux appareils utilisés dans l'analyse des gaz et les corrections à apporter dans les lectures des volumes gazeux.

(1) Ogier, loc. cit.

LES INSTALLATIONS TELEPHONIQUES

(Suite) ⁽¹⁾

Théorie du Téléphone, d'après M. du Moncel

Une théorie complète du téléphone devrait rendre compte des trois points suivants :

1° Quel est le mécanisme en vertu duquel l'appareil transmetteur, quel qu'il soit, ayant été soumis à l'action d'ondes sonores simples ou complexes, donne lieu à des courants électriques ;

2° Quelle est la nature même de ces courants, leur configuration ; quelle relation ont-ils avec l'onde sonore qui a été leur cause originelle ;

3° Par quel mécanisme ces courants, reçus dans le téléphone récepteur, y reproduisent-ils la vibration sonore simple ou complexe, avec ses qualités de hauteur, de timbre, en un mot semblable à elle-même, sauf une réduction considérable de l'intensité.

Il est vrai que le sujet est des plus difficiles. Les effets téléphoniques, par leurs dimensions excessivement petites, tant au point de vue sonore, qu'au point de vue électrique, échappent aux méthodes d'investigation, aux instruments jusqu'alors en usage : pour les saisir et les examiner, des procédés, des appareils nouveaux devront être créés.

M. Mercadier a fait un travail très important dans cette voie, et les conclusions qu'il en a tirées sont exposées dans les numéros de *La Lumière Électrique* des 14 novembre, 21 novembre et 5 décembre 1885.

(1) Bulletin n° 5, 6 et 7.

Dans l'état actuel, la théorie du téléphone présente encore des lacunes, malgré cela, c'est un exemple curieux d'un appareil qui, conçu d'après des idées théoriques assez vagues, dont la justesse est à peine établie, a donné d'admirables résultats.

Le peu de certitude de sa théorie ne l'empêche pas de fonctionner fort bien, et son usage s'étend tous les jours ; il est probable que le téléphone actuel ne pourra être sérieusement perfectionné que par une transformation sensible de l'appareil, et tout permet de penser que, à moins d'un hasard de génie heureux comme l'invention elle-même, cette transformation ne pourra être opérée que le jour où l'on aura atteint la connaissance complète de l'appareil actuel et de son fonctionnement.

Avant de continuer la suite de notre étude sur les installations téléphoniques, il est bon de se rendre compte de quelques particularités indiquées par plusieurs savants très versés dans la partie, je veux parler des effets de la polarisation préventive des récepteurs téléphoniques.

Depuis longtemps, les expériences faites avec l'électro-aimant Hughes avaient démontré que les effets mécaniques, résultant d'actions électro-mécaniques, sont effectués beaucoup plus facilement, et sous l'influence de courants électriques bien plus faibles, que lorsqu'il s'agit de les déterminer par des actions d'aimantation et de désaimantation, et les avantages de ce système sont encore plus manifestes quand il s'agit d'actions rapides.

Cela se comprend du reste facilement si l'on considère que, quand une force fait presque équilibre à une autre, la moindre action, qui fera varier cette dernière, suffira pour détruire l'équilibre, tandis que, en la créant de toute pièce, il faudra, en dehors du temps nécessaire à son développement, réagir au début dans des conditions de minimum de puissance, puisque les deux pièces magnétiques sont alors éloignées l'une de l'autre.

Dès l'année 1877, M. Berliner eut l'idée d'appliquer ce principe à la téléphonie pour faire parler des transmetteurs microphoniques à charbon, et, pour cela, il chercha à polariser préventivement les charbons appelés à reproduire les sons à leur point de contact, et voici la disposition qu'il avait combinée.

A la station de réception, le circuit de ligne à travers lequel passaient les courants induits transmis correspondait à l'hélice secondaire d'une seconde bobine d'induction B' (figure 1), dont l'hélice primaire correspondait au récepteur R et à une pile locale P'.

Sous l'influence de cette pile, les charbons du récepteur R se trouvaient polarisés positivement et négativement, et les réactions échangées entre les deux hélices de la bobine B' sous l'influence des courants ondulatoires transmis par la bobine B déterminaient des variations de potentiel dans le circuit local, d'autant plus efficaces pour la transmission des sons qu'elles s'effectuaient par des renforcements et des affaiblissements d'une charge permanente.

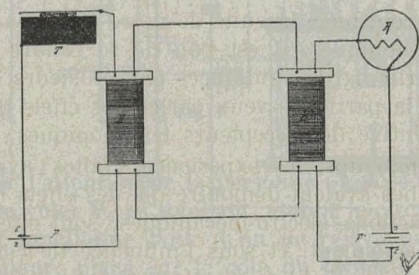


Fig 1

M. Berliner avait constaté que l'intensité des sons ainsi reproduits était en rapport avec celle de la pile locale P', et il expliquait les avantages que cette disposition fournit, en disant que, de même qu'une armature polarisée est plus sensible aux actions électro-magnétiques qu'une armature de fer doux, de même des charbons préventivement polarisés par le passage d'un courant doivent être plus aptes à subir les variations d'intensité qui doivent agir sur eux, sous l'influence de courants ondulatoires transmis, que dans leur état naturel. (Voir le *Journal La Lumière Electrique*, tome II, pages 134-336 et tome III, page 159).

Il est certain que cette idée, à laquelle on n'avait pas prêté dans l'origine une grande importance, a une grande portée, et elle est le point de départ de nombreux perfectionnements apportés au téléphone.

Ce qui est curieux, c'est qu'elle date du mois de septembre 1877, c'est-à-dire d'une époque où le téléphone n'était pas encore connu en Europe, M. Berliner en a naturellement réclamé la priorité.

Laissons pour un moment la théorie de côté ; nous allons revenir à nos installations d'appareils privés, c'est-à-dire d'appareils d'installations intérieures, ne fonctionnant pas avec les réseaux d'Etat.

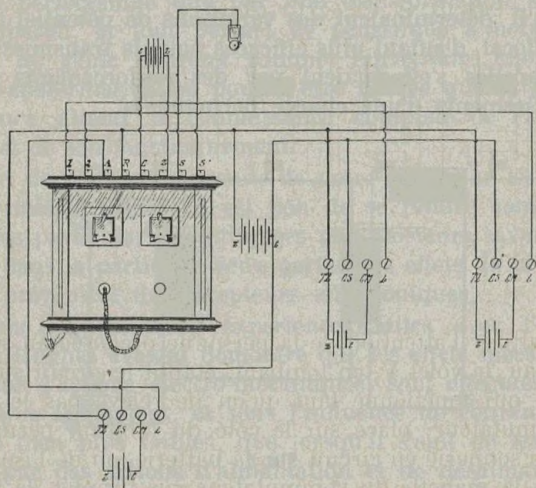


Fig. 2.

La figure n° 2 représente l'installation de postes à courant secondaire, avec tableau central à simple fil et pile pour tous les postes.

Pour faciliter la lecture de cette installation, la figure n° 3 indique le schéma des connexions intérieures du tableau d'intercommunication à simple fil.

Lorsqu'un poste veut demander une communication au tableau central, il appuie sur son bouton d'appel ce qui, comme nous l'avons vu précédemment, a pour but de relier les bornes CS et L ; ceci fait, nous pouvons nous rendre compte que le courant, issu du pôle C, soit le charbon de la batterie de piles, franchit le poste, soit par la ligne L, arrive au tableau central, traverse les paillettes du jack J, traverse

ensuite l'annonciateur correspondant, sort du tableau en A, et va rejoindre la batterie en rentrant par le pôle Z ou zinc.

Le courant traversant l'annonciateur exerce une action électromagnétique sur une armature *b*, qui fait déclancher le volet V et met en regard un numéro indiquant le poste qui a appelé.

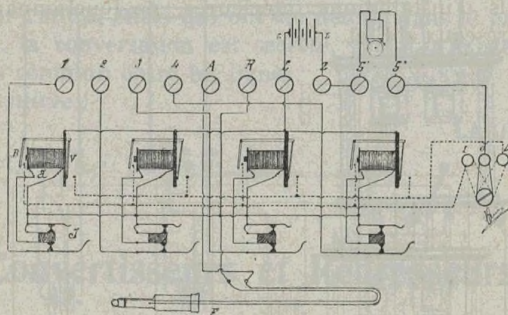


Fig. 3.

Pour attirer l'attention de la personne préposée au service du tableau, le volet V, en tombant, établit le circuit sur une sonnerie qui fonctionne tant qu'on ne relève pas le volet. Un commutateur, placé sur le côté du tableau, permet de laisser la sonnerie en circuit sur la batterie, ou de l'isoler en amenant la manette du commutateur sur un plot de repos.

Lorsque la personne donnant les communications s'est rendue compte du poste qui appelait le central, elle introduit son cordon simple fiche C dans le jack J, manœuvre qui a pour but d'isoler l'annonciateur et de mettre le poste du tableau directement en ligne avec le poste qui l'appelle.

Le poste appelant désirant une communication avec un autre poste, l'opérateur du tableau retire le cordon simple fiche primitivement engagé dans le jack, et introduit à la place une des deux fiches du nouveau cordon, la 2^e fiche restant libre est alors engagée dans le jack du poste à rappeler.

La figure n° 4 représente l'installation de postes à courant secondaire avec tableau central à double fil dont le schéma des connexions intérieures est représenté par la figure 5.

L'avantage du dispositif à double fil sur le simple fil consiste dans le secret relatif des conversations.

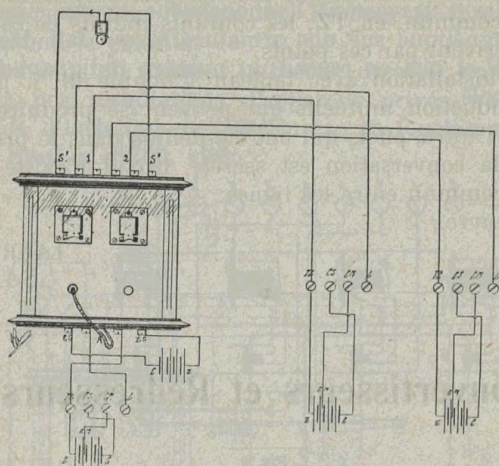


Fig. 4.

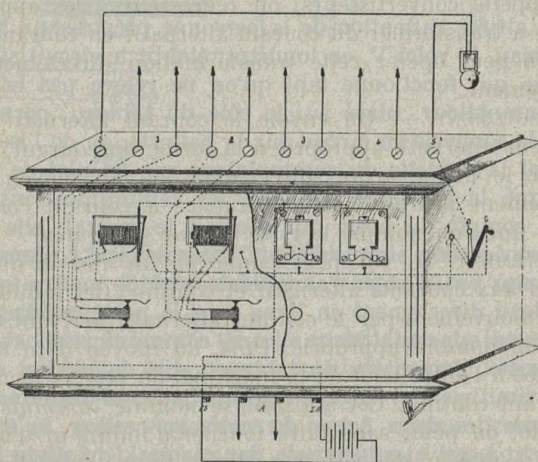


Fig. 5.

Dans l'exploitation, les postes 1 et 2 peuvent être reliés de même que les postes 3 et 4, et, dans le premier cas du tableau simple fil, les quatre personnes en rapport peuvent

très bien entendre les conversations qui ne leur sont pas destinées, ceci tient à ce que tous les postes ayant un même point de commun, en TZ, les courants induits de conversation se dérivent par ces points.

Dans l'installation avec tableau à double fil, à part les effets d'induction mutuelle qui peuvent se produire d'une ligne sur l'autre, effets qui ont été définis dans le précédent numéro, la conversation est secrète, car il n'existe aucun point de commun entre les lignes.

(A suivre.)

LAUR.

Convertisseurs et Redresseurs

On appelle convertisseurs, ou redresseurs, des appareils destinés à transformer du courant alternatif en courant continu. On peut opérer cette transformation directement ou indirectement.

INDIRECTEMENT. — On envoie le courant alternatif dans un moteur alternatif approprié à la forme du courant, et on cale sur le même arbre, directement ou au moyen d'un accouplement flexible, une génératrice à courant continu. C'est ce que l'on nomme le type *moteur générateur*.

DIRECTEMENT. — On peut employer un induit unique, commun aux courants alternatif et continu. Cet induit sera mis en mouvement par le courant alternatif arrivant à des bagues en nombre approprié. Puis, au moyen d'un collecteur placé à l'autre bout de la machine, on pourra recueillir du courant continu. Cet appareil se nomme *commutatrice*.

Ensuite, on peut, sans faire tourner d'induit ni d'inducteurs, au moyen de certaines dispositions, recueillir du courant continu sur un collecteur fixe, au moyen de balais tournants, ou sur un collecteur mobile, au moyen de balais fixes.

Ce sont les types de transformateurs que nous décrirons sous les noms de *permutatrices* et *panchahuteurs*.

Enfin, nous verrons des redresseurs de courant basés sur des actions électro-chimiques et qui sont des *soupapes électriques* ou *convertisseurs statiques*.

Moteur générateur

Les deux parties sont absolument distinctes et reliées entre elles par un accouplement quelconque.

Ce système de transformation est très employé, à cause de son élasticité. En effet, la tension du courant alternatif à transformer n'est reliée par aucune condition à celle du courant continu.

Il présente l'avantage d'une grande liberté de réglage, du fait même de l'indépendance de la réceptrice et de la génératrice.

Cependant, ces groupes sont compliqués, puisqu'ils sont formés de deux machines. Ils sont coûteux, ont un encombrement supérieur à celui des autres types de transformateurs de même puissance, et ont un rendement ordinairement moindre, puisqu'il faut tenir compte séparément du rendement de la réceptrice et de celui de la génératrice.

Les différents MOTEURS GÉNÉRATEURS pourront se classer en deux types, suivant que la réceptrice est synchrone ou asynchrone ; très souvent, on la prendra asynchrone, à cause de la facilité de démarrage, et à cause de sa marche sûre et sans réglage. Ces moteurs, à champ tournant, n'ont ni bagues ni balais à entretenir.

Cependant, dans les grandes exploitations, on aura intérêt à employer des moteurs synchrones et des commutatrices, d'abord pour augmenter la valeur du cosinus et rephaser le courant, ensuite, parce que ces appareils agissent comme étouffeurs d'harmoniques, améliorant la courbe du réseau, alors que les moteurs asynchrones la détériorent.

L'idéal, pour une grande Sous-Station, serait de posséder une grande partie de sa puissance en moteurs synchrones ou en commutatrices, et le reste en moteurs asynchrones. Les machines synchrones et les commutatrices seraient toujours en service, et l'on garderait, comme réserve, les moteurs asynchrones. Cette disposition permettrait de réparer sur le réseau, en autant de points qu'il y aurait de sous-stations, les troubles occasionnés par les moteurs asynchrones, ces derniers ayant, ainsi que nous l'avons dit, des

avantages très marqués au point de vue facilité d'exploitation.

On peut voir, dans les usines servant à l'éclairage de Paris, des groupes moteurs générateurs en quantité. A la Compagnie Continentale Edison, par exemple, la transformation du courant continu 2.500 volts en courant continu 220 volts est opérée au moyen de groupes Postel-Vinay et Creusot. Le courant de la Société d'Electricité de Paris (diphasé 12.500 volts) est transformé en courant continu au moyen de groupes asynchrones Labour et synchrones de Jeumont. Enfin, des groupes asynchrones Labour permettent aussi de transformer le courant de la Société d'Electricité de Paris (triphase 10.000 volts) en courant continu 220 volts.

On voit que les applications des moteurs générateurs sont on ne peut plus variées.

Commutatrices

Le principe sur lequel reposent ces machines est très simple. Si l'on considère le schéma d'une machine à courant continu, entre les pôles N et S un induit tourne. A une extrémité de cet induit, on joint chaque fin de bobine au commencement de la suivante, et leur connexion commune à une lame de collecteur. Lorsque l'on fait tourner l'induit dans le champ magnétique, dans chacune des spires est

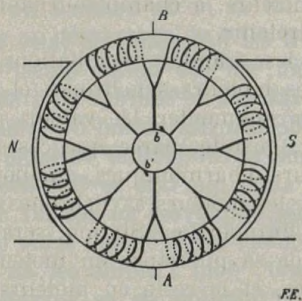


Fig. 1.

engendré un courant alternatif. Si donc par un moyen quelconque, on recueille du courant entre deux points, A et B, diamétralement opposés sur l'induit, et tournant avec lui, la force électro-motrice de ce courant sera alternative.

Si on fournit du courant alternatif entre A et B, et que l'induit tourne en moteur synchrone, on recueillera du courant continu sur le collecteur entre les balais *b b'*. En pratique, les points A et B seront réunis à des bagues isolées se déplaçant avec l'induit sous des frotteurs.

Une remarque, dont il faut tenir compte attentivement, c'est que la tension alternative n'est pas égale à la tension continue dans une commutatrice.

En supposant une courbe sinusoïdale pour le courant alternatif, les rapports entre la tension du courant continu et celle du courant alternatif sont les suivants :

Courant monophasé.....	0,71,
Courant biphasé.....	0,71,
Courant triphasé.....	0,61,
Courant hexaphasé.....	0,71 ou 0,61.

Les valeurs données ci-dessus sont donc celles par lesquelles on doit multiplier la tension courant continu pour obtenir la tension alternative correspondante.

La question la plus importante, dans une exploitation, c'est qu'on ne peut pas, avec les commutatrices, obtenir, comme dans les dynamos, des tensions variables du courant continu, par simple variation du courant d'excitation ; en effet, comme le démontre la courbe en V de Mordey, cette variation n'agit presque exclusivement que sur le facteur de puissance.

Dans le cas où il est nécessaire de faire varier la tension du courant continu, on est obligé d'user d'artifices. Par exemple, on peut agir sur le courant alternatif, soit en changeant le rapport de transformation du transformateur, soit en introduisant une self-induction variable dans le circuit.

On peut aussi, ainsi que cela se fait avec les commutatrices Westinghouse employées au secteur d'Eclairage et de Force, à Paris, monter, sur le même arbre que la commutatrice, un alternateur, dont l'induit est en série avec elle. En agissant sur l'excitation de ce survolteur, on pourra monter en tension aux bornes du courant continu, sans changer le facteur de puissance.

Lorsque le circuit alternatif possède une self-induction assez grande, la variation d'excitation de la commutatrice peut produire des variations de tension aux bornes du courant continu. Cette propriété a été utilisée pour le compoun-

dage des commutatrices, en ajoutant à l'excitation shunt habituelle un enroulement série. Le système de survolteur précité peut être considéré comme analogue à un compoundage.

Les commutatrices ont, en général, un bon rendement, et leur surveillance est rendue excessivement facile par ce fait que, n'ayant pas de réaction d'induit sensible, le calage des balais sur le collecteur est invariable.

Leur mise en marche seule demande, ainsi que celle des moteurs synchrones, quelques précautions spéciales, et s'opère au moyen d'appareils de démarrage dont les organes varient selon qu'il s'agit de courants alternatifs simples ou polyphasés.

Quelquefois, on met en marche les commutatrices par leur côté courant continu ; ceci présente l'avantage de n'avoir aucun organe auxiliaire pour le démarrage, si ce n'est une barre spéciale dite de démarrage.

Ce procédé, très simple, présente cependant de gros inconvénients ; en effet, il est nécessaire, pour démarrer, d'avoir déjà à sa disposition du courant continu, ce qui n'a pas toujours lieu ; de plus, dans une usine d'éclairage, on peut, par exemple, avoir besoin de la mise en parallèle d'une commutatrice sur le réseau, par suite de la mise hors service d'une autre unité ; or, c'est au moment où le réseau est affaibli par un accident qu'on va lui demander la puissance nécessaire au démarrage de cette commutatrice.

Cependant, un autre avantage de ce système est que l'on n'a pas à coupler la génératrice à courant continu lorsque la commutatrice est accrochée, car, tournant en moteur, en dérivation sur les barres générales, elle est fatalement au voltage de ces dernières.

Emile FRANÇOIS.

(A Suivre).



OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVETS D'INVENTION

Usines et Métallurgie

N° 397 231.

Perfectionnements apportés à la production de lingots de métal ou alliages métalliques

Cette invention a trait à des perfectionnements apportés dans les méthodes de fonte ou de coulage des métaux quelconques à l'état pur ou d'alliage et au soudage des métaux entre eux ; elle peut être appliquée de différentes manières, sous forme de méthodes correspondant aux résultats demandés. Ladite invention consiste essentiellement à couler le métal à travers une couche de matière fondue appropriée qui peut être désignée sous le nom de « couche de matière essuyante » ou « flux », ladite matière essuyante ayant pour objet d'améliorer la qualité du métal, pur ou de l'alliage fondu, d'empêcher les pailles, les soufflures, les entonnoirs de relassement ainsi que tous les autres défauts semblables ; en outre, d'enlever l'oxyde, les laitiers, scories ou autres matières similaires, ainsi que les gaz qui se trouvent habituellement dans les métaux quelconques, coulés par les procédés ou méthodes ordinaires.

Arts textiles

N° 397.247

Perfectionnements dans les machines à enrouler

Perfectionnements dans les machines à enrouler, telles que bobineuses, et autres utilisées principalement en électricité pour les enroulements de conducteurs métalliques, perfectionnements consistant :

1° En un dispositif destiné à guider le fil de façon à ce qu'il arrive perpendiculairement à l'axe de la bobine, résultat obtenu en le faisant passer sur des galets conduits par deux écrous de vis sans fin situés l'un en face l'autre et marchant de pair ensemble ; ces vis donnant aux écrous un

mouvement rectiligne alternatif, dont le sens est parallèle à l'axe de la bobine d'enroulement ;

2° En une transmission de mouvement par engrenages interchangeables permettant de donner à ces vis la vitesse de marche que nécessite le genre d'enroulement ;

3° En un mécanisme de changement de marche sûr et rapide commandant l'une des vis, qui transmet le mouvement à l'autre par chaîne ou par engrenages, lequel mécanisme donne aux vis une rotation alternative et par suite un mouvement rectiligne alternatif aux écrous et cela d'une façon automatique permettant le réglage de la course des écrous selon la longueur de l'enroulement ;

4° En une disposition de l'une des vis à l'extrémité de bras pouvant tourner autour de l'autre, dans le but de pouvoir régler facilement et à chaque instant la distance du dernier galet guide-fil à la bobine suivant l'augmentation de diamètre qu'elle subit.

Intermédiaire Professionnel

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.

Les membres titulaires de l'Association ont, seuls, droit de réponse à ces offres, par l'intermédiaire du Président.

DEMANDES D'EMPLOIS

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

BIBLIOGRAPHIE

Tableaux de filetage au système métrique indiquant le train d'engrenages (à 4 roues) pour réaliser un pas de vis sur des tours dont la vis-mère aurait 4, 5, 6, 8, 10 ou 12 millimètres de pas, par Ed. DUBOSC, ingénieur.

L'ouvrage comprend 6 fascicules correspondant à chacun des pas considérés et qui se vendent séparément 1 fr. Les 6 fascicules réunis en un seul vol. in-4° de 81 pages, 4 fr. 50. (H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e.)

La plupart des tableaux de filetage publiés jusqu'ici pour obtenir des pas métriques au moyen du tour à fileter sont à combinaisons binaires de roues et fournissent par suite un nombre très limité de pas. Les combinaisons quaternaires (deux roues conductrices et deux roues conduites) donnent lieu à un nombre de pas beaucoup plus considérable.

Les tableaux de M. Dubosc comprennent 6 colonnes. La première colonne indique le pas qu'on veut réaliser, les deux colonnes suivantes donnent les nombres de dents des roues conductrices, les colonnes 4 et 5 les nombres de dents des roues conduites ; le pas réel se trouve dans la dernière colonne. L'auteur a calculé ces pas à l'aide d'une règle à calcul qu'il a fait spécialement construire.

Nous sommes persuadés que ce travail rendra les plus grands services en épargnant un temps considérable à ceux qui s'en serviront.

Statique graphique des systèmes triangulés, par T. SEYRIG, ingénieur-constructeur. 2^e édition. 2 vol. petit in-8° de l'*Encyclopédie des Aide-Mémoire*, avec 40 figures. Masson et C^{ie}, éditeurs. Broché, 2 fr. 50.

Ce précis, clair et complet, utile à tous les constructeurs, a rendu déjà de grands services ; nul doute que sa carrière se poursuive.

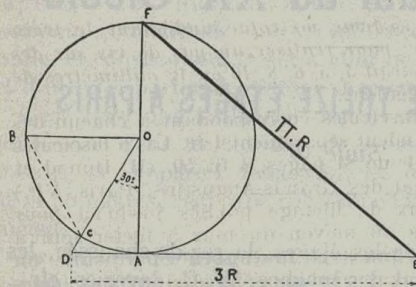
Polarisation et saccharimétrie, par D. SIDERSKY, ingénieur-chimiste. 2^e édition, revue et augmentée. 1 vol. de l'*Encyclopédie des Aide-Mémoire*, avec 40 figures. Masson et C^{ie}, éditeurs. Broché, 2 fr. 50.

Cette nouvelle édition tient largement compte des recherches et études publiées depuis la première, et des changements intervenus, et elle renferme un nouveau chapitre relatif aux essais des différents alcaloïdes.

Le Gérant . E. DELAUPE.

Paris. — Imp. Stemmer, 175, Rue Saint-Honoré.

Rectification de la circonférence du cercle



Soit un cercle de rayon $OA = R$. Sur la tangente en A on prend un point D, tel que l'angle DOA, soit de 30° (ce qui se construit aisément en menant OB perpendiculaire à OA, traçant la corde BC égale au rayon et joignant OC). On prend

alors sur la tangente DE égal à $3R$: la longueur FE, obtenue en joignant E à l'extrémité F du diamètre AF, est égale à la demi-circonférence développée, c'est-à-dire à πR .

Nos lecteurs savent que la rectification du cercle n'est pas possible par la règle et le compas, d'après les principes de la géométrie pure. Donc, la construction indiquée n'est pas rigoureuse au point de vue géométrique, mais seulement approchée. L'approximation est d'ailleurs très grande. Un calcul facile montre que la longueur FE, ainsi construite, est égale à $3.14153...R$, tandis que $\pi R = 3.14159...R$. La différence est moindre que $0.0001 R$.

Ainsi, avec un rayon R égal à 100 millimètres, l'erreur commise sera inférieure à un centième de millimètre. Cela veut dire que, exécutée avec toute la précision que peut obtenir le dessinateur le plus habile, la construction sera parfaitement exacte en pratique, ou du moins aussi exacte que peut l'être une construction tracée sur papier.

Cet exemple nous amène à considérer la différence qui existe entre les conceptions de la géométrie pure, qui sont de pures spéculations de l'esprit, et les réalisations approximatives que nous en faisons. Ces réalisations matérielles ne peuvent jamais être rigoureuses. Au point de vue pratique, le tracé de la rectification de la circonférence qui vient d'être indiqué est tout aussi précis que tout autre tracé soi-disant exact réalisable par la règle et le compas, par exemple la longueur du périmètre d'un polygone. En réalité, ni l'un ni l'autre des tracés n'est véritablement exact, car les lignes de la géométrie sont irréalisables.

Ed. SAUVAGE.

L'Art de Batir au XX^e Siècle

UNE MAISON DE TREIZE ÉTAGES A PARIS

(Suite) ⁽¹⁾

Il s'agissait d'alimenter les étages, le rez-de-chaussée, les sous-sols, pour les besoins des lavabos, W.-C., laveries, etc... De plus, MM. Hardtmuth, fabriquant eux-mêmes leur électricité, il était nécessaire de prévoir la distribution de l'eau pour le refroidissement des moteurs. Après étude approfondie, voici comment a été résolu le problème :

Un forage tubé, de 300 ^m/_m, a été percé ; sa profondeur totale est de 25 mètres au-dessous du dernier sous-sol.

Les appareils sont divisés en deux groupes :

1^e Celui qui alimente les sous-sols, le rez-de-chaussée et les étages inférieurs ;

2^e Celui qui alimente les étages supérieurs.

Le premier groupe, beaucoup plus important que l'autre, en prévision de l'installation de l'usine électrique, comprend :

Une batterie de 3 réservoirs, timbrés à 4 k., d'une capacité totale de 3.750 litres ;

Une pompe, d'un débit de 10.000 litres à l'heure, aspire l'eau de forage, et la refoule dans les réservoirs. Elle est actionnée par un moteur électrique

Le deuxième groupe comprend :

Un seul réservoir timbré à 5 k. 5, d'une capacité totale de 1.100 litres ;

Une pompe à eau et à air comprimé, d'un débit de 2.000 litres à l'heure.

Un moteur électrique pouvant développer une puissance de 3/4 HP.

Un des points les plus intéressants de l'installation réside

(1) Voir Bulletin n° 9.

dans le fonctionnement, complètement automatique, de chaque appareil. Les pompes se mettent en marche dès que la réserve d'eau diminue, et elles s'arrêtent quand elle est de nouveau reconstituée. La surveillance est donc à peu près nulle, et consiste seulement à aller de temps à autre graisser et huiler les parties frottantes et tournantes des appareils.

C'est ainsi que l'appareil desservant les étages inférieurs fonctionne dans les limites de pression de 22 mètres à 35 mètres, et l'appareil desservant les étages supérieurs entre 42 et 55 mètres, ceci sans nécessiter l'intervention d'un mécanicien.

Les calculs des prix de revient ont donné les résultats suivants :

Si nous admettons une consommation annuelle de :

18.000 m³ pour les étages inférieurs ;

5.000 m³ pour les étages supérieurs.

La dépense électrique par m³ d'eau élevée étant évaluée à 0 fr. 03 pour les étages inférieurs, et 0 fr. 06 pour les étages supérieurs, la dépense annuelle sera donc de :

$$18.000 \times 0,03 = 540$$

$$5.000 \times 0,06 = 300$$

$$\text{Total} \dots\dots\dots 840$$

L'eau de Seine coûtant 0,175 le m³, et l'eau de source, seule capable d'atteindre les étages supérieurs, 0,35 le m³, la même consommation d'eau, fournie par la Ville de Paris, coûterait :

$$18.000 \times 0,175 = 3.150$$

$$5.000 \times 0,35 = 1.750$$

$$\text{Total} \dots\dots\dots 4.900$$

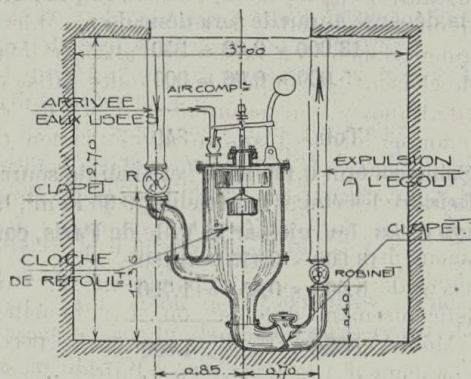
En comparant les deux prix de revient, on voit que la différence est considérable et que, même en tenant compte de l'amortissement des appareils, du prix des fournitures d'entretien, économie réalisée, grâce au système adopté, est très importante.

Comme nous le disions au début, la profondeur des sous-sols de la maison Hardtmuth a amené M. Bocage à s'occuper de la question du relèvement des eaux usées provenant des w. c. du refroidissement des moteurs, et du lavage des gaz.

L'égout public étant à 3 mètres au-dessous du niveau de la rue, et le dernier sous-sol à 12 mètres, il fallait un appareil capable de vaincre cette différence de niveau, et une marche automatique était encore nécessaire.

M. Bécage s'est également adressé à MM. Henry frères.

Dans une chambre, creusée à 2 m. 50 en contrebas du dernier sous-sol, est disposé un éjecteur pneumatique. Les eaux usées, centralisées dans une conduite principale de 16 cm. de diamètre, se déversent par pente naturelle dans l'appareil. Quand celui-ci est rempli, un déclenchement se produit, et, grâce à un système de flotteurs, un robinet commandant une arrivée d'air comprimé Popp s'ouvre. Cet air, introduit à une pression de 5 kilos, chasse en détente l'eau contenue dans l'appareil par une conduite de refoulement aboutissant à l'égout. Quand l'appareil est presque vide, le robinet se ferme automatiquement, et le remplissage se recommence de lui-même.



EJECTEUR PNEUMATIQUE
SYSTEME HENRY.

La particularité de l'appareil consiste dans l'utilisation de la détente de l'air comprimé. De ce fait, la dépense se trouve réduite considérablement. Aucune surveillance n'est nécessaire. L'appareil étant hermétiquement clos, les mauvaises odeurs susceptibles de se dégager de ces eaux-vannes ne sont pas à redouter.

Le chauffage de l'immeuble, partie à vapeur à basse pression, partie à air chaud, et comportant en outre une distribution d'eau chaude, est assuré par un groupe de 3 chaudières inexplosibles, à grande surface, système Damien, avec batteries en cave pour les locaux Hardtmuth. Ces batteries sont disposées sur le parcours de l'un des deux gros ventilateurs électriques qui assurent le renouvellement parfait de l'air dans les sous-sols.

Tout cet appareillage est complété par une distribution d'air comprimé, et une canalisation fixe de nettoyage de poussière par aspiration, analogue au Vacuum-Cleaner ambulant.

Le 3^e sous-sol comporte des magasins et chambres fortes, closes en béton armé, pouvant recevoir des coffres-forts et destinés à la location.

Le 2^e sous-sol, le 1^{er} sous-sol, le rez-de-chaussée et l'entresol abritent, sur la moitié de leur surface, l'installation confortable des industriels, propriétaires de l'immeuble, MM. Hardtmuth.

Quant aux autres étages, ils sont tous destinés à la location industrielle ou commerciale ; ils sont remarquables par leur facilité d'aménagement, en raison de l'absence totale de refends ou de cloisons, y compris les grandes salles en façade sur la rue de Hanovre, qui mesurent 18 m. x 7 m. 50, comme peuvent en donner idée les plans qui accompagnent cette note¹

La partie supérieure de l'édifice, le 8^e étage, couronné d'une terrasse, étanche et isolatrice, à double paroi de ciment armé, comporte, en outre, un petit pavillon, charmant de situation et d'aménagement intime malgré son altitude.

On découvre de là un superbe panorama sur Paris, et un horizon délicieusement découpé, où se silhouettent Montmartre, le Mont-Valérien, Meudon, etc. où le spectateur s'abandonne facilement à la rêverie en admirant les évolutions élégantes du « République » au milieu des vapeurs enfumées de la ville.

Voilà bien l'immeuble moderne, tel que le réclame le goût artistique national, ainsi que la vie économe active et fiévreuse, qui anime à si juste titre la belle Capitale française ; aussi espérons-nous qu'il ne sera pas le dernier.

G. MERCIER.

(1) Voir Bulletin n° 9.

Convertisseurs et Redresseurs

Commutatrices (Suite¹)

Un autre moyen intéressant, et le plus souvent employé, quoique plus coûteux que les autres, consiste à mettre en bout d'arbre un petit moteur asynchrone approprié au genre de courant que la commutatrice doit transformer. On peut avoir un *rotor* en cage d'écureuil, le *stator* étant monté sur un transformateur à plusieurs combinaisons. En faisant varier le voltage aux bornes du secondaire, on fera varier la vitesse de rotation du moteur de démarrage jusqu'à ce que l'on obtienne la synchronisation de la commutatrice.

Enfin, une dernière solution intéressante consiste à faire démarrer la commutatrice comme moteur à collecteur, en plaçant sur les inducteurs normaux un enroulement spécial de démarrage. L'inconvénient de ce système est que ces deux enroulements sur un même noyau de fer forment un véritable transformateur statique, et il est nécessaire d'avoir un excellent isolement.

Ce système n'est employé que pour les petites unités.

Ces remarques sur le démarrage des commutatrices sont applicables aux moteurs générateurs dont la réceptrice est un moteur synchrone.

Permutatrices

La permutatrice est, en principe, un transformateur statique groupé d'une façon plus ou moins intime avec un redresseur non inductif.

Il faut que cette transformation se fasse dans un transformateur statique pour que les variations et déplacements des champs ne soient liés à aucun déplacement mécanique relatif et ne produisent, par conséquent, aucune transformation, même momentanée, de l'énergie électrique primaire en énergie mécanique.

En 1888, Zypernowsky avait montré que l'on pouvait utiliser l'action d'un champ tournant sur un induit à collec-

(1) Voir *Bulletin* n° 9, page 281.

teur fixe avec balais tournants, pour avoir du courant continu. A vide, cette induction est très correcte, mais, en charge, il n'en est pas de même, et l'on a d'énormes perturbations.

En 1892, MM. Hutin et Leblanc imaginèrent un appareil, que nous décrirons plus loin sous le nom de panchahuteur, ou transformateur à enroulements sinusoïdaux, mais les difficultés de construction ont fait que les applications en ont été restreintes.

Plus tard, MM. Rougé et Faget ont repris la question et mis au point un appareil intéressant, connu sous le nom de permutatrice.

Ils ont créé un champ tournant qui engendre un courant dans un induit fixe muni d'un collecteur, et au lieu d'entraîner les balais par un moteur synchrone, qui a toujours un certain pompage, ils ont utilisé le même champ tournant, et établi une espèce de moteur asynchrone tournant synchroniquement avec le champ; les balais tournent donc synchroniquement, et doivent se trouver dans la ligne neutre. Dans ces conditions, le courant continu se déduit en tous points du courant watté, le courant déwatté étant indépendant de la charge.

Les principaux avantages de ces appareils sont :

- 1° La grande puissance spécifique et le petit encombrement en plan, point très intéressant quand la place est chère ;
- 2° Démarrage instantané sans fausse manœuvre possible ;
- 3° Les accidents sur le continu n'influencent nullement l'alternatif.

Panchahuteur

Dans cet appareil, ressemblant beaucoup au précédent, le collecteur tourne et les balais sont fixes. L'induction s'obtient d'une autre façon.

On fait passer les courants alternatifs de la ligne dans des primaires de transformateurs, chacun des secondaires étant formés d'un nombre n de bobines d'un nombre de spires approprié.

$$\begin{array}{l} p_1, p_2, p_3, \dots p_n. \\ p'_1, p'_2, p'_3, \dots p'_n. \\ p''_1, p''_2, p''_3, \dots p''_n. \end{array}$$

Si le courant alternatif est triphasé p_1, p_1', p_1'' seront les sièges de courants décalés les uns par rapport aux autres d'un tiers de période ; si le courant est diphasé, ces bobines seront les sièges de courants décalés d'un quart de période, etc., etc. En couplant toutes ces bobines, on obtient un courant alternatif résultant. On opérera de même pour p_2, p_2', p_2'' , p_3, p_3', p_3'' ... etc.

Nous formerons ainsi n circuits dans lesquels il sera possible, en disposant convenablement le nombre des spires des bobines de chaque circuit, d'obtenir l'égalité des tensions et l'échelonnement des décalages successifs. Ces n circuits seront donc dans les mêmes conditions que les n bobines consécutives qui constituent un anneau Gramme.

Groupons-les en tension comme dans ce dernier, et rattachons leurs n entre-sections aux lames en nombre égal d'un collecteur ordinaire, nous obtiendrons du courant continu ; il suffira, pour le recueillir, de rendre mobile le collecteur par rapport à des balais fixes. Ce mouvement est en général obtenu au moyen d'un moteur synchrone.

Les connexions entre les courants alternatifs et les lames du collecteur se feront par l'intermédiaire de bagues collectrices fixées sur l'arbre de la machine, sur lesquelles appuieront des frotteurs d'amenée de courant.

En général les permutatrices tournent autour d'un axe vertical et les panchahuteurs autour d'un axe horizontal. Le rendement de ces deux appareils est très élevé et dépasse 90 %. Le panchahuteur est réversible.

Convertisseur rotatif en cascade

La Compagnie Générale Electrique de Nancy a construit un appareil qui permet de réunir les avantages de démarrage du moteur asynchrone et les avantages de réglage de la commutatrice, c'est le convertisseur rotatif en cascade.

Il se compose d'un moteur asynchrone dont le stator est quelconque et peut être alimenté par du courant alternatif de forme, de tension et de fréquence quelconques. Son rotor est bobiné, et c'est le courant induit dans ce rotor qu'on envoie dans un induit à courant continu, pour cela les extrémités des bobinages du rotor sont réunies aux connexions de l'induit.

De cette manière une portion seulement de l'énergie fournie

au moteur asynchrone est transformée en énergie mécanique nécessaire à l'entraînement, l'autre portion est transmise au rotor et de là à l'induit continu.

Redresseur Pollak

Il existe encore un petit appareil théorique et très peu employé qui permet de redresser du courant alternatif monophasé dans le but de l'employer à charger des accumulateurs.

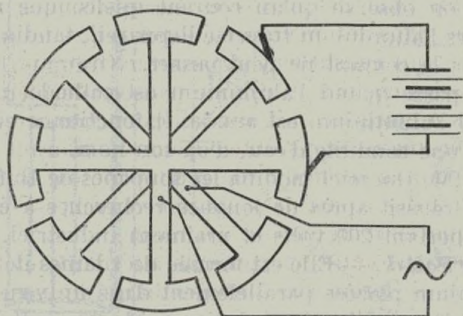


Fig. 3.

Il se compose de deux commutateurs à quatre branches isolés entre eux, fixés sur un même arbre et décalés de 45° . Les extrémités des branches n'occupent pas exactement un huitième de circonférence. On entraîne l'arbre au moyen d'un moteur synchrone alimenté par du courant alternatif de même fréquence que celui qu'on veut transformer. Le nombre de pôles de ce moteur doit être égal au nombre de segments du commutateur, on aura donc ici 8 pôles.

On met en communication un des conducteurs de la source alternative avec un des commutateurs et l'autre conducteur avec l'autre commutateur. On remarque que, avec cette disposition, et dans le cas qui nous occupe, la polarité d'un système de quatre segments change tous les $1/8^\circ$ de tour. Si on place alors un balai sur une touche et un autre sur la suivante, tous les $1/8^\circ$ de tour, chaque balai sera en contact avec un groupe différent de segments et on recueillera ainsi entre ces balais un courant toujours de même sens qui peut servir à la charge d'accumulateurs.

Cet appareil est susceptible d'un très grand rendement, en effet la seule dépense d'énergie nécessaire à son fonctionnement est celle employée pour l'entraînement par le moteur synchrone.

Soupapes Electriques

Ces appareils sont basés sur les réactions électro-chimiques et sont nommés encore *Clapets électrolytiques*.

En 1857, M. Buff constata que si on prend un voltamètre contenant une lame d'aluminium et une lame inattaquable en plomb on observe qu'un courant quelconque allant du dernier vers l'aluminium traverse l'appareil, tandis que dans l'autre sens le courant ne peut passer.

Donc il passe quand l'aluminium est cathode, mais s'arrête quand l'aluminium est anode. Il fonctionne comme un clapet sur une conduite d'eau, d'où son nom.

En 1875, M. Ducretet modifia les soupapes de Buff et enfin M. Pollak réussit après de longues recherches à établir un clapet supportant 200 volts et vraiment industriel.

Soupape Pollak. — Elle est formée de 4 lames de plomb et 3 d'aluminium placées parallèlement dans un vase plein de phosphate de potassium en solution acide.

Les lames de plomb sont en communication avec la borne A et celles d'aluminium avec la borne B. On évite de mettre les connexions en contact avec l'électrolyte au moyen d'un tube isolant. Une température inférieure à 40° doit être maintenue au moyen d'un serpentin d'eau froide.

Quand le courant va de l'aluminium au fer il se forme instantanément à la surface de l'aluminium une pellicule complexe formée d'un phosphate double d'aluminium et de zinc, d'alumine et d'oxyde de zinc, cette pellicule présente une grande résistance et s'oppose au passage du courant. Au contraire si le courant va du fer vers l'aluminium, il y a réduction de la pellicule et le courant circule.

Le choix de l'électrolyte est très important, car avec de l'acide sulfurique on ne pouvait employer des courants d'une tension supérieure à 20 volts.

C'est ce qui arriva à M. Buff lors de ces expériences ; il remarqua que, au-dessus de 20 volts, le courant passait dans les deux sens.

Pour former les plaques d'aluminium, on les dégrasse à la soude caustique, puis on les plonge avec les lames de plomb

dans du phosphate de potassium légèrement acide et on fait traverser le tout par un courant continu.

Cet appareil donne du courant ondulé, toujours de même sens, pouvant servir à charger une batterie d'accumulateurs ; il absorbe la moitié des ondes alternatives sous forme de chaleur.

Si on veut employer toutes les demi-ondes on dispose quatre soupapes en pont de Wheatsstone.

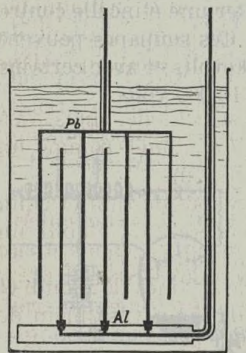


Fig. 4.

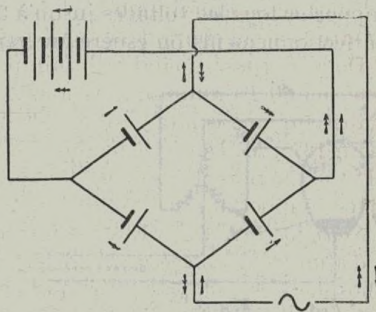


Fig. 5.

Le rendement d'un système de soupape ainsi formé atteint rarement plus de 60 % à pleine charge et diminue considérablement aussitôt que la charge baisse, ce rendement diminue surtout rapidement lorsque les soupapes fonctionnent à un voltage inférieur à celui pour lequel elles sont destinées.

On a construit d'excellentes soupapes fonctionnant sous 110 volts de 40 à 50 ampères ; notamment les soupapes Nodon dont une électrode est formée d'un tube de fer et l'autre d'un alliage de zinc et d'aluminium ; le tout plongeant dans du phosphate d'ammonium concentré. Les phénomènes sont les mêmes que dans la soupape Pollak. A 220 volts le fonctionnement des soupapes est beaucoup plus aléatoire.

Soupapes à Mercure ou Convertisseurs statiques d'Henitt

La soupape à mercure se compose d'un vase de verre dans lequel on fait le vide et renfermant de la vapeur de mercure.

Un certain nombre d'électrodes (suivant la forme du cou-

rant alternatif) servent à l'arrivée ; à la partie inférieure de l'ampoule, une électrode plongeant dans du mercure sert à recueillir le courant continu, cette électrode est réunie à un pôle de la batterie d'accumulateurs à charger ; l'autre pôle se trouvant réuni à un pont neutre quelconque, par exemple d'un transformateur statique ou d'un enroulement en étoile. Le courant ne peut alors traverser la vapeur de mercure que dans un sens.

On amorce la soupape en faisant éclater une étincelle contre une électrode auxiliaire et le mercure. Ces soupapes peuvent supporter tous les voltages jusqu'à 3.000 volts et avec certains perfectionnements on espère arriver à 10.000 volts.

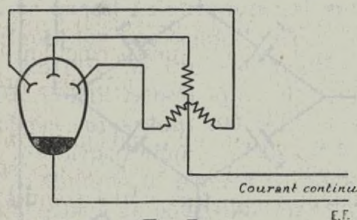


Fig. 7.

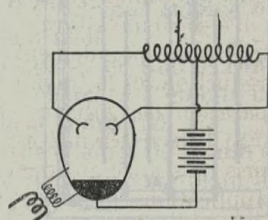


Fig. 6.

On n'a employé jusqu'ici que des vases en verre, mais on va essayer l'acier. Le vase servira alors d'électrode négative, les autres étant isolés par du mica ou de la porcelaine.

Nous avons donc vu dans leurs grandes lignes les différents procédés de transformation du courant alternatif en courant continu. Plus tard nous tâcherons de nous étendre un peu plus longuement sur certains d'entre eux pour les mieux étudier.

En résumé, les plus employés de ces appareils sont les moteurs générateurs sous leurs différentes formes et les commutatrices, ces dernières ont sur les premiers l'avantage d'un meilleur rendement et celui d'alimenter toujours la machine par du courant alternatif à basse tension.

Emile FRANÇOIS,

45, rue Censier.

L'ÉLECTRO-MÉTALLURGIE

PAR M. DEMOUY, INGÉNIEUR

L'emploi de la houille blanche, pour produire économiquement l'énergie électrique, et l'emploi judicieux de la création récente qu'est la force électrique, ont donné à la métallurgie un développement énorme, jusqu'alors inconnu, et ont permis, par la haute température que produit l'arc voltaïque, d'obtenir des réactions chimiques de corps connus jusqu'alors comme réfractaires.

L'électro-métallurgie est donc la branche de l'électrochimie qui traite spécialement des procédés électriques permettant la réduction, et le travail des métaux (extraction, affinage, préparation des alliages et des carbures).

Si l'électro-chimie est une science nouvelle, puisqu'elle n'a pris naissance qu'au commencement du XIX^e siècle, et que ses applications pratiques ne datent guère que d'une trentaine d'années, l'électrométallurgie, elle, est beaucoup plus jeune, puisqu'elle n'a guère plus d'une quinzaine d'années d'existence.

Elle comprend deux branches bien distinctes, soit que l'énergie électrique agisse sur les corps comme agent de décomposition, soit qu'elle agisse comme agent calorifique. Dans le premier cas, c'est l'électrolyse ; dans le second, c'est l'électrothermie.

Electrolyse

Définition. — C'est l'ensemble des phénomènes de décomposition dus au passage d'un courant électrique à travers certains corps. Ceux-ci se présentent le plus souvent à l'état liquide, en dissolution ou à l'état de fusion aqueuse ou ignée ; quelquefois encore à l'état pâteux ou demi-fluide, rarement à l'état solide.

Bons conducteurs de l'électricité, ces corps subissent, sous l'influence du passage du courant électrique, une décomposition totale ou partielle, quelquefois accompagnée de réactions secondaires, parfois complexes. Ils peuvent être aussi

le siège d'un transport de matière sans modification de leur état moléculaire.

L'électrolyse n'emploie que le courant continu. Le bain électrolytique est renfermé dans un vase que l'on appelle : voltamètre, cuve ou appareil électrolytique.

Les conducteurs qui amènent le courant à l'intérieur de ce vase se nomment électrodes. L'électrode ^{positive} s'appelle cathode. _{negative}

Les éléments de l'électrolyte, mis en liberté par le courant, sont appelés ions.

Les éléments électro-négatifs qui se portent à l'anode sont les anions, les éléments électro-positifs qui se portent à la cathode sont les cathions.

Historique

En 1799, Alexandre Volta, physicien italien, imagina la pile électrique. L'électricité rentrait dans une nouvelle phase. En effet, seules, jusqu'à ce jour, étaient connues les machines électrostatiques qui, sous un potentiel très élevé, n'avaient qu'un très faible courant ; la pile, au contraire, donnait un faible voltage, sous un courant relativement élevé. L'électrochimie allait naître.

Le 2 mai 1800, Carlisle et Nicholton décomposaient l'eau en ses deux éléments : oxygène et hydrogène. En 1805, Grotthus donnait une théorie de la constitution des électrolytes.

Le 29 décembre 1806, Humphry Davy, chimiste anglais, qui inventa en 1812 la lampe de sûreté des mineurs, présentait à l'Institution royale de Londres un admirable rapport sur les effets chimiques de la pile. Il avait suivi et vérifié les travaux précédents sur l'électrolyse de l'eau ; il avait soumis à l'action du courant électrique de nombreux corps, et était parvenu à séparer les métaux de leurs radicaux acides.

Il établit la théorie électrique de l'affinité chimique. En 1807, il isole les métaux alcalins et alcalino-terreux.

C'est en 1832 que Faraday énonça les lois de l'électrolyse de la façon suivante :

1° *Quand plusieurs voltamètres, renfermant le même électrolyte, sont placés dans un même circuit, et, par suite, traversés par un même courant, la quantité d'électrolyte décomposé dans un même voltamètre est la même dans le même temps ;*

2° La quantité d'électrolyte décomposé dans l'unité de temps est proportionnelle à la quantité d'électricité qui a traversé l'électrolyte ;

3° Des quantités d'électricité égales, traversant des électrolytes différents, déplacent des quantités des différents ions proportionnelles à leur équivalent chimique.

Mais Becquerel ajoute : « Avec cette condition que la formule chimique soit ramenée à un seul équivalent de l'élément électro-négatif.

En 1835, Pouillet remarqua la séparation des sels en un métal et un métalloïde ou un groupement métalloïdique.

Daniel, qui étudia la nature des dépôts provenant de l'électrolyse d'un grand nombre de sels, confirma le fait.

Il étudia, ainsi que Hittorf et Chassy, l'entraînement des ions vers un pôle déterminé.

En 1837, Spencer en Angleterre, et Jacobi en Russie, découvraient la galvanoplastie.

Claudius, en 1844, admettait que les molécules des liquides, comme celles des gaz, étaient animées d'un mouvement perpétuel de translation, et qu'elles se font un échange continu de leurs éléments, qui peuvent se combiner à d'autres, pourvu qu'ils soient de charge électrique contraire.

Puis, Ruolz et Christoffe rendirent pratique la dorure et l'argenture galvanique.

En 1860, Planté couronnait le domaine des réactions électrolytiques par la construction de l'accumulateur.

Par les travaux de Weber et Mascart en 1882, de Kohlrausch en 1884, puis, plus récemment, de lord Rayleigh et de Sedgwick; enfin de Koptel, Pellat, Potier, Kahle, Patterson et Guthe, on a fixé définitivement à 96.435 coulombs la quantité d'électricité nécessaire à la décomposition d'une quantité d'électrolyte égale à son équivalent exprimé en grammes; d'où la loi de Becquerel ainsi conçue :

Lorsqu'un électrolyte est traversé par une quantité d'électricité égale à 96.435 coulombs, la quantité des matières décomposées est représentée en valeur absolue, par leurs poids moléculaires exprimés en grammes, avec cette condition que l'élément électro-négatif entre dans la formule chimique de l'électrolyte considéré avec un seul équivalent.

En 1887, Arrhénius donna sa célèbre théorie sur la compo-

sition des électrolytes, dans laquelle il considère la solution des sels, des acides et des bases, et généralement de tous les corps constituant un électrolyte, ne contenant à l'état normal qu'une faible proportion de composé, la majeure partie se trouvant à l'état dissocié.

Au même moment, Minet déterminait les conditions les plus favorables de la composition, de la masse et de la température du bain pour que la décomposition s'effectue avec une force électromotrice minima et constante.

Puis, ce sont les remarquables travaux de Joule, Favre, Thomson, Helmholtz, Raoult, Braun et Gibbs.

Poincaré étudie les électrolytes fondus ; Berthelot étudie la conductibilité des composés organiques.

La vitesse de translation des ions dans les solutions et la propagation de l'électricité dans l'électrolyse sont étudiées par Ostwald et Kohlrauch.

Lois Générales

J'ai indiqué précédemment la loi formulée par Faraday, et l'addition faite par Becquerel.

Cette loi est la première des lois de l'électrolyse : c'est la loi de quantité.

La deuxième loi parle de la force électromotrice de décomposition. Elle peut se formuler en ces termes : *La force électromotrice minimum de décomposition varie avec chaque électrolyte ; elle est proportionnelle à la somme des quantités de chaleur absorbée, sous la forme d'énergie électrique, par la décomposition de la molécule électrolyte et des réactions électrolytiques qui accompagnent cette décomposition.*

Elle peut avoir comme corollaires les énoncés ci-dessous :

1° *L'élément électro-positif se dépose à l'état de métal, ou d'un groupement métallique, et ne subit aucune attaque du liquide électrolytique ;*

2° *L'élément électro-positif décompose l'eau et se transforme en oxyde au fur et à mesure de sa transformation.*

La troisième loi, dite *loi de Spague*, se rapporte aussi à la précédente et peut se résumer ainsi : *Lorsqu'un courant électrique est appliqué à un mélange de plusieurs électrolytes, c'est celui des électrolytes en présence, dont la chaleur de formation est la plus faible, qui se décompose le premier.*

Théorie de l'Electrolyse

J'ai déjà parlé de l'hypothèse formulée par Grotthus, dans laquelle il suppose que les constituants d'un électrolyte sont formés par deux éléments, ou groupes d'éléments, chargés d'électricité contraire.

D'après lui, avant le passage du courant, les éléments n'auraient aucune orientation ; celle-ci ne viendrait qu'au moment de la mise en circuit. Cette théorie, bonne lorsqu'elle fut émise, devint plus tard inadmissible.

Clausius donnait, en effet, sa théorie sur l'électrolyse que j'ai formulée précédemment. L'hypothèse du mouvement perpétuel des molécules permet d'imaginer aisément que la force électromotrice, appliquée à l'électrolyte, agit par influence sur la direction des ions, au moment où ils passent d'une molécule à l'autre, moment où ils sont accessibles à l'action du courant.

Tant que la force électromotrice n'atteint pas une valeur suffisante pour vaincre l'affinité reliant entre eux les atomes de la molécule électrolytique, l'électricité n'a sur les ions libres qu'une action directrice, et ce n'est qu'au moment où cette valeur atteint ou dépasse cette affinité que les ions libres, voisins des pôles, y adhèrent et peuvent se recueillir séparément.

Vient ensuite la théorie d'Arrhénius, que j'ai déjà énoncée, et dans laquelle il considère les corps constituant l'électrolyte comme se trouvant en majeure partie à l'état dissocié.

La théorie d'Arrhénius se trouve confirmée par divers exemples de la chimie pure ; il en est de même lorsque l'on étudie sa concordance avec les données expérimentales relatives à la conductibilité électrolytique, en fonction de la dilution et en fonction de la nature de l'électrolyte, enfin avec le transport des ions.

1° En fonction de la dilution :

D'après Kohlrausch et Bouty, la conductibilité moléculaire croît avec la dilution de l'électrolyte. Or, la proportion d'ions libres croît avec la dilution. La conductibilité limite correspond à la dissociation moléculaire complète ; par conséquent, seules les molécules dissociées conduisent à l'électricité.

2° En fonction de leur nature :

Kohlrausch fit d'abord des expériences incomplètes, et Bouty put formuler cette loi générale, qu'il démontra : *Les conductibilités des sels neutres tendent vers une même valeur, quand la dilution croît indéfiniment.*

Cette loi se vérifie d'autant mieux que la dilution est plus grande, c'est-à-dire lorsque la quantité d'ions libres est plus considérable.

Plus tard, Kohlrausch, continuant ses expériences, formula la loi générale suivante : *Les conductibilités des sels neutres se composent additivement de deux valeurs, dont la première dépend uniquement d'un étal ou ion positif, et la seconde du radical acide ou ion négatif.*

Ostwald explique l'action du courant électrique dans l'électrique dans l'électrolyte de la façon suivante :

La force électromotrice tend à déplacer les ions positifs dans le sens du courant, et les ions négatifs en sens inverse. Mis en mouvement, ces ions transportent l'électricité dans leurs directions respectives.

La conductibilité dépend donc de la quantité d'ions déplacée et de la vitesse de déplacement.

3° Transport des ions :

Une des choses évidentes est, par suite de l'apparition des ions aux électrodes, leur translation à travers d'électrolyte.

Dans un grand nombre de sels, on peut remarquer que la masse de l'électrolyte ne reste pas uniforme; il y a concentration à l'une des électrodes.

Par contre, d'autres sels ne présentent pas cette particularité.

C'est en 1855 que Hittorf a le premier donné une explication de l'inégale répartition de la masse électrolytique.

Il admet que les ions se déplacent les uns dans un sens, les autres dans l'autre, à des vitesses différentes.

Il mesure ces vitesses par un coefficient qu'il appelle nombre de transport.

Il démontre que la somme des nombres de transport, relatifs aux deux ions d'un électrolyte, est égale à l'unité.

Il explique que, si les deux ions se transportent avec la même vitesse, la perte subie par l'électrolyte doit être égale aux deux électrodes, et que, par conséquent, la concentration doit être uniforme.

Par contre, si les vitesses sont différentes, les pertes subies par l'électrolyte se répartissent aux électrodes dans le même rapport que les vitesses de translation des ions correspondants.

Déterminant par l'électrolyse la diminution de la teneur en sel aux électrodes correspondantes, le rapport de cette teneur donnera le rapport des vitesses de translation des ions, qui devra être le même que celui de leur conductibilité individuelle.

Les calculs de Kohlrausch vinrent confirmer, par leur concordance de résultat, les données expérimentales de Hittorf.

Enfin, les nombreuses expériences de Tommasi permettaient à ce dernier de formuler les lois suivantes :

1° *Lorsqu'un corps sera soumis à deux actions chimiques égales et contraires, la réaction qui dégagera la plus grande quantité de chaleur se produira toujours de préférence, pourvu toutefois qu'elle puisse être commencée ;*

2° *Entre deux réactions chimiques, celle qui exigera le moins de chaleur ou d'énergie pour commencer, se produira toujours de préférence quand bien même elle dégagerait moins de chaleur que l'autre réaction.*

Le principe du travail maximum était rendu faux, par ce fait, Tommasi énonce le principe maximum de la façon suivante :

La réaction chimique qui exigera le moins d'énergie pour être commencée se produira toujours de préférence, quelle que soit d'ailleurs la quantité de chaleur que cette réaction, une fois commencée, pourrait dégager ou absorber.

Enfin, en 1882, Tommasi donnait la loi des relations numériques entre les données théoriques :

Lorsqu'un métal se substitue à un autre dans une solution saline, la quantité de chaleur dégagée est, pour chaque métal, toujours la même, quelle que soit la nature du radical acide qui fait partie du sel.

Applications

Après l'exposé de ces lois et théories, je ne m'étendrai pas davantage sans tomber dans le domaine de la chimie.

L'électrometallurgie, par électrothermie, étant le seul point que je me suis donné à traiter, je vais parler succinctement

des applications de l'électrolyse à la métallurgie. Ces applications sont du reste complètement connues de tous et il suffira de les rappeler pour mémoire.

Suivant le but que l'on veut obtenir, l'électrolyse métallurgique comprend quatre catégories :

- 1° *La galvanoplastie ;*
- 2° *Les dépôts métalliques ;*
- 3° *Le raffinage des métaux ;*
- 4° *Le traitement des minerais.*

Galvanoplastie. — La galvanoplastie a pour but de reproduire des modèles par le dépôt d'un métal dans un moule, et de reproduire les empreintes de ce dernier.

Elle sert à la reproduction des médailles, statues, clichés, etc., etc. ; les moules sont généralement faits en gutta-percha, pour résister aux corrosions. La surface à recouvrir est disposée en cathode, c'est-à-dire attachée au pôle négatif. L'anode est formée, soit par un métal entrant dans la formation du bain, soit par un corps étranger, mais conducteur.

Il en est de même pour les dépôts métalliques. Les corps soumis à la galvanoplastie doivent être débarrassés des corps étrangers qui peuvent les recouvrir, tels que : graisses, oxydes, etc., etc., sinon le métal déposé n'aurait aucune adhérence.

La galvanoplastie fut découverte par Jacobi, qui remarqua que le dépôt de cuivre qui recouvre la cathode de la pile Daniel moule exactement cette électrode.

On a longtemps employé des piles comme producteur d'énergie ; on se sert aujourd'hui plus avantageusement de dynamos. Il en est de même évidemment pour les dépôts métalliques.

On a remarqué, en effet, qu'un kilo d'argent déposé par une pile revenait à 3 fr. 87, tandis que déposé par une dynamo il ne revenait qu'à 0 fr. 94.

Dépôts métalliques. — Cette branche de la galvanoplastie a pour but de déposer sur un métal ou un objet commun, ou peu résistant, une couche métallique de valeur ou rendant les objets inaltérables. Je me permettrai de rappeler quelques procédés généralement employés pour différents métaux.

Dorure et argenture. — Avant d'être soumis au courant électrique, les objets, généralement bijoux ou couverts, doi-

vent être soumis à plusieurs opérations, dans le but de débarrasser leur surface des matières étrangères qui peuvent se trouver.

1° DÉCAPAGE. — On décape les métaux en les chauffant au rouge sombre ou en les lavant avec une solution chaude de potasse ou de soude.

2° DÉROCHAGE. — Après rinçage, on plonge ces objets dans une solution d'acide sulfurique de 5 à 20 % d'eau, jusqu'à ce qu'ils deviennent rougeâtres.

Après les avoir lavés à l'eau on les passe dans les bains suivants :

a) Bain de vieille eau-forte.

On emploie à cet effet de l'acide azotique ayant servi précédemment ;

b) Bain d'eau-forte.

On passe les objets dans de l'acide azotique nouvellement préparé pendant quelques secondes, et on leur fait subir un grand lavage ;

c) Bain à brillanter.

Ce bain est composé d'acide azotique et d'acide sulfurique. Les métaux y sont passés rapidement, puis lavés à grande eau ;

3° PONÇAGE. — Les métaux sont ensuite frottés avec une brosse en fils de laiton sous un filet d'eau.

Ces différentes opérations effectuées on met les objets à recouvrir dans des bains appropriés dont voici généralement la composition :

DORURE. — Cette opération, qui a lieu soit à froid soit à chaud, se fait dans une dissolution de cyanure double d'or et de potassium.

ARGENTURE. — Le bain est formé d'une dissolution de cyanure d'argent dissous dans du cyanure de potassium.

NICKELAGE. — Après différents lavages, et après un polissage soigné pour donner plus d'éclat, les objets sont mis dans un bain formé d'une dissolution de sels doubles de nickel et d'ammoniaque. Il est à remarquer qu'une dissolution neutre est préférable.

Cobalt. — Quoique moins joli et moins résistant que le nickel, ce métal est pourtant beaucoup employé. Le bain est

composé d'une dissolution de sulfate double de cobalt et d'ammoniaque.

Antimoine. — On emploie un bain renfermant une dissolution de tartrate double d'antimoine et d'ammoniaque.

Etamage. — Ce procédé est employé sur une grande échelle, vu la consommation d'objets soumis à cette opération.

Le bain se compose d'une dissolution de pyrophosphate de soude et de protochlorure d'étain fondu.

Zingage. — Le bain est formé par une dissolution de sulfate de zinc.

Cuivrage et laitonnage. — Pour les métaux usuels, on emploie une dissolution de carbonate de cuivre et de cyanure de potassium, ou, de préférence, une dissolution d'acétate de cuivre, de carbonate de soude, de sulfite de soude et de cyanure de potassium.

Pour le cuivrage du zinc, on se sert d'une dissolution de bisulfite de soude, de cyanure de potassium, d'acétate de cuivre et d'ammoniaque.

Pour le cuivrage du fer, le bain est composé d'une dissolution de bisulfite de soude, de cyanure de potassium, de carbonate de soude, d'acétate de cuivre et d'ammoniaque. Le laitonnage du zinc se fait avec un bain formé par une dissolution de carbonate de cuivre, de carbonate de zinc, de carbonate de soude, de cyanure de potassium, de bisulfite de soude et d'acide arsénieux.

Pour le laitonnage du fer, on prépare deux dissolutions :

1° Bisulfite de soude, cyanure de potassium, carbonate de soude et eau ;

2° Acétate de cuivre, protochlorure de zinc neutre et eau

Ces deux bains préparés sont ensuite mélangés.

Raffinage des métaux. — L'objet de ce procédé est d'obtenir des métaux purs des métaux bruts industriels.

Cette opération est basée sur le phénomène suivant : Lors que l'anode soluble d'un voltamètre est constituée par une masse métallique impure, le passage du courant transporte le métal pur, qui y est renfermé à la cathode. Les impuretés tombent au fond du récipient.

Pour mémoire, je citerai les principales applications :

Raffinage du cuivre. — La métallurgie du cuivre est une opération longue et par conséquent coûteuse.

Les impuretés contenues dans le cuivre brut du commun, et dont la quantité arrive jusqu'à être de 4 % de celle du cuivre, sont des teneurs légères de soufre, d'arsenic, d'antimoine, de platine, d'or, d'argent, d'étain, de fer, de zinc, d'aluminium, etc.

Le procédé électrolytique de raffinage du cuivre dont un métal chimiquement pur et est des plus économiques. Il permet, en outre, de recueillir sous forme de boues les impuretés du métal et de les traiter.

L'électrolyse du cuivre s'opère dans une dissolution de sulfate de cuivre.

Raffinage de l'aluminium. — Le raffinage de l'aluminium s'obtient par l'électrolyse d'un bain composé d'alumine dissoute dans du fluorure double d'aluminium et de sodium.

Raffinage du plomb. — Comme toujours, le métal impur étant à l'anode, et le métal pur à la cathode, l'opération s'opère dans un bain renfermant une solution concentrée d'acétate plombique, ou de préférence de sulfate de plomb et d'acétate de soude.

Traitement des minerais. — Un petit mot sur le traitement direct des minerais par l'électrolyse.

C'est Becquerel, en 1854, qui le premier, proposa de réduire les minerais d'argent par le courant électrique dans un bain approprié.

En 1882, Blos et Miet firent breveter un procédé donnant une grande économie de courant. Enfin cette invention fut perfectionnée par Marchète.

J'arrêterai là cette énumération et ce court aperçu des applications de l'électricité par le passage du courant dans un électrolyte.

Un dernier mot me permettra de dire que ces différents modes de travail des métaux est très onéreux et assez délicat.

En outre, le procédé par voie humide fait toujours craindre l'apparition de réactions secondaires, dues au liquide, et ce dernier doit toujours être choisi soigneusement et être constamment surveillé pendant l'opération.

Marcel DEMOUY.

Ingénieur-Electricien.

NOTE

Sur un nouveau procédé d'utilisation des lampes à filament métallique

Les corps pouvant entrer dans la constitution des lampes à incandescence par l'électricité doivent jouir des propriétés suivantes :

1° Ils doivent pouvoir être obtenus sous forme de filament long et fin.

2° Ils doivent être très difficilement fusibles de manière à avoir avec le minimum de dépense, le maximum de lumière en portant le corps à la température la plus élevée possible (pour le Tungstène le pouvoir éclairant varie comme la 12^e puissance de la température absolue).

3° Ils doivent avoir une chaleur spécifique aussi faible que possible de manière à réduire au minimum la dépense d'énergie nécessaire pour les échauffer.

Le Tungstène est de tous les corps actuellement connus celui qui répond le mieux à ces nécessités. Toutefois sa résistance est faible et aux voltages usuels (110 volts et au delà), on doit recourir à des filaments très longs, très fins, par suite très fragiles, sans avoir pu descendre au-dessous de la lampe de 16 bgs. Celle-ci consomme à l'heure au moins 1,7 watt par bougie et a un filament tellement fin que le moindre choc le détruit.

Si l'on veut obtenir une consommation de 1,3 watt par bougie qui est le minimum de la consommation aux voltages usuels (Voir à ce sujet le Bulletin de la Société Internationale des Electriciens de février 1909) ; on est obligé de recourir à des lampes de 32 bougies au minimum. Ces intensités lumineuses sont trop importantes pour répondre aux besoins ordinaires. Tout le monde sait en effet qu'un éclairage est d'autant meilleur que pour une même dépense le nombre des points lumineux est plus grand.

Cela posé, on conçoit immédiatement que si le voltage d'alimentation des lampes diminue, les inconvénients que nous avons rappelés plus haut disparaissent.

Imaginons, en effet, que partant du filament d'une lampe de 50 bougies à 110 volts, nous le partagions en 5 tronçons égaux, nous obtiendrons 5 filaments de 10 bougies 22 volts dont la qualité sera supérieure à celle du filament initial puisqu'il est beaucoup moins long et par suite moins fragile.

On voit ainsi qu'aux environs de 20 ou 22 volts la lampe de 10 bougies est très solide et l'expérience montre que les lampes de 5 bougies à 22 volts sont elles-mêmes bonnes, tandis que celles de 110 volts 25 bougies ayant un filament de même diamètre et 5 fois plus long, sont beaucoup trop fragiles pour être d'un bon usage.

Ainsi, nous avons trouvé que la durée moyenne des lampes de 10 bougies à 22 volts qui ont une consommation de 11 watts pouvait atteindre et même dépasser, *sur courant alternatif*, 1,400 heures, avec une diminution maxima de 25 % pour le pouvoir éclairant.

Il en résulte que, en admettant pour ces lampes de bas voltage des durées égales à celles que l'on obtient pratiquement à 110 volts par exemple, on peut réduire la consommation spécifique. Ainsi, M. Weissmann a prouvé dernièrement que l'on pouvait établir des lampes de 50 bougies à 20 ou 25 volts, consommant 0,75 watt par bougie et d'une durée pratique au moins égale à 700 heures même sur courant alternatif.

L'utilisation de ces lampes de très bas voltage sur les secteurs dont la distribution n'est jamais faite à moins de 100 ou 110 volts peut se réaliser de deux manières différentes :

- 1° Par la mise en série de plusieurs lampes identiques ;
- 2° Par le montage en dérivation à condition de pouvoir facilement réduire le voltage.

La première solution n'est à recommander dans aucun cas car la mise en série des lampes a pour effet de diminuer énormément leur durée. Ainsi, en comparant les lampes constituées par un filament unique à des lampes d'un voltage double obtenues par le montage en série de deux filaments identiques à celui des premières lampes, nous avons trouvé que, toujours les lampes du plus haut voltage, ont une durée égale sensiblement aux $\frac{2}{3}$ de la lampe du voltage le plus faible ; et cette différence de durée ne pouvait évidemment provenir que des survoltages résultant de la mise en série des filaments.

On conçoit aisément que si le montage en tension de deux filaments d'un diamètre égal peut conduire à des dérèglements aussi importants entre les températures, le fonctionnement en série de plusieurs lampes qui peuvent ne pas avoir le même filament donne forcément les plus mauvais résultats.

La deuxième solution est donc la seule réellement utilisable, mais son application n'est malheureusement simple que sur les courants alternatifs pour lesquels la réduction du voltage s'obtient facilement par l'emploi d'appareils statiques.

Pour différentes raisons que nous allons exposer, on ne doit jamais hésiter à multiplier des transformateurs surtout si l'on considère que les lampes sont d'autant meilleures que leur voltage est plus bas.

1° Si l'on faisait fonctionner des appareils à vide ou incomplètement chargés, on introduirait sur les réseaux des décalages complémentaires très importants; ainsi les secteurs de Paris et de la Banlieue ont pris les dispositions les plus sévères pour interdire l'emploi de transformateurs à charges variable.

Dans tous les cas et quel que soit le nombre des appareils qu'une semblable utilisation implique, on devra toujours mettre un transformateur par interrupteur d'allumage.

2° La plupart du temps les canalisations sont tellement faibles par suite des surcharges qu'on leur fait subir, qu'il n'est pas possible de placer les transformateurs à des distances importantes des lampes. La chute de tension en ligne au secondaire réduirait beaucoup l'économie réalisée par ce système.

Admettons par exemple que dans une distribution à 110 volts la chute de tension entre le compteur et une lampe à charbon soit de 5 volts qui correspondent à une perte d'énergie de $5/110$, si nous plaçons au compteur un transformateur abaissant la tension à 22 volts, pour pouvoir utiliser une lampe à filament métallique de même intensité lumineuse et économisant les deux tiers, le courant de circulation devient supérieur de 40 % au courant absorbé par la lampe de 100 volts et la chute de tension devient 7 volts; la perte d'énergie en ligne est devenue $7/22 = 29\%$ environ, elle est 6 fois plus grande que dans le premier cas.

Pour maintenir la même déperdition d'électricité on de-

vrait alimenter les lampes à 60 volts environ et tout l'intérêt du système disparaîtrait puisque la lampe de 16 bougies serait elle-même peu robuste.

3° Enfin l'économie réalisée serait sensiblement réduite puisque les chutes de tension en lignes deviendraient importantes et que le transformateur serait normalement en service à un régime très éloigné de la pleine charge et ne pourrait avoir par conséquent qu'un mauvais rendement.

En résumé, en courant continu, l'emploi le plus rationnel des lampes à filament métallique reste encore un problème à résoudre.

En courant alternatif, nous avons prouvé qu'il y a des avantages énormes à recourir aux voltages les plus bas et à alimenter les lampes en dérivation, ce qui nécessite, si l'on veut avoir un bon fonctionnement, l'emploi d'un transformateurs par interrupteur d'allumage

ROUSSELET, Ingénieur.

N. D. L. R. — Ce procédé breveté par M. Weismann est exploité par la Compagnie Française des Perles Electriques Weismann (218, faubourg St-Honoré, Paris).

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVETS D'INVENTION

Mines et Métallurgie

N° 399 101.

Procédé de traitement de minerais, de mattes ou de produits métallurgiques, en vue de leur préparation à la fusion subséquente.

L'invention est relative à un procédé de traitement de minerais, de mattes ou autres produits métallurgiques contenant du soufre, procédé caractérisé par ce fait que lesdites substances, suffisamment broyées, sont mélangées avec les fondants nécessaires à la fusion subséquente, par exemple avec l'acide silicique sous la forme de sable ou avec des mi-

nerais, mottes ou produits métallurgiques contenant de l'acide salicique en quantité suffisante à la combinaison avec le fer oxydé formant ainsi un silicate ferrugineux ou une scorie ferrugineuse, ce mélange étant introduit, à l'état fortement humecté de préférence dans un appareil approprié, sur une couche de combustible ou de minerai incandescent, pendant qu'en même temps, un courant d'air est refoulé ou aspiré à travers la masse.

Agriculture

N° 399.115

Machine pour l'établissement de drains pour le drainage du sol.

L'invention porte sur une machine propre à l'établissement de drains pour le drainage du sol comportant : un châssis muni de roues et moteurs ou sans moteurs; des organes pour ouvrir les tranchées destinées à l'établissement des drains; et un réservoir pour contenir la matière propre à réaliser lesdits drains; lesdits organes étant, avantageusement, agencés de façon à permettre de faire varier graduellement, et, de préférence automatiquement, la profondeur desdites tranchées, et complété par des moyens assurant la distribution convenable de ladite matière.

Arquebuserie et Artillerie

N° 399.118

Balle pour le tir sans danger sur silhouettes vivantes au moyen d'armes ou de cartouches de toutes sortes.

L'invention a pour objet une balle pour le tir sans danger sur silhouettes vivantes au moyen d'armes et de cartouches de toutes sortes, caractérisée :

a) Par un dispositif marqueur consistant en un évidement pratiqué dans la pointe de la balle qui est de forme cylindro-ogivale, cet évidement étant destiné à recevoir une matière colorante (par exemple du blanc d'Espagne) propre à marquer le point d'impact de la balle ;

b) Par des rainures circulaires pratiquées près de l'extrémité postérieure de la balle et destinées à contenir un lubrifiant ;

c) Par sa composition, en l'espèce un mélange de cire d'abeilles, de sciure de bois, d'oxyde noir de cuivre et de plombagine en proportions variables, la balle étant obtenue par moulage avec compression de ce mélange qui présente une grande résistance à la chaleur et aux effets mécaniques ; de bons résultats étant obtenus avec le mélange suivant :

Cire d'abeilles	20 parties.
Sciure de bois	5 —
Oxyde noir de cuivre	2 —
Plombagine	1 —

Machines

N° 399.122.

Masse consistant en cristaux durs mélangés de celluloid pour la fabrication d'outils en tous genres.

L'invention porte sur une masse servant à la fabrication d'outils destinés à travailler des matières dures, telles que scies, meules, etc., cette masse se composant de cristaux durs, tels que diamant, flint, corindon, carborundum, etc., mélangés avec une masse véhiculante ou agglomérante appropriée, particulièrement de celluloid.

Intermédiaire Professionnel

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.

Les membres titulaires de l'Association ont, seuls, droit de réponse à ces offres, par l'intermédiaire du Président.

DEMANDES D'EMPLOIS

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

La correspondance relative à l'Intermédiaire professionnel devra être adressée au Président de l'Association.

VISITES ET CONFÉRENCES

Les deux visites qui eurent lieu au chantier du boulevard Delessert, le 20 juin et le 18 juillet, grâce à l'amabilité de MM. Loup et fils, ingénieurs-entrepreneurs, intéressèrent vivement les quelques sociétaires (toujours trop peu nombreux) qui eurent la bonne fortune d'y assister. Le Comité, faisant appel à la collaboration du camarade Mercier, espère publier prochainement un compte rendu technique où nos collègues les moins favorisés de temps pourront prendre leur part de documentation.

La visite de la Galerie des Machines ainsi que celle des sous-sols de la Tour de trois cents mètres ne manquèrent pas non plus d'intérêt ; après un dernier adieu à la grande coque qui retourne si piteusement aux laminoirs, nos amis se transportèrent à l'usine souterraine de la Tour Eiffel où les renseignements les plus complets (sur les générateurs, les compresseurs, les pompes, les accumulateurs de force, les ascenseurs et leurs machineries munis de tous les appareils de sécurité et de contrôle désirables) nous furent prodigués par le personnel technique si accueillant et à qui nous témoignons toute notre reconnaissance.

Deux mots aussi du programme si complet des anciens élèves des Laboratoires Bourbouze, chez qui notre camarade Degaast traita, chacune à leur tour, toutes les branches de l'industrie du livre, depuis les matières premières jusqu'à l'impression polychrome, et que complétaient une belle suite de visites des meilleurs ateliers de la place, ainsi que deux causeries : l'une artistique et historique, à la Bibliothèque Nationale, l'autre documentaire, qui réunit devant les appa-

reils exposés dans les galeries du Conservatoire bon nombre de nos fidèles collègues.

Enfin, la visite du 22 juillet, chez MM. Gentil et Bourdet, à Billancourt, qui fera l'objet d'une note technique de notre camarade Degaast.

Disons enfin que le Comité voudrait voir beaucoup plus nombreux les visiteurs qui participent à ces réunions d'une utilité incontestable et qui constituent le complément pratique de l'enseignement reçu au Conservatoire, ils n'auront d'ailleurs qu'à s'en féliciter.

Tous nos remerciements à MM. les Industriels pour l'accueil cordial et désintéressé que nous recevons chez eux ; tous nos compliments à MM. les Conférenciers ; et tous nos encouragements aux organisateurs de ces réunions.

LE COMITÉ.

PROGRAMME D'AOUT 1909

SOCIÉTÉ DES ÉLÈVES ET ANCIENS ÉLÈVES

du

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS-ET-MÉTIERS

Vendredi 20 Août à 2 heures

Visite de la MANUFACTURE DES TABACS

Rue Ernest Renan à ISSY-LES-MOULINEAUX

Rendez-vous à 1 h. 45 devant la porte de l'Usine. — Le nombre des entrées étant limité, le Comité prie les visiteurs d'être très exacts.

Dimanche 29 Août à 10 heures du matin

Visite des Usines à Glace de "LA FRIGORIFIQUE"

Avenue Sud des Abattoirs (La Villette)

sous la direction de M. DEGAAST.

Rendez-vous à 9 h. 30, 176 rue de Flandre.

BIBLIOGRAPHIE

E. AUCAMUS ET CALINES. *Tramways et Automobiles*. — Dans cette seconde édition, entièrement transformée en raison des récents progrès de la locomotion, les auteurs très autorisés en la matière ont cru bon d'adjoindre les comptes rendus des essais officiels ou privés. — Un chapitre spécial est consacré aux chemins de fer métropolitains. — Dunod et Pinat, Paris. 15 francs broché.

PACORET. *Calcul et construction des appareils de levage, Treuils et Ponts roulants*. — Formules courantes de la construction des appareils, avec études comparatives des différents organes : les moteurs, les treuils, les suspensions, les chaînes, les chemins de roulement ; suivies des applications des ponts roulants dans les usines, garages, et sur les chantiers. — Masson et Cie (Encyclopédie Léautey). Prix : 2 fr. 50, broché.

E. DOMMIEN. *Monographie agricole de la Grande-Bretagne*. — Nos camarades agronomes y trouveront une étude très documentée sur l'agriculture en Angleterre, tant au point de vue technique qu'économique. — J. B. Baillière et fils. 2 francs broché.

OTTO. *L'industrie des parfums d'après les théories de la chimie moderne*. — Traitant des parfums naturels et artificiels dans leur extraction, leurs propriétés, leur préparation et leur conservation. — Dunod et Pinat, Paris. 7 francs.

RORET. *Chandelier et Cirier*. — Cet ouvrage venant compléter la collection des manuels Roret, sera un auxiliaire précieux pour tout le personnel de l'industrie stéarique ; après une étude sur la production, la composition, les propriétés des matières premières, suifs et cires, l'auteur traite la fabrication industrielle des bougies, chandelles, cierges et cires à cacheter. — Mulo, éditeur.



Le Gérant . E. DELAUBE.

Paris. — Imp. Stemmer, 175, Rue Saint-Honoré.

Ministère du Commerce et de l'Industrie

CONSERVATOIRE NATIONAL des ARTS-&MÉTIERS

Diplômes d'Études

Cours connexes de Machines et d'Electricité industrielle	M. I. BORDIER.
— de Physique appliquée aux Arts et d'Hygiène industrielle	Mlle R. CHÉREST.
— de Filature et Tissage et Chimie appliquée aux industries des matières colorantes, blanchiment, teinture, etc.....	M. A. GIRET.
— d'Economie industrielle et statistique et de Droit commercial.....	M. E. HUMERY.
— de Filature et Tissage et Chimie appliquée aux industries des matières colorantes, blanchiment, teinture, etc.....	M. A. JUSTE.
— de Chimie agricole et analyse chimique et Agriculture	M. H. LAFON.
— de Machines et de métallurgie et Travail des métaux.....	M. G. ROBRIEUX.
— de Chimie industrielle et de Chimie appliquée aux industries des matières colorantes, blanchiment, teinture, etc.....	M. G. SCHRÉDER.
— d'Economie politique et Législation industrielle et d'Economie industrielle et Statistique.....	M. de SÉGUIN DES HONS.
— de Machines, de Physique appliquée aux Arts et d'Electricité industrielle.	M. G. TRICOTET.
— de Chimie agricole et analyse chimique, de Chimie appliquée aux industries des matières colorantes, blanchiment, teinture, impression, etc., et de Chimie appliquée aux industries des Chaux et Ciments, Céramique et Verrerie.....	M. H. WIRBEL.

Certificats Annuels

COURS DE 1908-1909

- Cours de Géométrie appliquée aux Arts : MM. E. Delaube, A. Duc.
- Cours de Mécanique appliquée aux Arts : MM. A. Audiger, C. Bourdelier, E. Burlet, G. Capet, G. Caspard, A. Delacomptée, L. Delassasseigne, E. Delaube, F. Flotron, A. Gaillard, A. Heumez, M. Lainé, A. Lévy, R. Merland, G. Mévrel, H. Michelot, E. Thomas, E. Thouvenin, A. Tissier.
- Cours de Machines : MM. H. Audebrand, P. Baron, H. Bénézit, A. Bonpois, L. Brouaye, J. Corne, G. Fertat, M. Feuchot, A. Girout, A. Lévy, R. Merland, C. Michaut, H. Michelot, G. Mocquart, M. Nadal, H. Nuwendam, G. Robrieux, M. Salette, J. Servais, E. Thévenon, G. Tricotet.
- Cours de Physique appliquée aux Arts : M. J. Bordier, Mlle Cherest, MM. A. Coupat, L. Dupuis, L. Kleiber, M. Monnot, C. Motcharouk, E. Pagès, L. Rinuy, Mlle D. Rolland, M. J. Servais, G. Tricotet.
- Cours d'Electricité industrielle : MM. J. Bordier, G. Capet, A. Dautel, E. Thévenon, V. Vautrin.
- Cours de Filature et Tissage : M. R. Morel.
- Cours de Constructions civiles : MM. J. Baudin, P. Birck, L. Delassasseigne, M. Deruy, R. Fauconnier, L. Habert, Mlle Habicht, MM. R. Maury, G. Mévrel, P. Morel, A. Muret, A. Prunier, A. Robquin, M. Stengler, A. Tharau, E. Thomas.
- Cours d'Arts appliqué aux Métiers : M. L. Barbier, Mlle M. Deguy-Saaph, MM. E. Doucet, E. Duvillier, M. Fellion, J. Guedon, C. Katzler, L. Lamouret, F. Lebel, R. Lebel, J. Perdreau, Guy Robin, H. Saur, H. Valette.
- Cours de Métallurgie et Travail des Métaux : MM. M. Artamonoff, G. Capet, E. Choisez, A. Chodorovski, A. Denichère, M. Diamant, M. Lamat, G. Mocquart, C. Motcharouk, E. Pagès, A. Rapin, G. Revol, G. Robrieux, F. Walter.
- Cours de Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie : MM. H. Aschel, A. Blankenberg, G. Bourgeois, P. Canfrère, F. Conin, A. Cornille, R. Dage, G. Degaast, E. Fabre, G. Gavet, A. Guillaume, Mlle A. Habicht, MM. R. Kopenhague, H. Martin, A. Pierson, A. Pouillot, L. Rinuy, H. Wirbel.
- Cours de chimie agricole et analyse chimique : MM. P. Canfrère, C. Coquinot, G. Degaast, R. Dage, L. Jacquemin, R. Kopenhague, G. Petit, H. Wirbel.
- Cours de Chimie industrielle : MM. H. Aschel, A. Brun d'Artis, G. Sachs, G. Schreder, R. Wurmser.

- Cours de Chimie appliquée aux industries des matières colorantes, blanchiment, teinture, impressions et apprêts : MM. A. Brun d'Artis, A. Giret, G. Huet, L. Jacquemin, A. Juste, A. Pero, A. Rocques, H. Wirbel.
- Cours de Chimie appliquée aux industries des chaux et ciments, céramique et verrerie : MM. H. Aschel, G. Bloch, R. Boivin, A. Brun d'Artis, G. Degaast, F. Hanciau, E. Lépaulle, P. Naudot, A. Rocques, H. Wirbel.
- Cours d'Agriculture : MM. H. Lafon, M. Maylin.
- Cours d'Hygiène industrielle : Mlle R. Cherest, M. M. Clerc, Mlle M. Cordier, M. V. Gruau, Mme M. Hantz, Mlle J. Jarry, M. A. Pouillot.
- Cours d'Economie politique et Législation industrielle : M. L. Dambreville, Mlle A. Habicht, MM. A. Koutchouk, M. Louvard, A. Parbelle, G. Rigaut, G. de Séguin des Hons, J. Stell, F. Teissier, P. Zaigle.
- Cours d'Economie industrielle et Statistique : MM. P. Besson, G. Charlier, G. Garin, A. Gasty, A. Parbelle, G. Rigaut, G. de Séguin des Hons, J. Stell, F. Teissier, P. Zaigle.
- Cours d'Assurance et Prévoyance sociales : MM. Maylin.
- Cours de Droit commercial : MM. E. Humery, M. Louvard, J. Stell, F. Teissier.
- Cours d'Economie sociale : MM. J. Stell, F. Teissier.
- Cours d'Associations ouvrières : Mlle A. Habicht.
- Cours de Géographie industrielle et commerciale : MM. A. Juste, L. Platt, S. Vayssières.

Récompenses

- Prix de Trémont de 50 fr. — M. Boivin (René).
- Prix de Trémont de 50 fr. — M. Canfrère (Philippe).
- Prix de Trémont de 50 fr. — M. Degaast (Georges).
- Prix de Trémont de 50 fr. — M. Kopenhague (Robert).
- Prix de Trémont de 50 fr. — M. Gasty (André).
- Prix de Trémont de 100 fr. — Mlle Habicht (Anatolia).
- Prix de Trémont de 50 fr. — M. Hubert (Albert).
- Prix de Rothschild de 50 fr. — M. Bordier (Jules).
- Prix de Rothschild de 50 fr. — M. Gibert (Emile).
- Prix de la Chambre de commerce de Paris de 75 fr. — M. Duc (Athanase).
- Prix de la Chambre de commerce de Paris de 50 fr. — M. Fabre (Emile).
- Prix de la Chambre de commerce de Paris de 75 fr. — M. Merland (René).
- Prix de la Chambre de commerce de Paris de 50 fr. — M. Pagès (Edmond).
- Prix de la Chambre de commerce de Paris de 50 fr. — M. Rinuy (Louis).

Prix de la Chambre de commerce de Paris de 100 fr. — M. de Séguin des Hons (Gabriel).

Prix de Mme Léon Droux de 500 fr. — M. Michelot (Henri).

Prix Aimé Girard de 150 fr. — M. Schröder (Georges).

Prix de la Banque de France de 100 fr. — M. Stell (Jules).

Prix Joseph Hirsch de 200 fr. — M. Lévy (André).

Prix Joseph Hirsch de 200 fr. — Mlle Rolland (Delphine).

Prix Joseph Hirsch de 100 fr. — M. Thomas (Edouard).

Prix de la Chambre de commerce de Paris de 50 fr. — Mlle Chérest (Renée).

Prix de la Chambre de commerce de Paris de 50 fr. — M. Clerc (Marius).

Prix de l'Association amicale des ingénieurs électriciens de 100 fr. — M. Thévenon (Eugène).

Prix de l'Association amicale des ingénieurs électriciens de 100 fr. — M. Vautrin (Victor).

Prix du groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses de 100 fr. — M. Barbier (Louis).

Prix du groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses de 100 fr. — M. Guedon (Jacques).

Prix de MM. Bourdaquez et Cheval de 50 fr. — M. Robin (Guy).

Prix de MM. Bourdaquez et Cheval de 50 fr. — M. Valette (Henri).

Prix de la Chambre syndicale de la teinture, des apprêts et du blanchiment de 200 fr. M. Jacquemin (Léopold).

Prix de la Chambre syndicale de la teinture et des industries qui s'y rattachent de 100 fr. — M. Pero (Armand).

Prix de M. Chappat de 50 fr. — M. Rocques (André).

Prix de M. Chappat de 50 fr. — M. Wirbel (Henry).

Prix de la Société amicale des chefs de service et contremaîtres des industries métallurgiques de 50 fr. — M. Lemat (Maurice).

Don d'un ouvrage par M. Sauvage. — M. Audebrand (Henri).

Don d'un ouvrage par M. Sauvage. — M. Bénézit (Henri).

Don d'un ouvrage par M. Sauvage. — M. Mocquart (Georges).

Don d'un ouvrage par M. Sauvage. — M. Servais (Julien).

Don de trois brochures par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — M. Baron (Paul).

Don de trois brochures par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — M. Feuchot (Maurice).

Don de trois brochures par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — M. Fertat (Gaston).

Don de trois brochures par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — M. Neuwendam (Henri).

Don d'un ouvrage par M. Pillet. — M. Delaube (Eugène).

Don d'un ouvrage par M. Pillet. — M. Deruy (Marcel).

Don d'un ouvrage par M. Guillet. — M. Capet (Georges).

Don d'un ouvrage par M. Guillet. — M. Robrieux (Georges).

Médailles de vermeil. — MM. Humery (Eugène). Juste (Alfred), Rigaut (Georges), Tricotet (Georges).

Plaquettes. — MM. Aschel (Henri), Baron (Paul), Bénézit (Henri), Bourdelier (Claude), Capet (Georges), Conin (Fernand), Cornille (Alix), Deruy (Marcel), Doucet (Eugène), Feuchot (Maurice), Gavet (Georges), Huet (Georges), Hurier (René), Kleiber (Léon), Maylin (Michel), Pouillot (André), Prunier (Auguste), Rinuy (Louis), Robquin (Adolphe), Rouberty (Jean), Saur (Henri), Teissier (Frédéric), Thouvenin (Emile).

Rappels de prix. — Mlle Chérest (Renée), MM. Clerc (Marius), Chodorowski (Albert), Delassasseigne (Louis), Giret (Alexandre), Petit (Georges), Revol (Gustave).

Lettres de félicitations. — MM. Bardol (Lucien), Baudin (Jules), Birck (Pierre), Burlet (Eugène), Mahieu (Paul), Morel (René), Platt (Luc), Stenler (Michel), Tharau (Abel), Vayssières (Sylvain).

LE SUCRE

PAR M. ROUBERTY

Généralités — Historique — L'Industrie Sucrière

Au sein des tissus verts des plantes, sous l'influence des rayons solaires, le carbone emprunté à l'acide carbonique de l'air se combine avec l'eau pour former un hydrate de carbone qui est précisément le saccharose.

Ce sucre subit des transformations qui lui permettent de constituer les tissus végétaux et de s'accumuler dans divers organes de la plante.

De ce fait, le sucre est très répandu dans le monde végétal: on le rencontre dans un grand nombre de graminées parmi lesquelles la plus importante est la canne à sucre (*saccharum officinalis*).

On le trouve également dans certaines racines dont le type principal est la betterave (*beta vulgaris*).

Sucre de Canne

Le sucre de canne paraît être connu et usité de temps immémorial dans l'Asie méridionale.

Les Grecs le connurent à l'époque où Alexandre fit son expédition dans l'Inde. Ils l'appelaient miel de roseau.

Le sucre était encore très rare sous l'empire romain. Il est à croire d'après les auteurs latins que les anciens ignoraient le raffinage.

Cependant certains disent que les Chinois étaient assez avancés sur les autres pays et qu'ils savaient non seulement l'extraire mais aussi lui donner la forme et la consistance d'un sel. Il est certain que les Arabes ont connu le sucre cristallisé bien longtemps avant les Européens et que ce produit n'a été importé dans l'Europe Occidentale que lors des Croisades.

Un auteur, Pancirole prétend il est vrai que le raffinage fut imaginé par un Vénitien en l'année 1471, mais son assertion est contredite.

En effet en 1333, en Dauphiné, il est question de sucre raffiné connu sous le nom de sucre blanc, et en 1353 dans une ordonnance du roi Jean, on parle de sucre raffiné connu sous le nom de « Caffetin ».

Enfin, d'une manière générale ce n'est qu'en 1372 qu'un moine sur l'ordre du roi Charles V, traduisit un ouvrage anglais parlant d'épuration et de cristallisation du sucre.

En 1520, dom Henri, régent de Portugal fit prendre dans l'île de la Sicile des plans de cannes et les fit planter dans l'île de Madère ; d'où l'origine de la richesse de l'île.

En 1643, les Anglais commencent à cultiver la canne à la Barbade. Les Français les imitèrent en 1644 à Saint-Christophe, et en 1648 à la Guadeloupe.

Le Sucre de Betterave

La présence du sucre de betterave paraît avoir été signalée pour la première fois en 1605 par Olivier de Serres.

En 1747, un chimiste allemand, Margraff, se livra à des expériences sur ce sujet et parvint à établir d'une façon définitive la présence du sucre cristallisable dans la betterave.

Les travaux de François Achard, élève de Margraff, entrepris sous la direction de Frédéric II, aboutirent à l'établissement d'un mode de fabrication du sucre.

En 1796, Achard fonda à Steinau-sur-l'Oder la première sucrerie et en 1799 il présenta au roi de Prusse Frédéric-Guillaume III des échantillons de pains de sucre indigène.

Il fallut les circonstances de la Révolution et de l'Empire

pour que l'extraction du sucre de betterave pût prendre une place dans l'industrie.

Par suite de la prépondérance anglaise sur toutes les mers du Globe, le sucre exotique ne pouvant plus arriver en Europe, on songea à le remplacer, pour le sucre que pourrait fournir la betterave.

En 1810, Napoléon I^{er} fit refaire les expériences d'Achard et le 29 mai 1811, 32.000 hectares furent livrés à la culture betteravière, de plus de 1 million de francs furent distribués à titre d'encouragement.

On créa des écoles de chimie et des sucreries pour le travail du sucre indigène.

Mais la chute de l'Empire vint arrêter ce mouvement et la plupart des fabriques ne tardèrent pas à ne plus fonctionner. Néanmoins quelques-unes survécurent et avec les encouragements et enseignements de la chimie, elles purent vers 1830, menacer à leur tour les sucreries coloniales.

De nos jours, l'industrie sucrière a pris une très grande extension et se trouve localisée pour ainsi dire en France, Belgique, Allemagne, Autriche-Hongrie.

En France, la région sucrière est comprise entre les départements du Nord, du Pas-de-Calais, de la Somme, de l'Aisne, de l'Oise.

Étude sur le Sucre de Betterave

En 1886, Aimé Girard, l'éminent professeur du Conservatoire des Arts et Métiers et de l'Institut agronomique, entreprit une série d'expériences qui devaient l'amener au bout de plusieurs années à découvrir le lieu exact de la formation du sucre et il trouva que le saccharose, élaboré dans les limbes, sous l'influence solaire, se diffuse durant la nuit, et se localise dans la racine.

Le sucre est un aliment de toute utilité pour l'homme. En 1855, Claude Bernard a découvert la fonction principale du foie permettant l'élaboration d'une matière qui, à l'aide des principes du sang, se transforme presque instantanément dans l'organisme et qui donne un sucre ayant une certaine analogie au glucose.

Ce sucre se nomme glycogène.

En 1856, un autre savant, M. Chauveau, a démontré par des expériences, qui depuis sont devenues classiques, que le

muscle masseter demande au sang qui le parcourt une quantité triple de sucre pendant son activité qu'il n'en consomme au repos et il a démontré également que dans l'alimentation, la matière hydrocarbonée est la source primordiale de l'activité musculaire et de la chaleur animale. De ce fait, ce savant a formulé la loi suivante (1).

« Le glycogène est l'élément de la force musculaire. Pendant le travail qui s'accomplit dans les organes en activité physiologique la quantité de sucre qui disparaît dans le système capillaire devient plus considérable qu'au repos.

« Elle est proportionnelle à la suractivité des combustions excitées par la mise en feu des organes.

« Les hydrates de carbone sont aussi la source de la chaleur animale et de même que les muscles consomment les $\frac{3}{4}$ du glycogène fabriqué dans le foie, de même sont produits les $\frac{3}{4}$ de la chaleur animale. »

(A suivre.)

Jean ROUBERTY,

*Membre de la Société des Laboratoires
Bourbouze.*

Simple Notes du Laboratoire

La principale qualité du chimiste est de savoir faire beaucoup avec peu, c'est-à-dire qu'avec des moyens très restreints qui sont les forces que la Nature met à notre disposition, il doit être capable de surmonter la majorité des difficultés, cela par adresse, par une connaissance très approfondie de sa science et surtout par une valeur expérimentale considérable.

Pour faire de la science avec précision, il n'est pas toujours nécessaire d'avoir recours à des procédés complexes et coûteux ; l'usage de moyens simples mais appliqués avec beaucoup de réflexion, mène, le plus souvent, aux mêmes résultats, il est aisé de s'en convaincre en suivant quelques-unes des belles leçons faites par M. Schlœsing sur la chimie agri-

(1) *Contribution à l'étude de l'alimentation sucrée*, par Carot, 1902 — Imprimerie Bivort.

cole et l'analyse chimique appliquée aux matières agricoles, leçons dans lesquelles on s'attend à trouver une grande spécialisation, alors qu'on y trouve au contraire l'exposition des idées les plus générales depuis la philosophie de la science jusqu'à la technique de laboratoire.

Nous pensons qu'il est bon de répandre un peu ces tours de mains simplifiant considérablement certaines opérations qui, effectuées avec les procédés ordinaires, semblent fastidieuses; nous nous bornerons à n'exposer que quelques dispositifs, puisque leur transformation peut permettre leur application à un grand nombre de cas différents.

*
* *

La filtration, opération si simple en apparence, devient fort ennuyeuse dès qu'il s'agit de filtrer une grande quantité de liquide, surtout dans le cas d'une analyse dans laquelle il ne

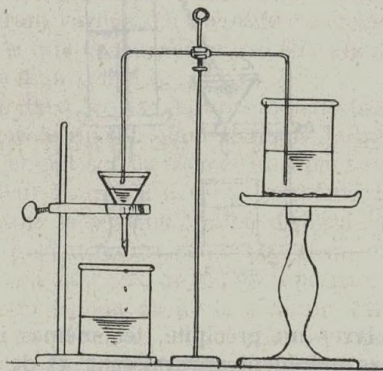


Figure 1.

faut pas employer de trop grands filtres, pour diminuer les chances d'erreur dans les pesées, rien ne fait plus perdre de temps que de remplir à chaque instant un filtre, c'est un retard appréciable; puis, si occupé autre part, on tarde à remplir le filtre à temps, l'entonnoir se désamorce et l'opération n'en marche que plus lentement.

Il est bien plus pratique et élégant de se servir d'un petit siphon en tube assez fin (1^{mm} ou 2^{mm} de diamètre intérieur),

les deux branches de ce siphon sont d'égale longueur ; ce dispositif est figuré ci-dessus, en inclinant le siphon à droite ou à gauche on ralentit (ou même arrête), ou accélère l'écoulement, dès que l'entonnoir est amorcé, on place le siphon plein d'eau et on règle l'écoulement de telle sorte que le filtre reste constamment plein, alors toutes les difficultés disparaissent et on peut aisément mettre en marche plusieurs filtrations analogues, un simple coup d'œil permettant de s'assurer si le réglage est bon. Généralement on a affaire à un liquide décanté au fond duquel se trouve le précipité ; dans ce cas, on opère comme ci-dessus jusqu'à ce qu'il ne reste plus dans le vase que le précipité avec une mince couche d'eau ; puis, à ce moment on enlève le siphon et on termine comme une filtration ordinaire.

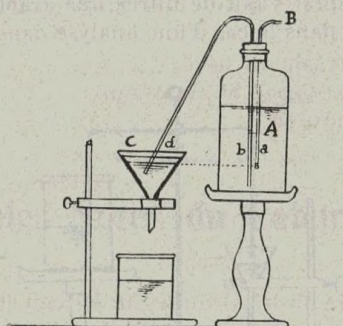


Figure 2.

S'agit-il de laver un précipité, les mêmes inconvénients que dans le cas précédent apparaissent, et de plus ils sont aggravés par la facile altération de certains précipités au contact de l'air (les sulfures en particulier), il convient donc d'employer un dispositif maintenant le filtre toujours plein du liquide laveur, ce que le schéma ci-dessus représente.

Le liquide laveur se trouve en A, le tout étant disposé comme la figure l'indique, on verse le liquide en C, puis quand la filtration est terminée on amorce le siphon *b d* en soufflant par le tube B, le tube *d* plonge dans l'entonnoir de telle sorte que son extrémité soit située au-dessous du niveau normal du liquide, ce niveau est réglé par le tube B *a* dont

l'extrémité inférieure est sur le plan du niveau dans l'entonnoir, celui-ci vient-il à baisser par suite de la filtration qui s'accomplit, le siphon *bd* déverse le liquide A en C et produit un vide dans le flacon A, pour combler ce vide, de l'air est aspiré par B, la vitesse des bulles entrant par le tube B *a* témoigne du fonctionnement de l'appareil ainsi que de la rapidité de la filtration.

Ce dispositif peut aussi remplacer le précédent dans le cas de la filtration simple, il a même l'avantage de n'exiger aucune surveillance, le réglage étant fait une fois pour toutes ; seulement les bulles entrant par *a* créent des remous dans le liquide A et le précipité décanté est remis en suspension, ce dispositif convient donc parfaitement quand il s'agit de filtrer un liquide non décanté.

*
* *

On peut aussi avoir à faire passer dans deux appareils distincts, un courant gazeux, en quantité exactement égale ; s'il s'agit de l'air et que le courant puisse être alternatif, on peut opérer comme il suit (fig. 3).

L'eau arrive dans le vase A, un tube élimine l'excès d'eau de manière que le niveau étant toujours le même en *m*, la vitesse d'écoulement soit la même, un tube *t* mène cette eau dans le récepteur B. qui le déverse lui-même dans le siphon *c* ; l'eau arrivant lentement occupe d'abord le fond du siphon, puis le niveau monte peu à peu et au moment précis où sa surface est tangente au point supérieur de la section la plus basse du siphon en *a* ; la communication avec l'atmosphère est interrompue et le volume gazeux enfermé est limité par la surface *ab* dans le siphon, et le niveau *c* de l'eau dans le vase à niveau constant H ; l'eau continuant à couler, elle monte dans la branche *b* du siphon refoulant l'air devant elle, qui s'échappe par le tube E relié au siphon par un caoutchouc *D* ; dès que l'eau arrive en *n* le siphon s'amorce, toute l'eau contenue en *c* s'écoule par le tube E, balayant devant elle l'air qui y était contenu, cet air est recueilli dans la cloche F en communication avec l'un des appareils, quand l'eau arrive en E ; elle exerce sur la base de la paroi du tube une pression égale à sa hauteur dans le tube E, diminuée de sa hauteur dans le vase H au-dessus

de l'ouverture inférieure de E, ce tube étant recourbé, le même phénomène que celui qui se passe dans un tourniquet hydraulique se passe ici, c'est-à-dire la pression s'exerçant sur la paroi E n'est pas contrebalancée par une pression égale en valeur absolue mais de signe contraire appliquée sur la paroi opposée ; puisque cette paroi n'existe pas ; le tube, obéissant à cette poussée, est rejeté en arrière puisqu'il est mobile en D ; étant guidé par un fil de fer kl , l'effort

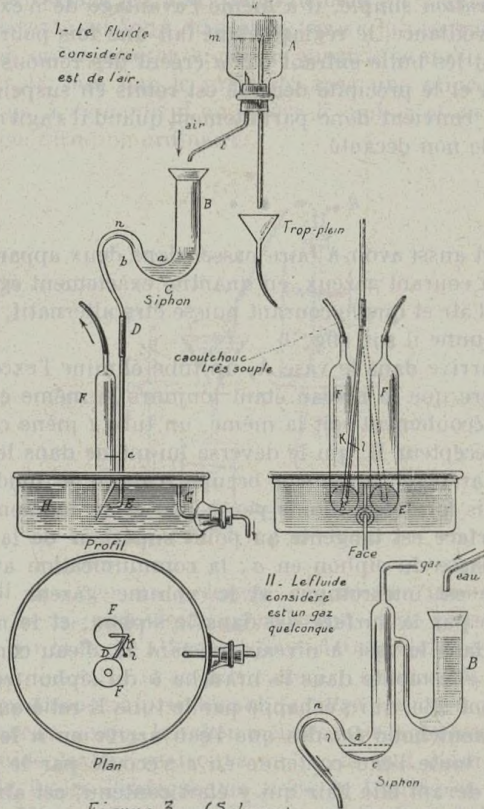


Figure 3 (Schema)

suffit pour le placer dans une position symétrique par rapport à l'axe rv , sous la cloche communiquant avec l'autre appareil.

A ce moment, la même série de phénomènes se reproduit intégralement; c'est-à-dire que le siphon c se remplit à nouveau; l'amorçage se reproduit exactement quand la même quantité d'air (la pression atmosphérique ne variant pas

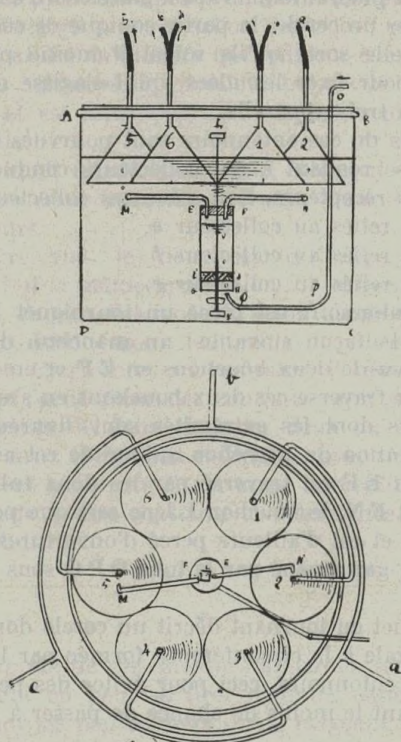


Figura 4.

considérablement) s'emprisonne en $abnc$, il est chassé sous la cloche F' et se rend dans le second appareil; l'eau arrive ensuite balayant devant elle l'air; par la pression qu'elle crée, chasse le tube de F' en F , et ainsi de suite.

*

* *

S'il s'agit de distribuer automatiquement de l'air ou un gaz à deux ou plusieurs appareils, et, lorsqu'il faut que le courant gazeux passe simultanément dans ces appareils :

l'appareil schématisé ci-contre, à peu près du même genre que le précédent, donne de bons résultats.

Soit une cuve cylindrique en verre ABCD, pleine d'eau jusqu'au bord, sur cette cuve est placée une planchette dans laquelle 6 (ou plus) entonnoirs sont placés bord à bord de manière à former un cercle, la partie conique de ces entonnoirs plonge, de telle sorte qu'ils soient à moitié pleins d'eau. Supposons, pour fixer les idées, qu'il s'agisse de faire une distribution à trois appareils.

Les douilles de ces entonnoirs sont pourvues de tubes de caoutchouc, se rendant à des collecteurs conduisant le gaz aux appareils récepteurs. Soit *abc*, ces collecteurs :

1 et 4 sont reliés au collecteur *a*.

2 et 5 sont reliés au collecteur *b*.

3 et 6 sont reliés au collecteur *c*.

Sous ces entonnoirs est placé un tourniquet hydraulique construit de la façon suivante : un manchon de verre EF GH est pourvu de deux bouchons en EF et en IJ, un tube de verre léger traverse ces deux bouchons en s'appuyant sur deux supports dont les extrémités sont figurées en K L, permet la rotation du manchon autour de cet axe.

Le bouchon EF est traversé par les deux tubes du tourniquet EM et FN, le bouchon IJ ne sert que pour soutenir le tourniquet et est d'ailleurs percé d'ouvertures permettant le passage du gaz amené par le tube OPQ sous le manchon de verre.

Le tourniquet en tournant décrit un cercle dont la circonférence est égale à la circonférence formée par les points de tangence des entonnoirs, ceci pour éviter des pertes de gaz, les bulles ayant le moins de chance de passer à côté des entonnoirs.

L'appareil étant décrit, examinons comment il fonctionne : le gaz arrivant par le tube abducteur OPQ se rend dans le manchon de verre GHEF, passe à travers les trous du bouchon IJ, s'élève et vient s'accumuler sous le bouchon EF, le niveau baisse dans le manchon et dès que la pression devient suffisante, le gaz s'échappe par les branches du tourniquet en lui communiquant un mouvement de rotation, la pression augmentant, le dégagement gazeux augmente, et il arrive un moment où la quantité de gaz entrant est égale à la quantité de gaz sortant, la pression reste alors

constante ainsi que le débit, la vitesse reste par conséquent la même, tant que l'appareil producteur conserve le même débit.

Les bulles gazeuses s'échappant du tourniquet montent alors verticalement ou à peu près, leur masse étant très faible, la force centrifuge a peu d'action sur elles ; puis, elles sont recueillies par les entonnoirs qui agissent comme des réservoirs et des créateurs de pression. Le gaz se rend dans les collecteurs et est ainsi distribué alternativement à chacun des appareils.

Le tourniquet allant assez vite, on peut considérer le débit comme étant le même à chaque instant dans chacun des collecteurs.

A première vue, les deux derniers appareils semblent avoir pour but la même application ; ils diffèrent cependant. Le premier, l'appareil à cloches, a son utilité quand il s'agit de créer un débit gazeux lent mais de vitesse absolument constante et déterminée, au contraire, le second, l'appareil à tourniquet, peut créer des courants rapides ; son but est surtout l'égalité de débit dans les deux ou trois appareils récepteurs, mais il est bien évident qu'avec un débit gazeux primitivement uniforme il est aussi susceptible de fournir un courant de vitesse constante et déterminée, mais ce n'est pas là son but réel.

*

* *

La description de ces quelques appareils suffit pour montrer comment on peut se tirer d'affaire dans certains cas, avec des moyens peu coûteux, mais exigeant pour leur réalisation une certaine observation.

Il est évident que les cas susceptibles d'utiliser ces genres de dispositifs peuvent varier à l'infini, mais ce sont toujours, le siphon, la trompe, le tourniquet, le flacon de Mariotte, etc. qui entrent en jeu, appliqués de façons bien différentes. Dans les appareils ci-dessus ils entrent presque tous en jeu, et c'est pour cette raison que nous avons jugé utile de les décrire avec quelques détails.

G. H. PETIT.

LES INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES

PAR M. LAUR, INGÉNIEUR

(Suite ¹)

Sur quelques points physiques en rapport avec le Téléphone

Reprenons notre précédent chapitre, nous remarquons qu'il est nécessaire, pour avoir une communication relativement secrète entre deux postes téléphoniques, de réaliser le montage des appareils à double fil, car si l'on prend un seul fil de ligne par poste et la terre comme retour, tous les postes téléphoniques, de même que les appareils télégraphiques qui seront dans le voisinage, ayant un même point commun entre eux, des dérivations s'effectueront entre chacun des appareils.

Les dérivations ne sont pas du reste la seule source qui introduise sur les lignes des courants étrangers, ces courants peuvent provenir de bien des causes, tantôt de l'électricité atmosphérique, tantôt du magnétisme terrestre, tantôt d'effets thermo-électriques produits sur les lignes, tantôt de réactions hydro-électriques déterminées sur les fils et les plaques de communication avec le sol. Ces courants sont toujours très instables, et ils doivent par conséquent, en réagissant sur les courants transmis, les altérer plus ou moins, et déterminer par cela même des sons sur le téléphone.

Suivant M. Preece, le bruit provenant des courants telluriques se rapproche un peu de celui d'une cascade. Les décharges d'électricité atmosphérique, même quand l'orage est éloigné, déterminent un son plus ou moins sec, suivant la nature de la décharge. Quand elle est diffuse et qu'elle éclate à peu de distance, le bruit produit ressemble, d'après le Docteur Channing de la Providence, à celui que produit une goutte de métal en fusion quand elle tombe dans de l'eau ou bien encore à celui d'une fusée volante tirée à distance ; dans ce cas, il paraîtrait que le son serait perçu avant l'apparition de l'éclair, ce qui démontre bien que les décharges électriques atmosphériques ne se produisent qu'à la suite d'un mouvement électrique déterminé dans l'air.

(1) Voir *Bulletin* n° 5, 6, 7 et 9.

Quelquefois, dit M. Preece, on entend un son lamentable, qui doit provenir des courants induits que le magnétisme

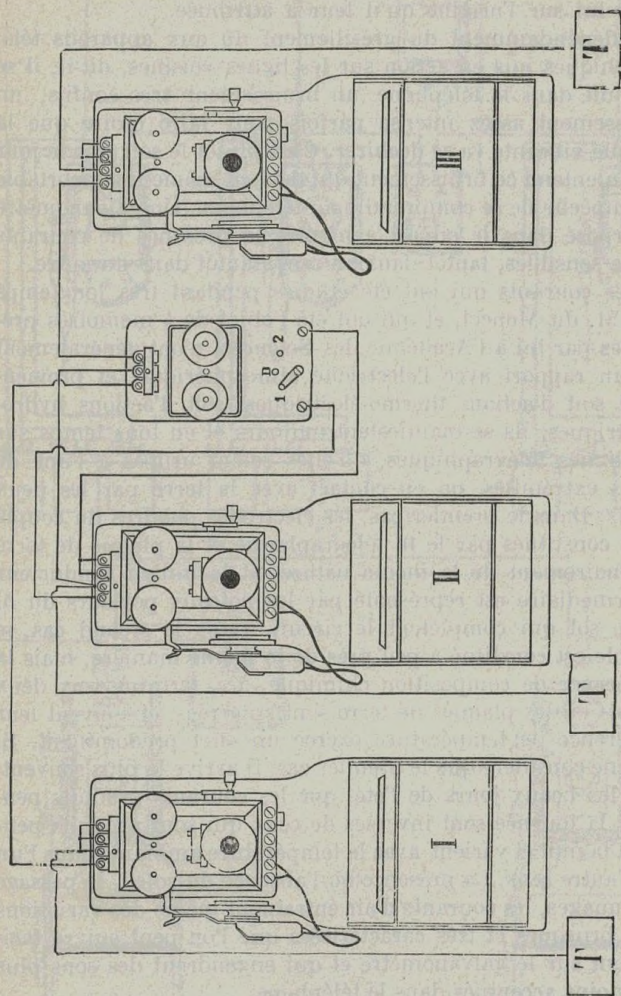


Figure A

terrestre doit déterminer dans les fils quand ils sont mis en mouvement vibratoire par le vent.

M. Gressier, dans une communication faite à l'Académie des

Sciences, a mentionné quelques-uns de ces bruits, mais le plus grand nombre de savants actuels ne sont pas d'accord avec lui sur l'origine qu'il leur a attribuée.

Indépendamment du grésillement dû aux appareils télégraphiques mis en action sur les lignes voisines, dit-il, il se produit dans le téléphone un bruissement très confus, un froissement assez intense parfois pour faire croire que la plaque vibrante va se déchirer. C'est plutôt le soir que le jour qu'on entend ce bruissement qui devient même insupportable et empêche de se comprendre au téléphone. Un galvanomètre interposé dans le circuit a montré la présence de courants assez sensibles, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre.

Ces courants qui ont été étudiés pendant très longtemps par M. du Moncel, et qui ont été l'objet de 4 mémoires présentés par lui à l'Académie des Sciences, n'ont généralement aucun rapport avec l'électricité atmosphérique, et proviennent soit d'actions thermo-électriques, soit d'actions hydro-électriques, ils se manifestent toujours et en tous temps sur les lignes télégraphiques, qu'elles soient usitées à l'une de leurs extrémités, ou en contact avec la terre par les deux bouts. Dans le premier cas, les électrodes polaires du couple sont constitués par le fil télégraphique et la plaque de terre ordinairement de la même nature, et le milieu conducteur intermédiaire est représenté par les poteaux porteurs du fil et le sol qui complètent le circuit. Dans le second cas, le couple est constitué à peu près de la même manière, mais la différence de composition chimique des terrains aux deux points où les plaques de terre sont enterrées, et souvent leur différence de température exerce un effet prédominant. Si l'on ne considère que le premier cas, il arrive le plus souvent, par les beaux jours de l'été, que les courants produits pendant la journée sont inverses de ceux qui sont produits pendant la nuit et varient avec la température ambiante dans l'un ou l'autre sens. La présence ou l'absence du soleil, le passage des nuages, les courants d'air entraînent même des variations très brusques et très caractérisées que l'on peut suivre facilement sur le galvanomètre et qui engendrent des sons plus ou moins accentués dans le téléphone.

Pendant le jour, ces courants sont dirigés de la ligne télégraphique à la plaque de terre, parce que le fil est plus échauffé que la plaque, et ces courants sont alors thermo-

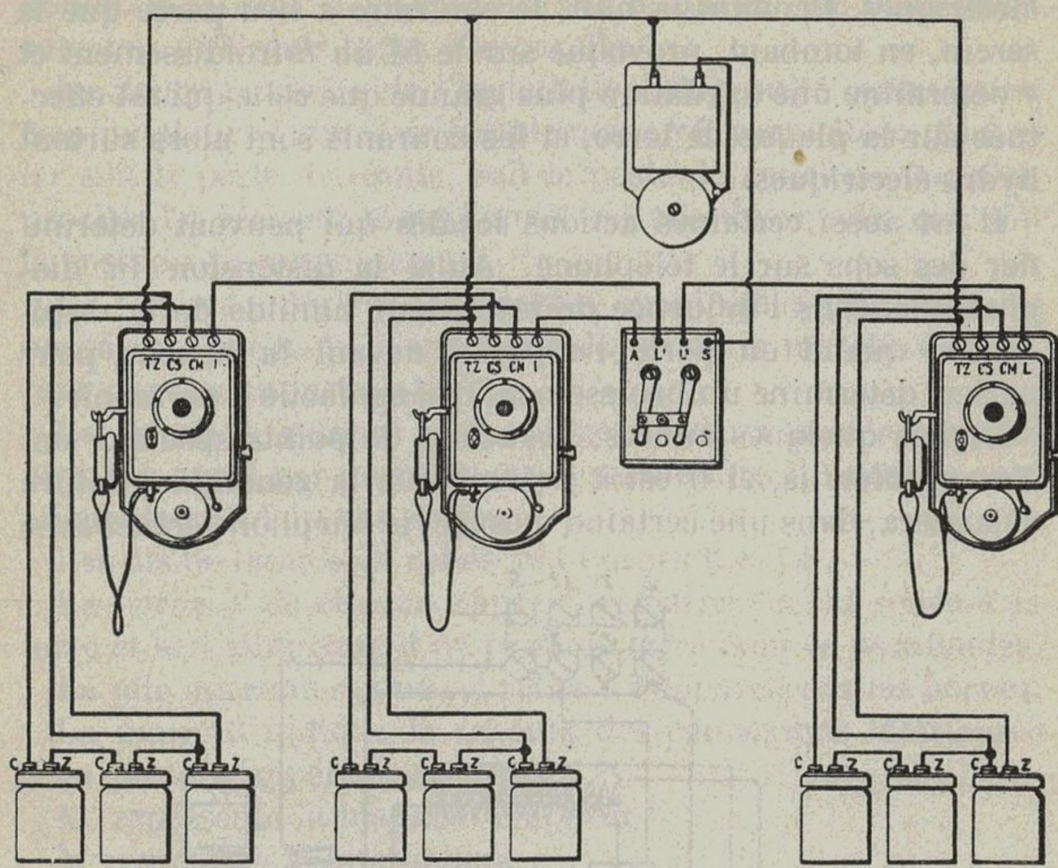


Fig. 1

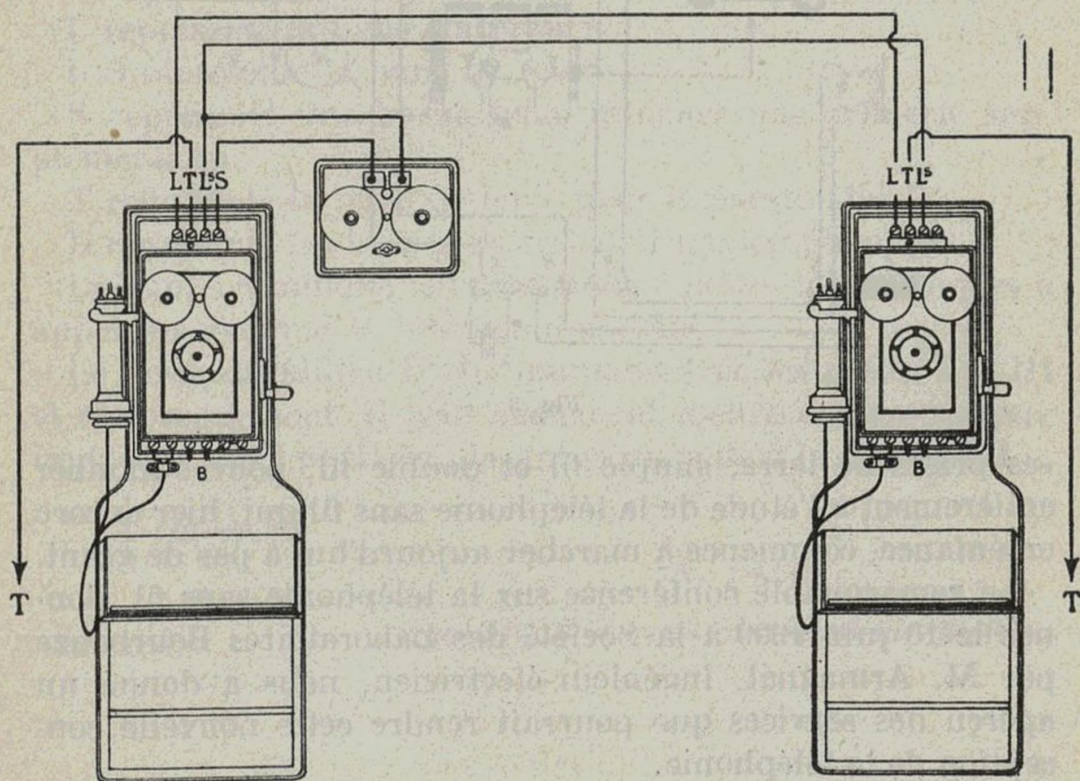


Fig 2

électriques. Pendant la nuit, le contraire a lieu parce que le serein, en tombant, provoque sur le fil un refroidissement et y détermine une oxydation plus grande que celle qui est effectuée sur la plaque de terre, et les courants sont alors surtout hydro-électriques.

Il est aussi certaines actions locales qui peuvent déterminer des sons sur le téléphone. Ainsi la distension du diaphragme, sous l'influence de la chaleur humide de la respiration, quand on porte l'appareil devant la bouche pour parler, détermine un bruissement qui est facile à percevoir.

Depuis quelques années, beaucoup de points spéciaux ont été approfondis, et il est à prévoir que la génération future délaissera, dans une certaine mesure, le téléphone actuel avec

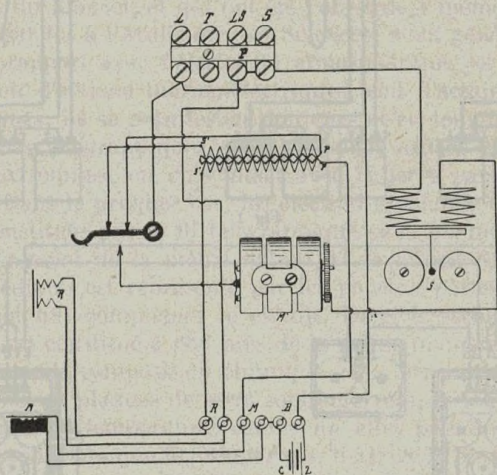


Fig. 3

ses prises de terre, simple fil et double fil, pour s'adonner entièrement à l'étude de la téléphonie sans fil qui, hier encore en enfance, commence à marcher aujourd'hui à pas de géant.

La remarquable conférence sur la téléphonie sans fil, donnée le 10 juin 1909 à la Société des Laboratoires Bourbouze par M. Armagnat, ingénieur-électricien, nous a donné un aperçu des services que pourrait rendre cette nouvelle conception de la téléphonie.

Retournons dans notre domaine pratique, un instant aban-

donné, et voyons la façon d'utiliser le mieux que nous pourrions nos différents types d'appareils.

La figure 1 représente l'installation d'un poste central avec commutateur et sonnerie supplémentaire, permettant d'appeler soit le poste de droite, soit le poste de gauche, avec réciprocité. La réciprocité de l'appel est possible quelle que soit la position du commutateur.

Le schéma intérieur des postes ayant été décrit dans les numéros précédents, il est facile de suivre la marche du courant dans cette installation.

La figure 2 indique le montage de deux postes téléphoniques à appel par magnéto, avec parafoudre et sonnerie supplémentaire à l'un des postes.

Les fils de ligne sont reliés aux bornes L et LS.

La borne T de chaque appareil est directement reliée à la terre et sert simplement de prise de terre pour le parafoudre.

La pile microphonique est reliée à l'appareil par les bornes.

La figure 3 indique le schéma des connexions intérieures d'un poste à appel magnétique.

M' représente la magnéto d'appel ;

M représente le microphone ;

R représente le récepteur ;

L représente la ligne d'arrivée ;

L S représente la ligne de retour ;

S représente une borne pour trancher une sonnerie supplémentaire ;

T représente la ligne de terre pour le parafoudre P ;

B représente les bornes de la batterie microphonique.

La figure A indique le montage de 3 postes téléphoniques à appel magnétique et intercommutateur.

Le poste du milieu II communique avec les postes I et III et réciproquement. Il peut également mettre en communication les postes I et III en plaçant la manette à la position D.

(A suivre.)

A. LAUR,

Ingénieur à la Société des Téléphones Berliner.

Les Grès Flammés

DE MM. GENTIL & BOURDET

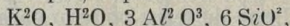
Assister à l'évolution, à la transformation de la matière, non pas au point de vue si abstrait de la philosophie scientifique mais dans un but purement esthétique, c'est là un spectacle qui toujours, a attiré le penseur, l'ami du beau.

C'est ce spectacle qu'ont pu admirer à leur aise les quelques visiteurs qui sont venus, le 22 juillet dernier, en l'usine hospitalière de MM. Gentil et Bourdet, cérémistes, dont il ne siérait pas, à ma faible plume, de faire l'éloge tant est grande leur réputation que de plus autorisés ont déjà reconnue.

Prendre la terre, matière inerte, informe, la voir se transformer en plante, fleur, oiseau, visage humain, voilà ce qu'ont fait devant nous les artistes et les artisans en ce petit coin d'art qu'est l'usine des grès flammés de Billancourt.

Le grès se différencie des faïences et des porcelaines, dont il est le degré intermédiaire dans l'échelle de la classification rationnelle des céramiques, en ce que sa pâte tout en étant imperméable n'est pas transparente.

Cette imperméabilité est obtenue par un commencement de vitrification lors de la cuisson. La pâte de grès renferme des argiles très micacées et ce sont précisément ces micas du type muscovite, par exemple, répondant à la formule générale :



qui abaissent le point de fusion de la pâte, par suite de la présence des alcalis, et favorisent cette vitrification.

Le dégraissant employé est le sable de Decize contenant du feldspath comme l'ont démontré les analyses de Lavezard.

Le mélange du sable et des terres argileuses micacées s'effectue dans une aire de l'atelier après avoir séparé au brisemottes (fig. 1) les morceaux trop gros ou trop durs.

Quand le tas de terre est amené à composition déterminée on passe la pâte légèrement humidifiée au broyeur mélangeur à propulsion centrale (fig. 2) constitué par une trémie au fond de laquelle deux cylindres animés de vitesses différentes et tournant en sens inverse font subir au mélange un étirage en l'entraînant vers le cylindre armé de dents à sa périphérie et au centre duquel tourne une hélice qui force la

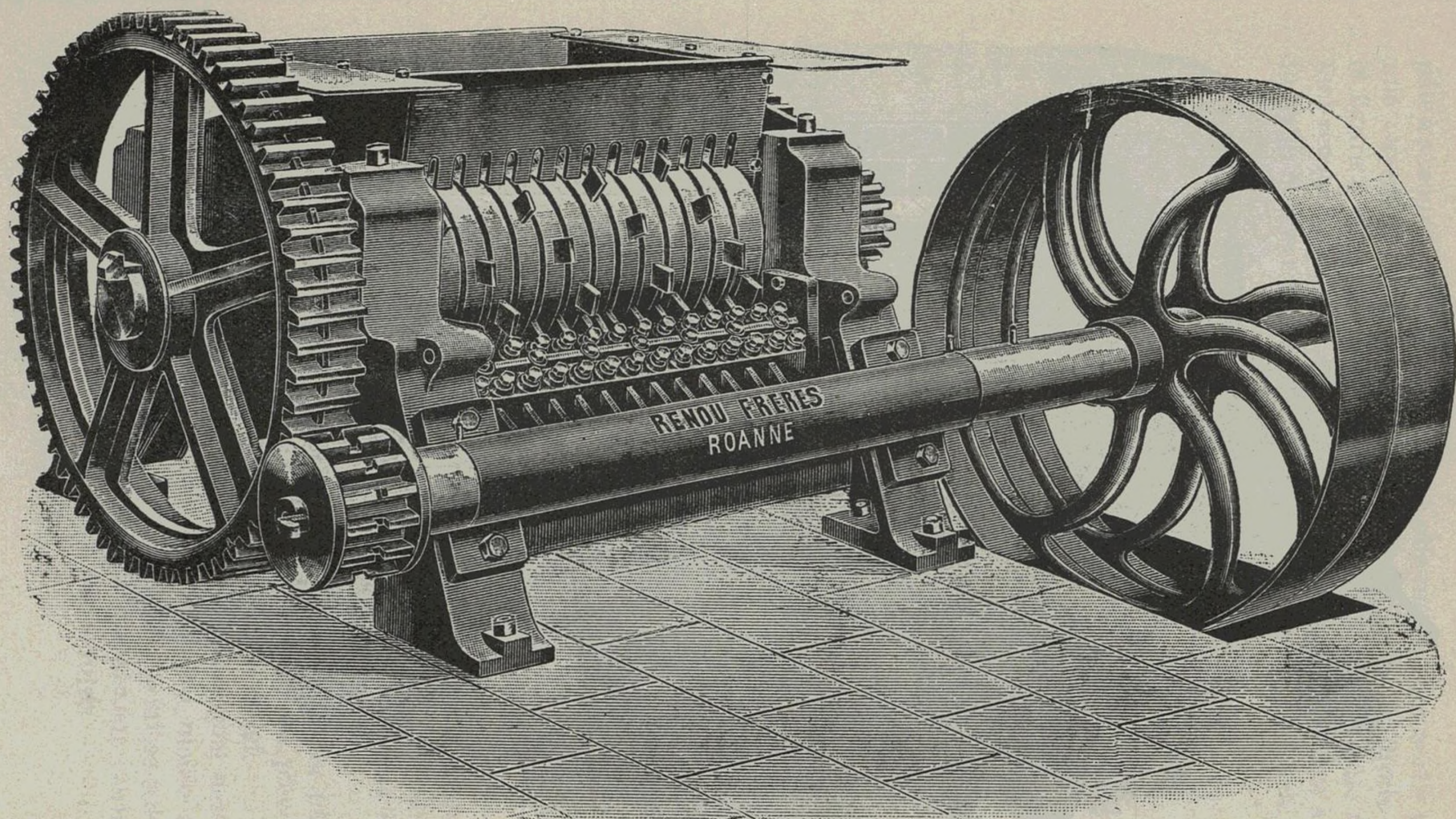


Fig. 1. — BRISE-MOTTES — Cliché Renou Frères, à Roanne (Loire).

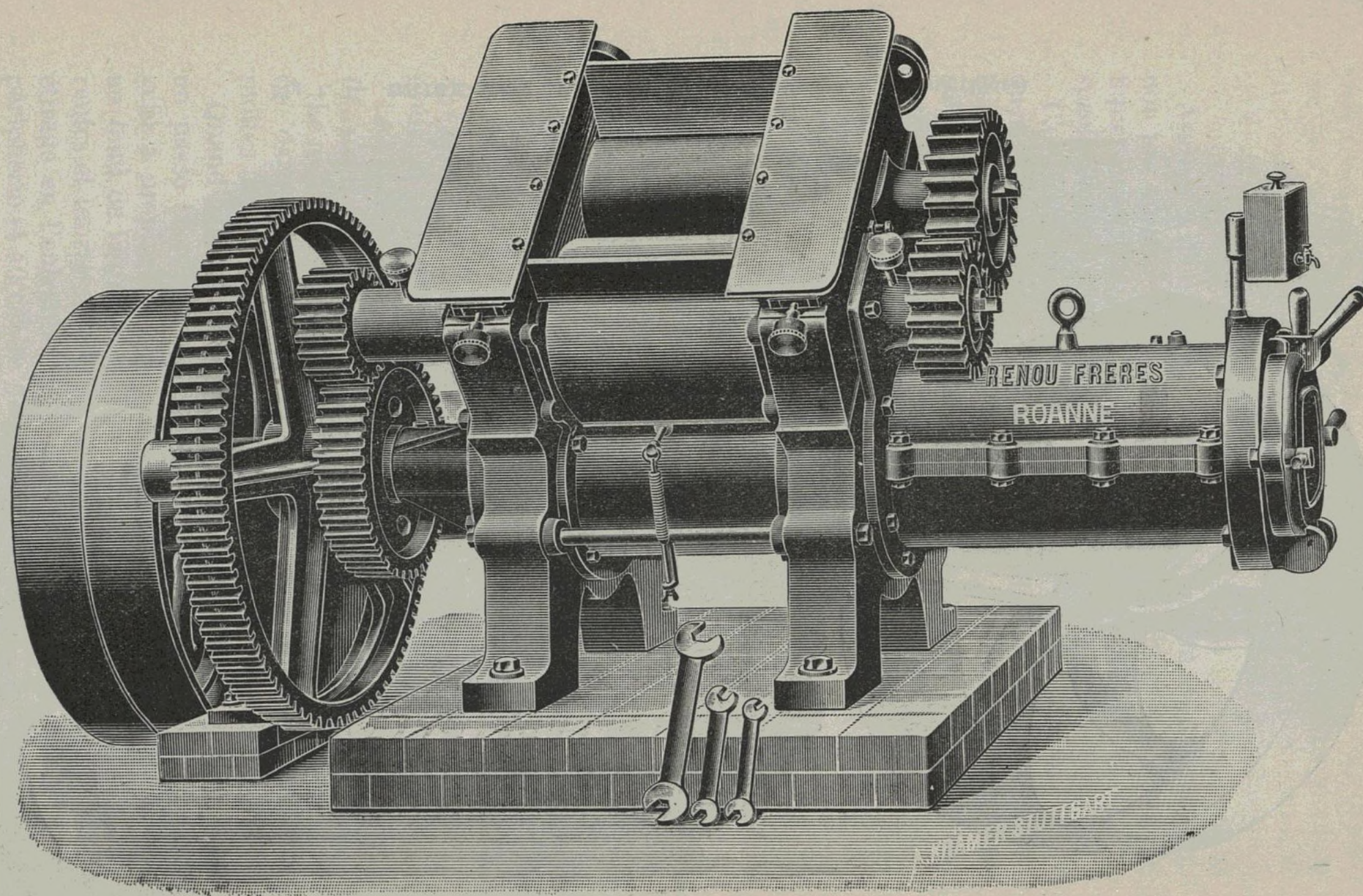


Fig. 2. — BROYEUR MALAXEUR à PROPULSION CENTRALE — Cliché Renou Frères, à Roanne (Loire).

pâte à se couper, puis se ressouder à elle-même pour sortir par une ouverture de forme réglable et appropriée (à droite de la figure 2). On obtient ainsi des parallépipèdes de pâte qui sont reçus et découpés sur le chariot coupeur (fig. 3) placé à la suite du broyeur mélangeur. Le découpage s'opère à l'aide de

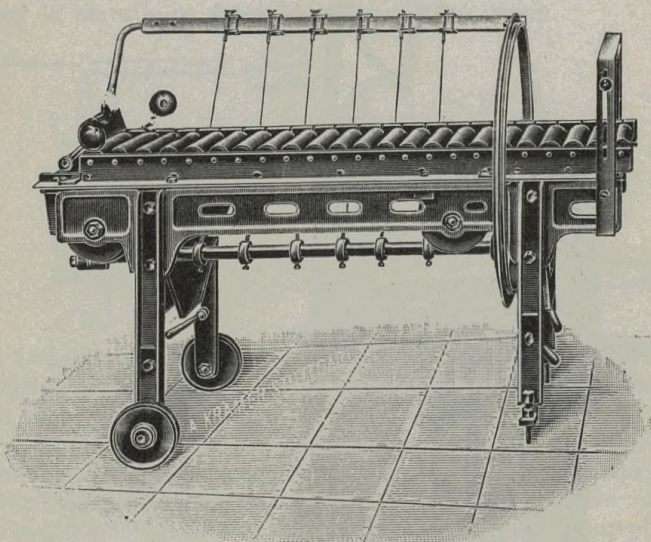


Fig. 3. — **CHARIOT-COUEUR** — Cliché Renou Frères, à Roanne (Loire).

fils métalliques tendus sur un cadre mobile autour d'un axe parallèle à la longueur du chariot (partie postérieure de la fig. 3).

La pâte après un ressuyage convenable pour avoir une plasticité suffisante est débitée manuellement en pains qui sont ensuite pressés dans des moules en plâtre portant en creux les parties à reproduire.

Pour les colonnettes, balustres, pilastres, statues, la pâte est coulée semi-fluide dans des moules en plusieurs pièces, afin de favoriser le dépouillement des sujets en relief.

Le plâtre absorbant l'eau de la pâte détermine une dessiccation, un colmatage à la surface des détails du moule de telle sorte qu'au bout d'un temps déterminé, si on laisse écouler la pâte en excès, on obtient une croûte d'épaisseur voulue ayant la forme extérieure de l'objet à reproduire.

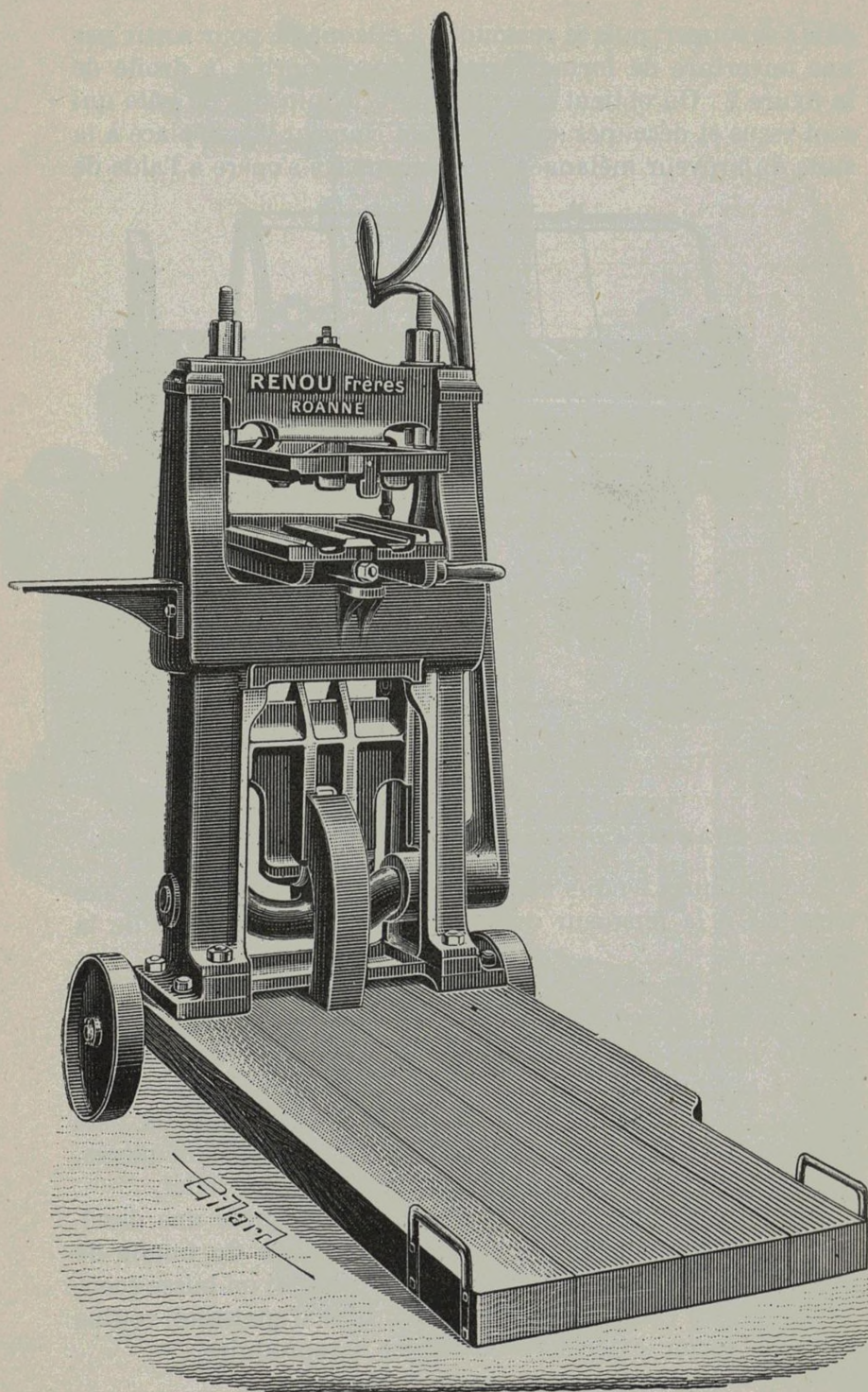


Fig. 4. — PRESSE REBATTEUSE — Cliché Renou Frères, à Roanne (Loire).

Les carreaux plats sont façonnés à l'aide d'une presse rebatteuse (fig. 4.) sur laquelle on pose une galette de pâte raffermie qui est ensuite pressée à épaisseur et dimensions fixes à l'aide d'un levier agissant sur une came entraînant le corps de la presse qui, à la fin de la course, forme béliet pour frapper la marque de fabrique ou tout autre dessin.

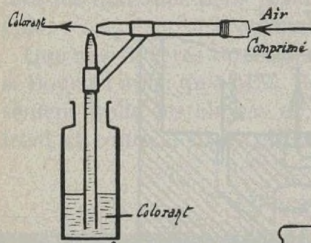


Fig. 5.

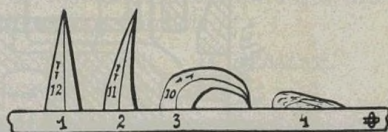


Fig. 6.

Les pièces moulées ou rebattues sont desséchées dans les séchoirs, placés au-dessus des fours à cuire, dont ils utilisent la chaleur perdue par rayonnement.

La décoration suit la dessiccation et s'opère au pinceau ou au vaporisateur (fig. 5) en s'aidant de pochoirs dans le cas de plusieurs teintes. Le vaporisateur, quand il peut être employé, donne une couche de couleur d'épaisseur beaucoup plus uniforme que celle obtenue au pinceau, aussi emploie-t-on le plus possible le premier de ces deux appareils malgré la perte un peu plus forte d'émail qu'il occasionne.

Après une deuxième dessiccation, l'enfournage est effectué. L'opération délicate commence ; c'est de l'enfournage puis de la cuisson que vont résulter les belles couleurs aussi régulières que possible dans diverses pièces d'un même ouvrage : cheminée, colonne, muraille, etc.

Le céramiste le sait bien et connaît son four ; il enfourne ses pièces suivant les résultats à obtenir de façon à utiliser les différentes zones de température depuis l'alandier jusqu'à la sortie du retour de flamme (fig. 7) dans la cheminée.

Le four plein, on obture les portes de chargement pour opérer le dégourdi à l'anthracite, doucement, sans flamme, afin que les dernières molécules aqueuses aient le temps de partir progressivement sans gauchir ou détériorer les pièces. Le coke suit puis la houille pour opérer la cuisson définitive

dont on suit la marche à l'aide des montres de Seger disposées à l'intérieur du four en face des regards (fig. 6).

Après cuisson, le feu est ralenti, on le laisse tomber, puis les portes de chargement sont peu à peu découvertes, de façon à opérer un refroidissement lent n'occasionnant pas de trassillures dans la glaçure.

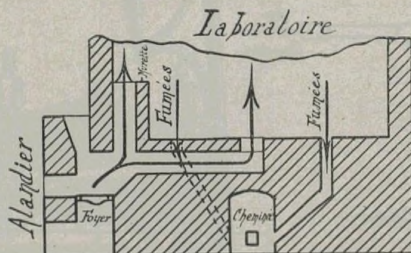


Fig. 7.

Le feu maintenu réducteur a réagi sur les oxydes des matières minérales colorantes qui ont alors coloré, par une deuxième réaction, la glaçure elle-même, en déterminant pour certains objets ces coulées, ces cascades chatoyantes, rutilantes, qui symbolisent tant les grès flammés.

Le défournement peut être fait, le céramiste y assiste toujours avec un peu d'émotion, anxieux du résultat.

Les pièces défournées sont classées en plein air suivant leur coloration ou leur usage, puis assemblées d'après un gabarit déterminé à l'avance et qui, dans le cas de carrelages ou de décors muraux en mosaïque de grès flammés et cérames, est dessiné au poncif d'après un dessin type. Sur ces poncifs obtenus au noir ou à la sanguine on vient coller les pièces céramiques du dessin et le tout est expédié, sans crainte de déplacement, à l'endroit d'utilisation où l'application sur une couche de ciment humide provoque le décollement de la feuille de papier en laissant adhérent au ciment le motif de décoration.

Après avoir assisté aux diverses phases d'une fabrication à la technique si complexe, M. Gentil nous montra les résultats obtenus depuis la cheminée modeste, mais combien égayante au logis ouvrier, qui orne le logis des nouveaux phalanstères parisiens de la fondation Rotschild et *tutti quanti*, jusqu'au gigantesque monument que la France a élevé

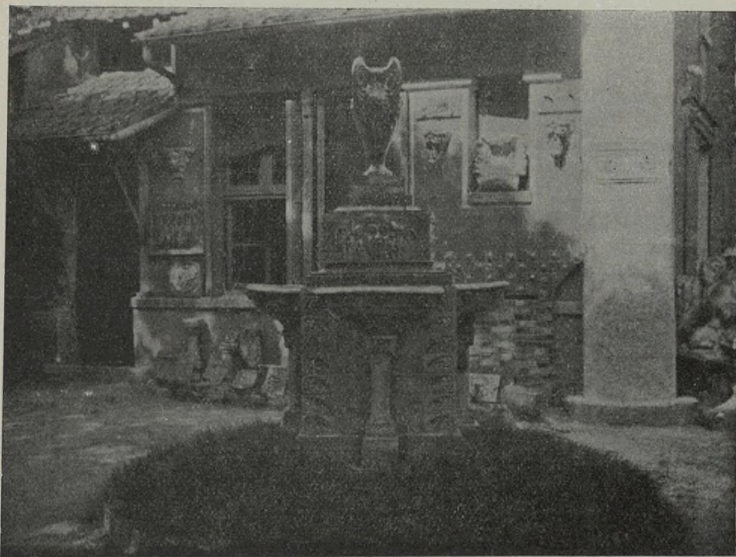
en Indo-Chine, à Hanoï, et dont l'exécution difficile a été confiée à MM. Gentil et Bourdet.

Avec le souvenir d'un accueil bienveillant, nous emportons chacun un petit scarabée, tout de céramique obtenu, qui, peut-être, à chacun de nous, comme dans l'antique Egypte, portera bonheur ; mais qui, sans doute aucun, nous rappellera les quelques bons instants passés en si aimable compagnie.

Que nos sincères remerciements aillent jusqu'à MM. Gentil et Bourdet ainsi qu'à MM. Renou frères qui nous ont gracieusement prêté les clichés de machines céramiques qui illustrent et complètent si utilement cet article.

G. DEGAAST.

Entrée de l'Usine



N.-B. — M. Bourdet, président de la Société des élèves et anciens élèves de l'Ecole céramique de Sèvres, a manifesté, lors d'une entrevue dernière que nous avons eue, le désir de rentrer en relations avec nous.

Nous ne pouvons qu'être flattés de son heureuse idée et nous pouvons dès maintenant assurer à MM. les élèves de

l'Ecole de Sèvres qu'ils trouveront toujours en nous des amis prêts à les aider ou leur rendre service dans la mesure des moyens de notre jeune mais solide Société des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des Arts et Métiers.

G. D.

VISITES ET CONFÉRENCES

PROGRAMME DE SEPTEMBRE 1909

SOCIÉTÉ DES ÉLÈVES ET ANCIENS ÉLÈVES
du
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS-ET-MÉTIERs

Dimanche 21 septembre, à 10 heures, visite de *l'Usine à Gaz* de Clichy, sous la direction du régisseur de l'Usine.
Rendez-vous à 9 heures 3/4.

11, Rue des Châsses, CLICHY,

Dimanche 3 octobre, à 10 heures, visite du *Chantier de Coupe de pierre* Bourseau, sous la direction de M. Broussault, entrepreneur.

Rendez-vous à 9 heures 3/4 au coin de la rue de Vaugirard et de la place des Volontaires.

Intermédiaire Professionnel

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.

Les membres titulaires de l'Association ont, seuls, droit de réponse à ces offres, par l'intermédiaire du Président.

101. *Chef fabrication*, ayant bien pratique four électrique, demandé pour usine du Midi ; appointements, 250 fr. plus prime ; envoyer références avec casier judiciaire et photographie à M. Renaud, 8, rue Nouvelle, Paris 9^e.

102. *Architecte* ayant nombreux et importants travaux à exécuter en province, demande conducteur connaissant vérification dessin et jurisprudence.

DEMANDES D'EMPLOIS

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

D-101. *Contremaître* produits chimiques, 38 ans, marié, demande surveillance d'usine ou direction de petite station hydraulique ou d'usine à gaz, en province; prétentions modestes.

RECOUVREMENT DES COTISATIONS

Le Comité invite MM. les Sociétaires à adresser dès maintenant leurs cotisations (6 fr.) pour l'année 1909-1910, à M. **Giret**, 9, Rue de Chalagny, XII^e. Passé le 1^{er} Octobre, il leur sera présenté, par la poste, un recouvrement de 6 fr. 50.

BIBLIOGRAPHIE

Hygiène de l'industrie du fer. — Mines, hauts fourneaux, aciéries, fonderies. — Etude faite en Meurthe-et-Moselle, par le docteur Robert André. Préface de MM. Imbeaux et Villain, ingénieurs en chef à Nancy, 1 vol. illustré de 400 pages, chez l'auteur, 1 place de la Commanderie, Nancy. Prix : 18 francs.

L'extension si rapide prise depuis une vingtaine d'années par la métallurgie du fer en Meurthe-et-Moselle, son retentissement profond sur les conditions de vie et d'hygiène, des habitants donnent un vif intérêt d'actualité en même temps que scientifique au travail de M. André. On trouvera dans ce livre non seulement les observations suggérées à l'auteur par la visite des principales mines et usines, mais aussi, sous une forme claire et méthodique, l'avis de nombreux ingénieurs et médecins d'industrie. L'ouvrage comprend trois parties : hygiène des mineurs, hygiène

des ouvriers du fer, conditions sanitaires et prophylaxie générales.

Le Mécanicien-Wattman, guide pratique concernant le fonctionnement, la conduite et l'entretien des omnibus, camions et voitures automobiles, automotrices de tramways et de chemins de fer, métropolitains et chemins de fer électriques, par *L. Pierre Guédon*, ingénieur chef de traction, et *Paul Liot*, ex-chef d'atelier des établissements de Dion-Bouton.

Les conducteurs puiseront dans cet ouvrage, écrit à leur intention, toutes les notions techniques exactes exigées du service du contrôle des tramways et des véhicules automobiles et toutes les connaissances nécessaires pour faire naître et développer les qualités d'observation et de raisonnement judicieux sans lesquelles il n'est pas de bon mécanicien. Fort volume broché format 21×13 1/2, 786 pages avec 590 figures.

Prix net, 10 francs. Dunod et Pinat, Paris.

Le vol naturel et le vol artificiel, par *Sir Hiram S. Maxim*, traduit de l'anglais par le lieutenant-colonel *Espitallier*. — *Sir Hiram* est un véritable précurseur de l'aviation. Ses principales expériences datent de 1889, et sur sa grande machine volante, on trouve déjà tous les organes qui constituent l'aéroplane moderne, seul le moteur actuel lui avait fait défaut. Ce sont ces diverses expériences par lesquelles il prépara la construction de cette machine, que l'auteur relate dans cet ouvrage. Elles y sont analysées avec une sagacité et une précision qui recommandent cet exposé à tous ceux qu'intéresse le problème de l'aviation. Ils y rencontreront des renseignements précieux et originaux et une foule de conseils pratiques. Brochure format 23×14, 258 pages, 104 figures. Prix net, 6 francs.

Deuxième supplément du **Dictionnaire de Chimie pure et appliquée**, par *A.-D. Wurtz*, publié par *A.-D. Wurtz*, sous la direction de *Ch. Friedel* et *C. Chabrié*, 7 volumes in-8°, 150 francs, Hachette et Cie, Paris.



Le Gérant . E. DELAUBE.

Paris. — Imp. Stemmer, 175, Rue Saint-Honoré.

RECOUVREMENT DES COTISATIONS

Le Comité prie MM. les Sociétaires qui n'ont pas encore acquitté leurs cotisations pour l'année 1909-1910, de bien vouloir en adresser le montant à **M. GIRET**, Trésorier, 9, rue de Chaligny, Paris XII^e.

Passé le quinze octobre, il ne sera plus possible d'accepter les paiements effectués *directement* ou par *correspondance*, les reçus étant, à partir de cette date, déposés à la poste pour être encaissés à domicile et ne pouvant être retirés.

Le montant du reçu (**6 francs**), sera alors augmenté des frais de recouvrement (**0 fr. 50**).

Bien indiquer le nom et l'adresse sur la lettre accompagnant l'envoi d'argent.

Le Comité.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

Le Dimanche 24 Octobre, à 2 heures

au

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

AMPHITHEATRE A

ORDRE DU JOUR :

Proclamation des élections ;

Compte rendu moral ;

Compte rendu financier ;

Cette Assemblée générale sera suivie d'une causerie scientifique dont le sujet figurera sur les convocations qui seront personnelles.

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 VII^e.

Le service du placement étant définitivement organisé et rendant déjà de sérieux services, MM. les Sociétaires, à la recherche d'un emploi, ou ceux ayant connaissance d'une vacance sont priés d'en informer le Comité.

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.

Les trains épicycloïdaux

Je voudrai parler ici de ces dispositifs particuliers, auxquels ont recours les mécaniciens lorsqu'ils ont à réaliser un rapport de vitesse incommensurable entre 2 axes de rotation reliés par un train d'engrenages, ou lorsque, avec une même liaison, une *démultiplication* devient suffisamment grande pour qu'un train ordinaire soit impraticable.

Je rappellerai d'abord quelques notions relatives aux transmissions par roues dentées.

Considérons 2 roues, de rayons R et R' , tangentes, et dont les axes sont contenus dans un même plan. Représentons par ω et ω' les vitesses angulaires de chacune d'elles. Pendant un temps donné dt , tout point de la périphérie de chaque roue parcourera respectivement un arc $R \cdot \omega \cdot dt$ et un arc $R' \cdot \omega' \cdot dt$; ces deux arcs étant évidemment égaux, nous pourrons écrire :

$$R \cdot \omega \cdot dt = R' \cdot \omega' \cdot dt,$$

d'où :

$$\frac{\omega}{\omega'} = \frac{R'}{R};$$

ou encore, n et n' étant les nombres des dents de chaque roue,

$$\frac{\omega}{\omega'} = \frac{n'}{n}. \quad (1)$$

Cette relation est fondamentale.

On convient de donner aux 2 membres de cette égalité des signes de même sens ou de sens contraires, suivant que les sens de rotation des axes sont eux-mêmes de même sens ou de sens contraires.

Pour obtenir un rapport donné entre les vitesses angulaires ω et ω' , il nous faut déterminer des valeurs n et n' , susceptibles de satisfaire à la relation (1).

Pratiquement, les valeurs de n et de n' ne doivent pas être supérieures à 120 ni inférieures à 6, et elles doivent être *entières*.

Lorsque le rapport $\frac{\omega}{\omega'}$ est commensurable, et compris entre 20 et 1/20, le problème est d'une résolution facile. Il se compli-

que très peu dès que ce rapport est extérieur à 20 et $1/20$; il suffit d'écrire :

$$\frac{\omega}{\omega'} = \frac{n'}{n''} \times \frac{n''}{n'''} \times \frac{n'''}{\dots} \times \dots \times \frac{\dots}{n} = \frac{n'}{n}.$$

Observons en passant que lorsque les termes d'un rapport tel que $\frac{n''}{n'''} \dots$ sont premiers, une dent de la première roue touche successivement chaque dent de la deuxième roue avant de reprendre contact avec la première dent touchée : *l'usure* est donc très régulière. Si les termes de ce même rapport ne sont pas premiers, les mêmes dents se trouvent périodiquement en contact : *la transmission* est à son tour très régulière.

Ceci dit, examinons l'organe destiné à créer les mouvements cités au début de cette note.

Cet organe est le **train épicycloïdal**.

Un **train épicycloïdal** se compose essentiellement d'un châssis

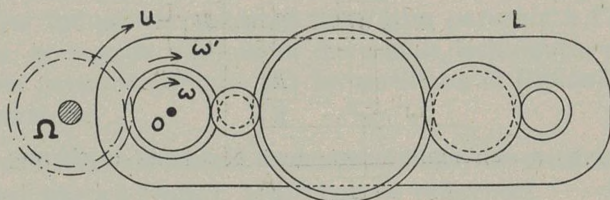


Fig. 1

L , tournant autour d'un axe O (fig. 1), avec une vitesse angulaire u . Ce châssis supporte un équipage dont le premier et le dernier mobile, de même axe que le châssis, ont pour vitesses angulaires respectives ω et ω' .

Les vitesses angulaires de ces mobiles, par rapport au châssis, sont respectivement $\omega_1 = \omega - u$ et $\omega'_1 = \omega' - u$. Bien entendu, ces vitesses ω_1 ou ω'_1 doivent être *différentes de u* , faute de quoi le système serait ramené à celui d'un équipage ordinaire.

La raison e des vitesses ω_1 et ω'_1 peut s'écrire :

$$e = \frac{\omega_1}{\omega'_1} = \frac{\omega - u}{\omega' - u},$$

et nous entrevoyons déjà comment, grâce à l'indéterminée u , l'on pourra réaliser le rapport $\frac{\omega}{\omega'}$, même *s'il est incommensurable*.

C'est la formule de **Willis**.

On en déduit facilement la valeur suivante de u :

$$u = \frac{\omega}{1 - e} + \frac{e \cdot \omega'}{e - 1}.$$

Appliquons cette formule au **train sphérique**.

Le **train sphérique** (fig. 2), comporte un châssis L , tournant

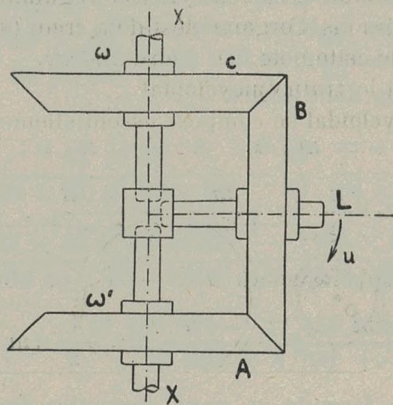


Fig. 2.

autour d'un axe XX , sur lequel sont montés 2 pignons coniques égaux entre eux ; un troisième pignon, également solide du châssis, réunit les deux premiers.

La raison e est ici égale à -1 ,

d'où $e = -1$;

il en résulte

$$u = \frac{\omega}{1 + 1} + \frac{-\omega'}{-1 - 1} = \frac{1}{2} (\omega + \omega')$$

Pour $\frac{\omega}{\omega'} = \frac{13}{127}$, par exemple ; cas pour lequel l'emplo

d'une roue de 127 dents risquerait d'être incommode ; on aurait

$$u = \frac{1}{2} (13 + 127) = 70.$$

Les pignons A, B et C pouvant être quelconques, on peut ainsi réaliser un rapport de vitesse incommensurable dans un espace facile à rencontrer.

Pourtant la difficulté n'est réalisée qu'en partie ; car, si nous avons ramené le rapport $\frac{13}{127}$ au rapport $\frac{13}{70}$, et construit ainsi un système acceptable, il aurait très bien pu se faire que le nouveau rapport soit lui-même impraticable.

Concevons alors un arbre, de vitesse angulaire Ω , actionnant simultanément les mobiles extrêmes d'un train (fig. 1) ; dès lors, le châssis L sera *mené*, au lieu d'être *moteur*.

Nous pourrions donc écrire

$$\omega = m \cdot \Omega, \text{ et } \omega' = n \cdot \Omega ;$$

$$\text{d'où} \quad \frac{u}{\Omega} = \frac{m}{1 - e} + \frac{e \cdot n}{e - 1}.$$

Pour le train sphérique, où $e = -1$, on obtiendra :

$$\frac{u}{\Omega} = \frac{m}{1 + 1} + \frac{-n}{-1 - 1} = \frac{1}{2} (m + n).$$

Cette dernière formule va nous permettre de réaliser l'équipage d'une **horloge lunaire**. Dans une telle horloge, on sait que l'une des aiguilles fait le tour de son cadran en 12 heures, ou 43.200 secondes, alors que l'autre n'effectue le sien qu'en 29 jours, 12 heures, 44 minutes, 3 secondes, ou 2.551.443 secondes. L'aiguille des heures étant montée sur l'arbre moteur et celle des lunaisons sur le châssis, nous pourrions écrire :

$$\frac{u}{\Omega} = \frac{2.551.443}{43.200} = \frac{850.481}{14.400},$$

d'où, en remarquant que $71 \times 79 \times 9 = 50.481$,

$$\frac{u}{\Omega} = \frac{850.481}{14.400} = \frac{800.000}{14.400} + \frac{50.481}{14.400} = \frac{40 \times 50}{6 \times 6} + \frac{71 \times 79}{50 \times 32},$$

et enfin $\frac{u}{\Omega} = \frac{1}{2} \left[\frac{80 \times 50}{6 \times 6} + \frac{71 \times 79}{25 \times 32} \right]$.

Les rapports m et n ainsi obtenus sont d'une construction aisée.

Ces calculs comportent toujours un certain tâtonnement, mais la moindre pratique les réduit beaucoup.

Pour finir, pour montrer à quel point l'emploi du train épicycloïdal permet de simplifier parfois une *démultiplication*, je donnerai l'exemple d'un équipage de 8 roues, permettant de réaliser un rapport de vitesse fabuleux :

$$\frac{1}{108.646.502}$$

Il suffit d'avoir :

$$e = -\frac{83 \times 83}{84 \times 65}, \quad m = -\frac{82}{83}, \quad \text{et } n = \frac{83}{106}.$$

D'où :

$$\begin{aligned} \frac{u}{\Omega} &= \frac{83}{106} \cdot \frac{83 \times 83}{(84 \times 65) + (83 \times 83)} - \frac{82}{83} \cdot \frac{84 \times 65}{(84 \times 65) + (83 \times 83)} = \\ &= \frac{(83 \times 83 \times 83 \times 83) - (106 \times 82 \times 84 \times 65)}{(83 \times 106) (84.65 + 83.83)} = \\ &= \frac{47.458.321 - 47.458.320}{12.349 \times 8.798} \end{aligned}$$

Soit : $\frac{u}{\Omega} = \frac{1}{108.646.502}$.

E. DELAUPÉ.



ELECTROTHERMIE

Définition.

L'électro métallurgie par voie sèche ou par électrothermie a pour objet le traitement des métaux par la chaleur dégagée par le courant électrique sous la forme d'arc voltaïque ou de résistances.

Récepteurs thermiques.

Mais l'électrothermie n'est pas seulement spécialisée par le traitement des métaux.

En effet les récepteurs électrothermiques peuvent se diviser en deux catégories distinctes :

1° La chaleur développée par le passage du courant est utilisée en chaleur (Electrothermie) ;

2° La chaleur développée par le passage du courant est utilisée en lumière (Eclairage électrique). Il est, je crois, inutile ici de parler de cette dernière catégorie.

La première, qui nous intéresse, peut servir sous trois formes : allumoirs, chauffage et travail des métaux.

Allumoirs.

Ces appareils sont formés généralement par une pièce réfractaire et isolante, comme de la porcelaine dégrossie, autour de laquelle est enroulée un fil très fin d'argent ou de platine. Au passage du courant, ce fil très résistant s'échauffe et fait rougir la pièce de porcelaine.

Ce procédé est employé pour des allume-cigares.

Appareils de chauffage.

Les appareils de chauffage sont répartis en quatre classes suivant la manière dont on utilise le courant.

1° Utilisation de la résistance de fils enroulés ou de dépôts métalliques.

2° Utilisation de résistances diverses.

3° Utilisation de lampes à incandescence.

4° Utilisation de l'arc électrique.

Résistances formées de fils ou de dépôts métalliques.

Lorsque la résistance est formée par des *fils métalliques* ces derniers sont enroulés avec interposition d'amiante sur la paroi d'un récipient à double fond ou à double enveloppe. En passant, le courant chauffe les fils et par conséquent le fond de l'appareil.

On se sert de ce procédé pour la fabrication d'appareils de cuisine et de fers à souder.

Pour le chauffage des tramways on emploie aussi ce système. Les fils nus sont placés dans une enveloppe métallique ajourée.

Les résistances formées par des *dépôts métalliques* sont souvent des bandes très minces de métal précieux déposées sur un support isolant tel qu'un émail spécial ou des feuilles très minces de mica.

Ces dépôts métalliques sont placés sur la surface extérieure du vase intérieur de l'appareil à double paroi.

Résistances diverses

Par suite d'une remarque, on a constaté que l'introduction d'une poudre quelconque non conductrice dans une poudre métallique augmentait la résistance de cette dernière.

Soumis à une haute température et à une forte pression, le corps ainsi formé devient homogène et très solide.

Comme résistances on a employé aussi avec un certain succès du silicium aggloméré, de l'eau, etc. Résistances formées par des lampes.

Ces lampes sont spéciales, elles consomment un grand wattage par bougie, le filament est de gros diamètre et de grande longueur.

Ces lampes, généralement en verre dépoli sont enfermées dans des appareils de formes diverses, souvent formant réflecteurs et servent au chauffage modéré des appartements.

Arc électrique

Lorsque l'on utilise l'arc électrique pour le chauffage, sa haute température permet de l'employer dans des appareils spéciaux pour chauffer l'eau des bains ou l'eau des chaudières à vapeur. On peut également l'appliquer aux fers à souder.

FOURS ELECTROTHERMIQUES

On m'excusera de m'être étendu si longtemps sur le traitement électrolytique des métaux, et sur les appareils employant l'électricité pour le chauffage.

Mais ce très long aperçu m'a paru pourtant nécessaire et peut servir d'introduction à la partie qui nous intéresse.

Retardant encore le sujet dont je veux parler, je me permettrai de dire un mot sur les avantages de la métallurgie électrique par voie sèche et de faire un court résumé historique de la question.

Moins méticuleux que le procédé par l'électrolyse, le traitement des métaux par le four électrique n'a pas à se préoccuper des réactions produites par les liquides et la densité du courant n'est limité qu'au pouvoir conducteur des électrodes.

Mais la concurrence commerciale et industrielle tendant constamment à réduire les prix des produits, l'emploi de l'électricité pour une semblable fabrication n'a pu avoir lieu que, grâce à l'utilisation des chutes d'eau.

Aussi les pays montagneux renferment-ils quantités d'usines électro-métallurgiques ou électro-thermiques dans lesquelles le prix du kilowatt est assez réduit pour permettre l'exploitation lucrative de ces usines.

Ainsi à l'usine de Villelongue dans les Hautes-Pyrénées, où se fabrique du silico-manganèse, le kilowatt revient à 3,5 millimes.

En outre, il faut considérer que le prix du charbon consommé dans les hauts fourneaux, malgré la récupération fournie par la captation des gaz (voir bulletin 4 et suivants les articles de M. Dagaast) est très onéreux, une grande partie du calorique servant en effet à chauffer les maçonneries du four et la perte par rayonnement étant également considérable.

Il n'en est pas de même dans un four électrique, dont la capacité est généralement assez réduite et où l'énergie voltaique est concentrée dans un espace très restreint et employée tout entière pour le travail lui-même.

Enfin le traitement du métal et souvent du minerai lui-même se fait en une seule fois, contrairement à certaines

métallurgies qui demandant plusieurs opérations, augmente de ce fait la dépense en combustible et en main-d'œuvre.

Historique.

L'invention de la pile électrique entraîna l'invention du four électrique. En effet dès 1813, Davy faisait jaillir entre deux charbons de bois, l'arc voltaïque dû à une batterie de piles de 2000 éléments. Il fondit et volatilisa avec cet arc des corps reconnus jusqu'alors comme réfractaires.

Malgré cet essai pourtant concluant, ce n'est qu'en 1881 que Louis Clerc, inventeur de la lampe Soleil, imagina le four électrique. Le brevet qui est du 6 juillet 1881 donne la description d'un four fonctionnant à 15 ampères sous 160 volts. Il put transformer le charbon en graphite. Dès cet instant, il comprit que rien ne pouvait résister à la chaleur dégagée par l'arc électrique.

Moissan qui se servit du four électrique quelques années plus tard, n'avait nullement eu connaissance de cette antériorité qu'il reconnut pourtant en 1896, lors des expériences qu'il fit à l'usine Trudaine.

Ces fours électriques étaient très simples. Formés d'un bloc en matières réfractaires, percés de deux conduits par où on introduisait les charbons électriques ou électrodes, ils étaient fermés par un couvercle réfractaire.

L'intérieur du four était généralement de forme sphérique. L'écartement des deux charbons devant être immuable, le réglage était assuré par des ressorts ou des contrepoids appropriés.

Le 8 décembre 1887, Minet et Héroult prirent des brevets pour des procédés d'électrolyse par fusion ignée universellement employés pour la fabrication de l'aluminium.

En 1890, Bullier obtenait du carbure de calcium par la réaction du carbone et de la chaux. En 1894, il obtenait ce corps pur et cristallisé.

Dès 1884, Foucault avait remarqué la formation du graphite à l'extrémité des charbons des lampes à arc. Mais c'est en 1893 que Girard et Street produisirent le graphite pour les besoins industriels.

En 1899, Charles Combes, entreprit la fabrication du ferro-chrome, du ferro-silicium et du ferro-tungstène. Le brevet est du 12 novembre 1900.

En Italie, dès 1898, Stassano s'apercevait à ses premiers essais que le four électrique pouvait servir à la production du fer et de l'acier.

Kjéllin, en 1899 produisait directement de l'acier avec un four sans électrodes. En 1900, il construisait un four électrique à induction sur le même modèle que le four breveté en Angleterre par Ferranti, en 1885.

Puis Siemens et Moissan, construisirent aussi des fours électriques de laboratoire.

En 1900, Kjéllin, Héroult, Keller et Girod, trouvaient simultanément de nouveaux fours électriques.

Le verre fut traité par l'électricité dès 1881, un brevet fut pris en Allemagne, par S. Reich, pour un four électrique à résistances.

En 1896, Askenasy donnait aux briques, l'aspect de la porcelaine, en formant une couverte vétrifiée par l'arc électrique.

Enfin en 1899, Becker fabriquait à Cologne, le verre par l'arc électrique dans un four approprié.

Puis viennent les fours Bronn, Voelker, Gabreau, Lühne, Shyzinski-Eunkirchen, etc., dont je reparlerai à leur heure.

C'est Stassano qui, en Italie, a débuté dans l'électro métallurgie du fer aux usines de Rome et de Camonica.

Peu après une usine fut construite en France, à Issy.

Le four Héroult fut essayé à Formigny, celui d'Harmet à Saint-Etienne.

En 1902, Couley expérimentait à Buffalo un four à résistances. Vers la même époque, Douglas et Howles s'occupèrent des nitrates.

Le 21 avril 1903, une expérience faite par Vattier, sous la direction de Keller, produisait directement des mattes de cuivre sans se servir de charbon.

Mais la série des inventions et des travaux relatifs au four électrique ainsi que la nomenclature des différents métaux et corps qui furent traités par l'arc électrique est inépuisable.

J'arrêterai donc là cet aperçu historique et entrant dans la réalité, je vais aborder la description des fours, leurs particularités, ainsi que leurs applications.

(A suivre.)

DEMOUY.

Sur la Montagne S^{te}-Geneviève

Passant parisien, par conséquent badaud et curieux de race, as-tu jamais songé à approfondir les mystères de l'histoire de ce vieux quartier, qui va s'émiettant, de la place



PARIS-1901.

Hippolyte Bernier

LA RUE DES CARMES

(D'après le dessin original d'Hippolyte Bernier)

Maubert au majestueux monument en le sein duquel reposent ceux à qui la Patrie est reconnaissante.

Passant parisien, j'errais dernièrement près des bâtisses,

presque médiévales, de la Montagne Sainte-Genève et, curieux, je voulus savoir leur passé. J'en appris des choses intéressantes sur tout ce coin sacré de la vieille capitale, mais j'en appris bien d'autres, et non des plus belles, sur le compte des Carmes, moines à qui, en 1309, Philippe le-Bel



PARIS-1909

Hippolyte Bernier

LA CHAPELLE ET L'ANCIEN COLLÈGE DES IRLANDAIS

(D'après le dessin original d'Hippolyte Bernier)

donna la maison du Lion située au bas de la rue de la Montagne-Sainte-Genève et près de la place Maubert.

Ces bienheureux Carmes, à l'instar de leurs condisciples d'Aubervilliers, de Notre-Dame de Boulogne, de Saint-Maur-les-Fossés, menèrent une telle vie que bientôt leur nom devint un reproche d'incontinence.

Les non moins bienheureuses pécheresses parisiennes se rendant, disait-on, aux pèlerinages avaient sans doute moins pour motif la dévotion que le plaisir, ainsi que l'a relaté Guillaume Coquillart en quelques vers :

Mesdames, sans aucuns vacarmes,
Vont en voyage bien matin
En la chambre de quelques carmes
Pour apprendre à causer latin,
Frère Béruffe et Damp Frémin
Les attendent en lieu célé.

.
Ont-ils bien gaudy et gallé
En lieu de dire leurs Matines.
Le vin blanc, le jambon salé
Pour festoyer ces pèlerines.

Au carême de 1658, par ordre du supérieur, nos moines furent surpris, à deux heures du matin, ripaillant fraternellement. Cet excès de bonne chère leur valut d'être condamnés à sortir du couvent et à se retirer dans diverses maisons de leur ordre. Leur refus et leur rébellion aggrava leur conduite tant et si bien que la cour du Parlement et l'Official de Paris les condamnèrent à nouveau, le 28 juin 1659, à se retirer dans d'autres couvents. Enfin leur ordre fut supprimé en 1790.

A la place de leur couvent s'élève aujourd'hui le marché des Carmes, au bas de la rue du même nom, dans la partie haute de laquelle on retrouve, encore aujourd'hui, des coins intéressants ayant gardé cet aspect, cette patine qui font tache près des « gratte ciel » modernes.

Grimpant cette rue des Carmes, j'avais pour but de rendre visite à M. Mackenstein, lecteur assidu de notre bulletin. Le portail franchi, au numéro quinze, un reste du passé m'apparut: la chapelle dite des Lombards ou des Irlandais dépendant du collège du même nom et qui fut établi en 1334 par plusieurs Italiens qui voulurent que ce collège devint la maison des pauvres « escholiers » italiens de la charité de Notre-Dame et que 11 boursiers y fussent enseignés et nourris.

Des Espagnols s'adjoignirent aux Italiens puis, dans la suite, ce collège fut presque entièrement ruiné et déserté jusqu'au moment où, en 1681, le gouvernement donna des lettres

patentes à Patrice Maginn et Malachie Kelli, les autorisant à rebâtir le collège, pour y recevoir les Irlandais étudiant à l'Université de Paris.

Les bâtiments ont conservé, aujourd'hui encore, leur tournure d'autrefois et le portail de la chapelle montre le style Louis XIV avec son retour aux lignes antiques comme l'indiquent les acanthes corinthiennes et les volutes ioniques qui dominent la cour tranquille que trouble un peu les bruits venant des ateliers de M. Mackenstein, installés là où les Irlandais venaient méditer les leçons des Maîtres de l'Université.

Cette nouvelle destination des bâtiments n'est certes pas un sacrilège industriel, on produit et conçoit dans ces ateliers trop d'appareils scientifiques pour qu'il en soit le contraire.

Dernièrement, le succès des nouvelles plaques en couleurs aidant, un châssis négatif spécial y est né pour permettre au photographe la réalisation d'un travail précis.

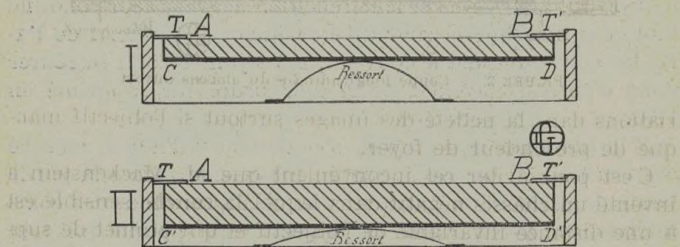


FIGURE 1. — Influence de l'épaisseur des plaques sur la position de la couche sensible, dans les châssis négatifs ordinaires.

De par leur constitution, ces plaques sont placées dans les châssis négatifs, gélatine en dessous, pour que les rayons lumineux traversent d'abord le réseau polychrome afin de subir la sélection avant d'agir sur la couche sensible.

Les châssis ordinaires pour plaques monochromes possèdent un dispositif spécial ou un simple ressort dont le but général est de rejeter la plaque contre les taquets butoirs qui la maintiennent ainsi, gélatine en dessous, la couche sensible étant toujours à une distance invariable pour toutes les plaques, le foyer restant lui-même constant.

Or, les plaques de verre supportant l'émulsion ont des épaisseurs variables, souvent même, dans une seule boîte. Comme les plaques à réseaux sont retournées, gélatine en dessous, ainsi qu'il a été dit plus haut, il s'ensuit, qu'avec les châssis ordinaires, pour des épaisseurs différentes du verre, la couche sensible sera à des distances variables par rapport à l'objectif, le foyer restant le même, condition nécessaire.

La figure ci-contre montrant deux coupes de châssis ordinaires avec plaques dont l'épaisseur n'est pas égale, indique bien l'inconvénient de cette inégalité; les couches sensibles C D et C' D' étant à des distances différentes de A B ligne de butée, contre les taquets T T', elle-même fixe par rapport à l'objectif, ces couches sensibles seront donc diversement placées par rapport aussi à ce dernier. Il s'ensuivra des va-

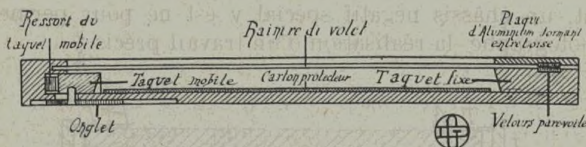


FIGURE 2. — Coupe longitudinale du châssis ouvert

riations dans la netteté des images surtout si l'objectif manque de profondeur de foyer.

C'est pour éviter cet inconvénient que M. Mackenstein a inventé un châssis négatif dans lequel la couche sensible est à une distance invariable de l'objectif et qui permet de supprimer l'emploi des cartons noirs protecteurs que l'on est obligé de disposer sous la couche gélatinée, dans les châssis négatifs ordinaires, pour éviter sa détérioration par le frottement du ressort.

Ce châssis, dont la coupe longitudinale est donnée par la figure 2 et la vue d'ensemble avec section par la figure 3, est à volet plein, en feuille d'ébonite, couissant dans une rainure et pressé à l'entrée de course par deux velours empêchant le passage de la lumière.

La plaque est maintenue en place à l'aide de deux tasseaux : C, E (figure 3), dont l'inclinaison tend à renvoyer constamment vers le fond, D, la plaque introduite entre eux deux.

L'un de ces taquets : C est mobile et solidaire d'un onglet B (fig. 4) extérieur au châssis, ce qui permet de manœuvrer le taquet C indirectement. Ce dernier tend à revenir dans sa position première par l'effort exercé par un ressort placé derrière lui (fig. 2.)

Connaissant les différentes parties de notre châssis, il va être facile d'en comprendre le fonctionnement.



FIGURE 3. — Vue d'ensemble avec section du côté du taquet mobile, C taquet mobile. — E taquet fixe. — F, F' cartons protecteurs. — D fond du châssis.

Dans la première phase du chargement (fig. 5), le volet étant enlevé, la plaque est introduite, gélatine en dessous,



FIGURE 4. — Vue extérieure du châssis, côté de l'onglet. B onglet solidaire du taquet mobile C (fig. 3). — A volet avec sa tirette.

et vient reposer d'une part sur le taquet mobile T¹ d'autre part sur le carton protecteur C.

En poussant l'onglet, en O', avec le doigt, D, on entraîne le taquet mobile en T¹ et la plaque, qui n'est plus maintenue de ce côté, vient tomber sur le carton protecteur C (phase II).

Abandonnant, du doigt, l'onglet, le ressort du taquet mobile agit entraînant tout le système en T¹, O". C'est alors

que, dans sa course, le taquet T''^1 , rencontre la plaque, la pousse contre T^2 , fixe, et la maintient ainsi en place, vers

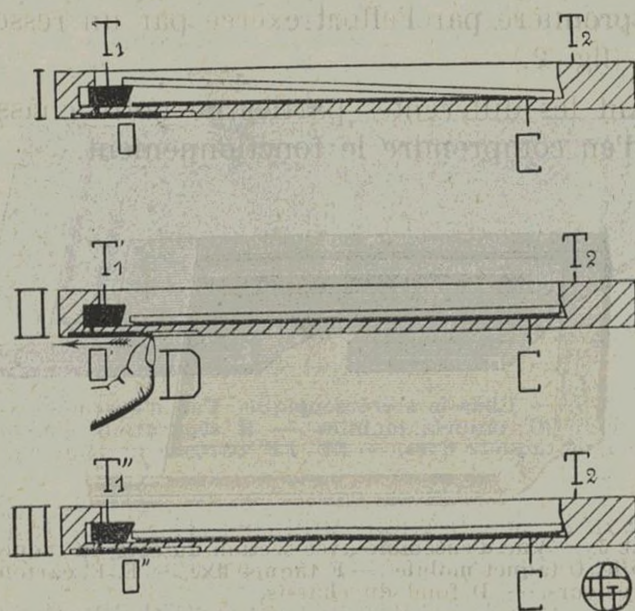


FIGURE 5. — Phases du chargement.

- I. — Introduction de la plaque sensible.
- II. — Poussée du taquet mobile T^1 par l'intermédiaire de l'onglet O' : la plaque vient se placer sur les cartons protecteurs C .
- III. — L'onglet O'' abandonné à lui-même laisse revenir le taquet mobile en T''^1 , ce qui maintient définitivement la plaque sensible contre le taquet fixe T^2 .

le fond du châssis, grâce à l'inclinaison suffisante des deux tasseaux T^1 et T^2 .

La plaque maintenue solidement repose sur deux petites bandes de carton, noir et mince, comme l'indique la figure 6, et la couche gélatinée ne peut ainsi subir aucun frottement capable de la rayer ou la détériorer.

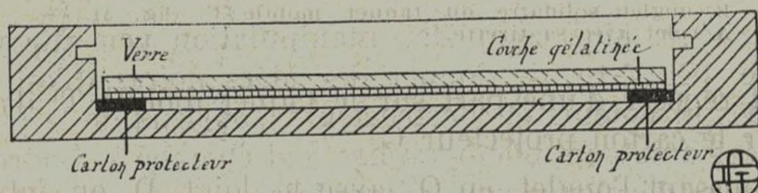


FIGURE 6. — Coupe transversale du châssis montrant la plaque supportée par les cartons protecteurs.

Pour permettre la prise de vues stéréoscopiques des châssis ont été construits sur le même principe (fig. 7), ce sont

en quelque sorte des châssis simples accolés et séparés par la barre H qui, grâce au dispositif J, peut-être enlevée à volonté et permettre l'emploi de plaques stéréoscopiques ordinaires, solidaires l'une de l'autre.

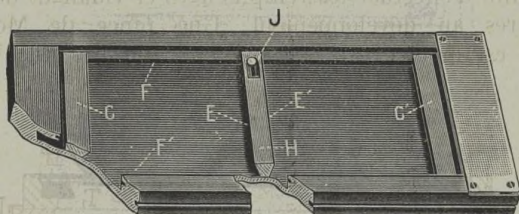


FIGURE 7. — Châssis stéréoscopique. Vue d'ensemble avec section. CC' taquets mobiles. — H séparation commune formant taquets fixes. — EE' FF' cartons protecteurs.

La commande des taquets mobiles, C C', se fait toujours extérieurement (fig. 8) à l'aide des onglets B B'.

Les plaques utilisées pour la photographie des couleurs étant sensibles pour toutes les teintes on ne peut songer à les développer à la lumière rouge. Il faut se contenter de



FIGURE 8. — Vue extérieure du châssis stéréoscopique. BB' onglets des taquets mobiles. — A volet avec sa tirette.

l'obscurité la plus complète, manipulation peu attrayante, capable, peut-être, de donner des idées noires. C'est pourquoi des inventeurs et constructeurs, soucieux de la psychologie des amateurs photographes, ont cherché à rendre plus pratique ce développement *négrophile*.

M. Mackenstein a mis au point une cuve de développement, complémentaire, pour ainsi dire, des châssis déjà décrits.

Cette cuve se compose d'un coffret de bois, N N, (fig. 9) à

l'intérieur duquel est disposée une cuvette photographique en ébonite, reposant sur le fond, et munie sur le côté, d'un ajutage, qui, passant à travers la paroi du coffret vient émerger en E ; un caoutchouc spécial, formant entonnoir, y est adapté afin d'effectuer les remplissages et vidanges de bains nécessaires au développement. Une pince de Mohr : E (fig. 10) est montée sur ce caoutchouc faisant office de robinet.

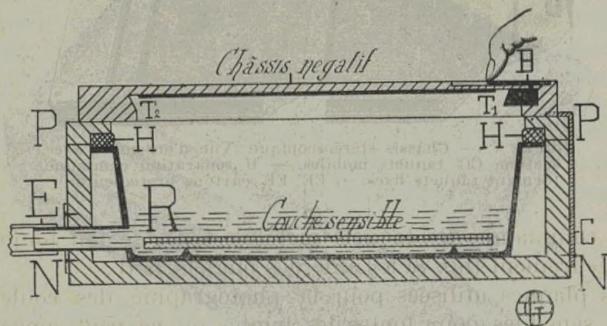


FIGURE 9. — Coupe schématique de la cuve à développer. B ongle du taquet mobile T1. — C taquet du couvercle de la cuve. — E ajutage latéral. — HH coupe du cadre de caoutchouc. — NN coffre de bois. — PP couvercle mobile de la cuve. — R révélateur ou solution d'immersion ou eau de lavage. — T2 taquet fixe.

Afin d'éviter que le bain ne se renverse à l'intérieur du coffret, un cadre de caoutchouc H H, vient s'appuyer sur les bords de la cuvette à l'aide de la pression exercée par le couvercle P P de la cuve, maintenu en place par les taquets C C' D D'.

Sur ce couvercle sont montées deux glissières correspondant aux rainures du châssis que l'on engage, le volet en dessous, comme l'indiquent les figures 9 et 10.

Le volet A étant enlevé, on tire sur l'onglet B, celui-ci, entraînant le taquet, T1, mobile, libère la plaque qui vient tomber dans la cuvette : gélatine ou couche sensible en-dessus, condition nécessaire pour un bon développement.

L'action du bain révélateur se poursuit pendant le temps déterminé après quoi, ouvrant la pince F, ce bain est éliminé, remplacé par de l'eau pour le lavage et ainsi de suite pour l'inversion, etc.

Quand il est possible d'opérer en pleine lumière on enlève

le couvercle P P, ce qui permet de sortir la cuvette et de se rendre compte de l'état de la plaque.

Nous voilà bien loin des Carmes irrévérencieux et des stu-

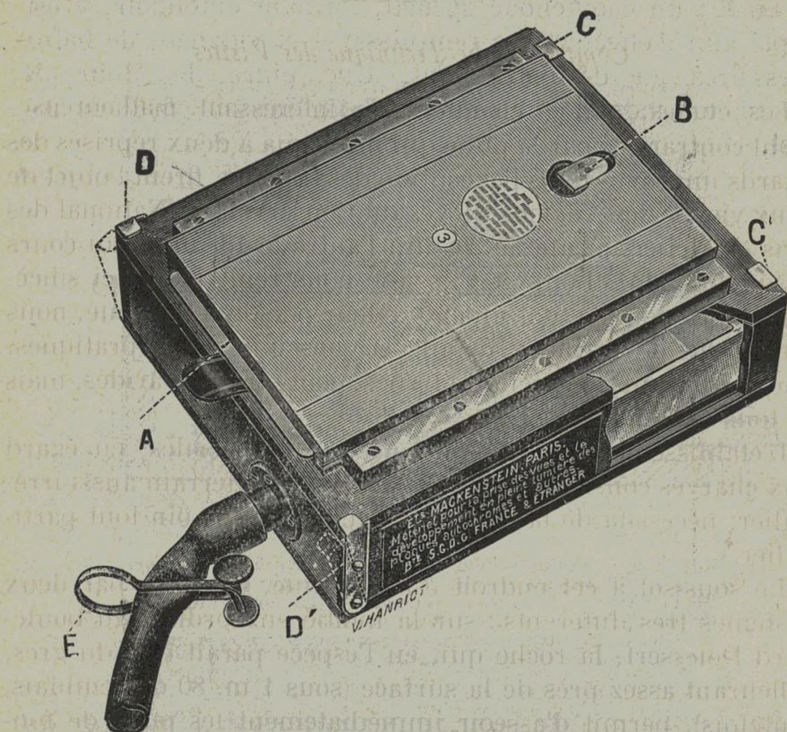


FIGURE 10. — Vue d'ensemble de la cuvette à développer.
A volet. — B ongle du taquet mobile. — CC' DD' taquets maintenant le couvercle du coffret. — E pince réglant l'écoulement de l'ajutage de remplissage et de vidange.

dieux Irlandais dont les portes de l'ancien collège s'ouvriront, grandes devant nous lorsque nous irons rendre visite à M. Mackenstein qui, avec son amical sourire, nous fera les honneurs de ces petits abris de la Science que sont ses ateliers de sur la Montagne Sainte Geneviève en ce bon « Quartier Latin ».

G. DEGAAST.

N. B. — Qu'il me soit permis de remercier notre sympathique camarade Hippolyte Bernier qui a bien voulu joindre sa plume à la mienne pour jeter, en mon grimoire, une note d'art sincère avec ses deux croquis de la rue des Carmes et de la chapelle des Irlandais.

Le 10 septembre 1909.

G. DEGAAST.

Le Chantier de la Rue Beethoven

Compte-Rendu Technique des Visites

Les études, sur ce chantier très intéressant, malheureusement contrariées par la pluie qui provoqua à deux reprises des retards imprévus dans l'exécution des travaux, firent l'objet de deux visites des Anciens Elèves du Conservatoire National des Arts et Métiers : l'une le 20 juin l'autre le 18 juillet au cours desquelles MM. Loup et Fils que nous remercions ici sincèrement au nom de tous ainsi que leur personnel dévoué, nous fournirent de précieux détails et renseignements pratiques, que voici réunis en quelques lignes, peut-être trop arides, mais en tous cas fidèles.

L'établissement des fondations toutes spéciales, eu égard aux charges considérables à répartir sur un terrain aussi irrégulier, nécessita de la part des ingénieurs un soin tout particulier.

Le sous-sol à cet endroit est constitué, en effet, par deux systèmes très différents : sur la moitié en bordure du boulevard Delessert, la roche qui, en l'espèce paraît être du grès, affleurant assez près de la surface (sous 1 m. 80 de remblais, toutefois), permit d'asseoir immédiatement les puits de fondation ; sur la moitié vers la Seine, l'épaisse couche d'argile, en partie exploitée, obligea, après avoir traversé un banc de calcaire de 0 m. 80 environ, d'aller chercher le bon sol au fond de la *glaise boueuse*, à une profondeur variant de 6 à 14 mètres. On y parvint à l'aide de pieux octogonaux en *béton-fretté*, du système Considère, et mesurant 0 m. 35 de diamètre. Ces pieux battus jusqu'à refus au fond des puits, descendus jusqu'à l'eau, se trouvent réunis par groupes de deux, trois, quatre ou cinq, suivant l'importance des charges supérieures, à l'aide de plateformes également en béton-armé.

Au-dessus de ces points solides, sont *roulés* les arcs en meulière qui forment la base des murs de soubassement (dont l'épaisseur varie de 0,90 à 1 m. 10) qui, une fois montés, laisseront momentanément inutilisée une hauteur de 8 à 10 mètres au-dessous du plancher bas des caves, situé lui-même à trois mètres en contre-bas du trottoir.

Toute la maçonnerie de soubassement arasée à 5 m. au-dessous de la chaussée est recouverte d'une *sablière* de répartition, en béton armé, formant *chainage*. La largeur de cette sorte de ceinture qui varie suivant les endroits est égale à celle des murs sur lesquels elle repose. Sa hauteur, constante pour tous les points est de 0 m. 50 ; elle devra plus tard recevoir les murs du bâtiment. Les parties franchissant les arcs du soubassement, comportent un supplément d'acier convenablement calculé et forment ainsi *linteaux de décharge*, à l'inverse du système qu'on rencontre plus fréquemment et qui consiste à décharger un linteau (de pierre ou de bois) par un arc appareillé placé au-dessus de lui dans l'épaisseur de la maçonnerie.

Dans la hauteur de cette ceinture, ont été réservés, aux endroits convenables, les *portées* des *poutres* et *écharpes* en béton armé qui devront être coulées postérieurement.

Les poteaux qui se dressent aux différents alignements nous fournissent des exemples des plus intéressants. Nous y trouvons, en effet, ici les *coffres* en bois préparés et convenablement calés ; là les aciers sont disposés à l'intérieur d'autres coffres parfaitement contrebutés, pour parer au balonnement des panneaux de bois qui se produirait certainement au moment du remplissage si l'on omettait cette précaution indispensable. Comme *armature* nous remarquons 4, 6 ou 8 ronds d'acier de 22 à 25 millimètres de diamètre toujours répartis à la périphérie du poteau, et reliés entre eux par une série de *ceintures horizontales* en fil rond de 8 millimètres espacées entre elles de 20 à 30 centimètres. Enfin là-bas, les compagnons engouffrent par la partie supérieure d'un coffre, le béton composé de mortier de *ciment Portland* et de gravillon dit *mignonnette*, en pilonnant soigneusement à l'aide d'une sorte de ringard, pour éviter la formation de poches, qui pourraient par la suite provoquer une grave catastrophe.

Sur un autre point du chantier on attaque le plancher bas des caves ; les coffres en bois des poutres préparées à pied d'œuvre en trois parties : le *fond* et les deux *jouées* sont montés sur place pour en faciliter le calage et la manutention ; le fond est d'abord *présenté* entre les deux points d'appui de la future poutre, puis *calé* et *étayé* dans une position parfaitement horizontale dans son ensemble, tout en tenant toujours le milieu un centimètre plus élevé que les deux extré-

mités, ceci en prévision de la flèche que prendrait le coffre sous le poids du béton qui le remplira ; après quoi, le compagnon vient fixer les deux *flancs* ou jouées en tenant compte de l'épaisseur de la dalle, tous les coffres des poutres étant placés, on viendra disposer entre chaque couple le *platelage* ou parquet provisoire en bois sur lequel seront coulées les dalles du plancher en béton.

On obtient ainsi un moule en charpente, présentant en creux les parties de poutres qui resteront saillantes et visibles par dessous. Dans les coffres correspondant aux poutres, on disposera soigneusement suivant les indications des épures, les aciers de tension, correspondant aux sections indiquées, ils occuperont la partie inférieure et seront reliés à la partie supérieure du plancher (partie comprimée) par des *étriers* en *feuillard* ou des *épingles* en fil rond dont l'espacement ira en croissant depuis la *portée* jusqu'à l'*entraxe* des murs portants ; la fonction de ces épingles ou étrier est de s'opposer au *glissement longitudinal des fibres* (considération purement théorique mais qui intervient quand même dans le calcul rationnel).

Avant de quitter le chantier un coup d'œil sur l'outillage, toujours primitif et rudimentaire, qui, dans tous les chantiers, resté par nature un outillage de fortune et dont l'usage se perpétue religieusement dans l'industrie du bâtiment, la plus ancienne et la plus considérable des industries et la moins bien outillée mécaniquement (1).

1° La *sonnette*, outil du batteur de pieux qui comprend un bâtis en charpente mobile sur des rails et portant deux guidages verticaux entre lesquels se déplace verticalement un *mouton*, soulevé par la vapeur, puis abandonné à son propre poids pour l'effet à produire. Dans l'appareil qui nous occupe le mouton pèse 2.000 kilos et sa chute est de 1 m.

2° Le *malaxeur* à béton constitué simplement par un cylindre de 1 m³ environ dans l'axe duquel se trouve un perchoir élicoïde animé d'un mouvement de rotation, le mélange

(1) Il faut cependant rendre justice aux dernières tentatives de perfectionnement du matériel et des procédés du bâtiment, tels que : les bétonnières à grand rendement ; l'appareil de levage du palais royal de Bruxelles, qui n'est autre qu'un gigantesque pont roulant provisoire qui se déplace au-dessus de la construction ; l'emploi de la grue de débarquement (Eglise anglicane à Paris) ; les excavateurs américains pour terrassements de grande importance ; les ravalements des façades au jet de sable, etc.

est introduit humide par le haut, et le béton est recueilli à la partie basse de l'appareil.

3° Enfin, l'atelier de fabrication des étriers, épingles et ceintures d'armatures, où les ouvriers plient les fils d'acier sur un gabarit type, n'ayant pour toute usine qu'une sorte de levier mobile, monté sur une platine horizontale et portant un tenon autour duquel l'acier est contraint de s'enrouler partiellement.

G. MERCIER.

PROCÈS-VERBAL

DE

l'Assemblée Générale du 14 Septembre 1909

La séance est ouverte à 9 heures sous la présidence de M. BOULLIE, Président de l'Association.

Il est procédé par assis et debout à l'élection du Comité de l'exercice 1909-1910.

MM. BOULLIE, DEGAAST, DELAUPE, DEMOUY, DUMAS, FRANÇOIS, GIRET, HUNEAU, M^{lle} LE CHEVALLIER, MM. LÉPAULLE, MERCIER, MUHLBERGER, PETIT, SAGERET, SCHIRCH, sont élus.

Au nom du Comité, M. BOULLIE, Président sortant, remercie les Sociétaires présents de leur marque de confiance et les assure du dévouement de ses Collègues.

M. DEGAAST prend ensuite la parole et, au cours d'une de ces spirituelles causeries, dont il possède le secret, initie ses auditeurs aux mystères à peine connus de la "Psychiatrie aux temps préchaldéens". D'originales projections relèvent les explications curieuses du conférencier.

M. BOULLIE en remerciant M. DEGAAST, regrette profondément l'abstention d'une trop grande partie des Sociétaires, et espère que la prochaine Assemblée, qui sera générale, réunira tous les adhérents.

LE COMITÉ.

VISITES ET CONFÉRENCES

PROGRAMME D'OCTOBRE 1909

SOCIÉTÉ DES ÉLÈVES ET ANCIENS ÉLÈVES
du
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS-ET-MÉTIERS

Le dimanche 3 octobre

Visite du Chantier modèle de COUPE de PIERRE

sous la direction de M. BOURSEAU

Rendez-vous à 10 heures, à l'angle de la rue des Volontaires
et de la rue de Vaugirard.

Dimanche 10 octobre

1^{er} GROUPE

Excursion technique et photographique à PIERREFONDS

Organisée par la Société des Elèves des laboratoires Bourbouze avec le Concours de M. Le Roy, chimiste professeur aux laboratoires Bourbouze.

Rendez-vous à 6 h. 50 du matin, gare du Nord, trottoir extérieur, sous l'horloge. — Visite de la SUCRERIE de Pierrefonds. — Déjeuner (Hôtel de l'Enfer). — Visite du CHATEAU, retour à Paris vers 7 heures.

Prix de l'excursion, voyage et déjeuner, 7 francs. Adresser les adhésions à M. Richy, 161, rue Lecourbe, avant le jeudi 7 octobre.

2^e GROUPE

Visite de l'USINE A GAZ de Clichy

Sous la direction du Régisseur de l'Usine.

Rendez-vous à 10 heures du matin, 1, rue des Chasses, à Clichy.

N.-B. — Une erreur de typographie ayant rendu impossible le rendez-vous du mois de septembre, pour la visite de cette usine, le Comité prie les sociétaires qui se seraient dérangés le dimanche 21 septembre, de bien vouloir l'excuser étant donné que le 21 tombe un mardi !

Dernière semaine d'octobre

Visite à la CRISTALLERIE de PANTIN

St-Hilaire, de Varrena et Cie, 86, Rue de Paris, à Pantin

La date de cette visite n'est pas encore fixée, elle aura très probablement lieu un soir de semaine vers 9 heures, Messieurs les Sociétaires désireux d'y prendre part sont priés de faire parvenir au plus tôt leurs noms et adresses à M. Petit, 10, rue Pasteur, à Fontenay-sous-Bois (Seine).

INFORMATIONS

Nos lecteurs trouveront encarté dans ce numéro le programme des cours du Conservatoire National des Arts et Métiers. Ces cours ouvriront le jeudi 4 novembre.

Nous rappelons à ce sujet que, aux termes du règlement, les auditeurs désireux de sanctionner leurs études par les examens de fin d'année doivent avant le 15 novembre, délai de rigueur, demander par écrit à M. le Directeur, une carte d'élève dite carte d'assiduité nominative. La demande devra indiquer le nom, l'âge, la profession et l'adresse du candidat, les cours suivis antérieurement au Conservatoire, ainsi les récompenses, certificats ou diplômes qu'ils y auraient obtenus antérieurement.

Pendant la durée des travaux de construction des nouveaux laboratoires Bourbouze, les sections de Chimie, de Photographie, de Soudure et d'Electricité industrielle resteront, 58-60, rue Saint-Antoine. La Physique, l'Optique et les Mesures électriques seront transférées à l'école Scientia, 23, rue François-Gérard (16^e arr.). La Micographie se fera à la Pharmacie centrale de France, 7, rue de Jouy (4^e arr.).

Inscription : le dimanche 10 octobre. Ouverture, le 17 octobre.

Photographie. — Au cours de la dernière excursion dans l'Est de l'Association des Elèves des Laboratoires Bourbouze, de nombreuses photographies documentaires et artistiques sur : le tissage, la filature, la faïencerie, l'automobile, l'industrie du papier, la vallée de Celles, Gérardmer (La Vologne, Saut-des-Cuves, Honeck, les lacs) ont été prises.

Ces photographies sont à la disposition des personnes qui désireraient se les procurer.

Dans ce but, s'adresser, verbalement, au siège de l'Association, les samedis soir ou tous les jours, par écrit, à M. G. Degaast, vice-président de l'Association, 113, rue Broca, Paris (13^e).

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVETS D'INVENTION

Machines

N^o 402.009.

Perfectionnements aux moteurs actionnés par les vagues.

Le moteur actionné par les vagues est caractérisé par la combinaison, avec un pilier, des supports portés par ce même pilier et d'un arbre tournant dans lesdits supports, de plusieurs unités placées sur le pilier actionnant l'arbre, chaque unité comprenant un support conique, une tête oscillante placée dessus, un levier tubulaire à flotteur suspendu à ladite tête oscillante, un flotteur pouvant coulisser sur ledit levier, une oreille portée par ledit flotteur et s'étendant dans ledit levier, un chapeau à mouvement alternatif, supporté par la tête oscillante, un fléau articulé monte dans l'un des premiers supports mentionnés, un joint universel entre le fléau et le chapeau, des mécanismes à rochet placés sur l'arbre, lesdits mécanismes comprenant des poulies folles à chaîne, des roues à rochet clavetées des disques pressés par des ressorts, des cliquets portés par des poulies à chaîne pour s'engager avec

les roues à rochet, une chaîne attachée à l'oreille du flotteur, montant dans le levier et passant sur la poulie à chaîne du mécanisme à rochet correspondant, une chaîne reliée au fléau, et passant sur la poulie à chaîne de l'autre mécanisme à rochet, et des contrepoids portés par lesdites chaînes.

Arts Textiles

N° 402-014.

Taquet chasse-navette semi-métallique

L'invention concerne un taquet pour métier à chasse supérieure ou inférieure, caractérisé en ce que le corps ou armature est métallique, en aluminium de préférence, avec des garnitures interchangeables en caoutchouc, et en cuir, ou bien en combinaison de ces matières.

BIBLIOGRAPHIE

La navigation aérienne par ballons dirigeables, par le commandant *Bouttieaux*, directeur des Services du Matériel du Génie, 1 vol. in-8° illustré de nombreuses photogravures, broché, 2 fr. 75. Librairie Ch. Delagrave, Paris.

Le commandant *Bouttieaux*, que nos collègues ont tant applaudi en 1908 dans le Grand Amphithéâtre du Conservatoire, et dont la compétence aéronautique est notoire, apporte une fois de plus sa contribution à la passionnante étude du problème de la conquête de l'air. Il a fait œuvre de vulgarisation, en mettant à la portée de tous les règles précises applicables à la construction et à la conduite des ballons dirigeables de divers modèles, rigides, semi-rigides et souples. La vignette qui encadre le titre du volume rappelle la première ascension de *La France*, le célèbre dirigeable avec lequel les capitaines Charles Renard et Krebs ont pour la première fois accompli, en 1884, un parcours en cycle fermé. Après avoir exposé en termes fort clairs la technique du ballon dirigeable, l'auteur passe en revue les caractéristiques des modèles les plus récents construits soit en France, soit à l'étranger et termine par un aperçu sur les conditions d'utilisation des dirigeables.

Le Gérant : E. DELAUPE.

Paris. — Imp. Stemmer, 175, Rue Saint-Honoré.

TABLE ALPHABETIQUE DES MATIÈRES

- Hollard & Bertiaux *Analyse du cuivre industriel*, p. 65.
 Degaast. *Analyse industrielle (Echantillonnage en matière d')*, p. 48.
- Mercier. *Art de bâtir au XX^e siècle*, p. 259-290.
Assemblées des sociétaires, 2 octobre 1908., p. 1. —
 5 mai 1909, p. 232. — 11 juin 1909, p. 257. — 14
 septembre 1909, p. 378.
- Schirch. *Assurance automobile*, p. 37.
- Sauvage. *Automobiles (Etablissement des voitures)*, p. 223-
 226.
- Brevets* : Agriculture, p. 62, 316.
 Arquebuserie et artillerie. n. 217, 316.
 Arts chimiques, p. 60. 95, 186.
 Arts industriels, p. 31.
 Arts textiles, p. 61, 96, 157, 286, 382.
 Céramique, p. 187.
 Construction et travaux publics, p. 60,
 124, 157, 188.
 Electricité, p. 252.
 Industries diverses. p. 96.
 Instruments de précision, p. 32, 124,
 158, 189.
 Marine et navigation, p. 95, 123. 187,
 218, 254.
 Machines, p. 32, 62, 125, 159, 188, 253,
 317, 381.
 Mines et métallurgie, p. 32, 61, 286, 315.
 Tissage, p. 31.
 Transports sur routes, p. 31.
- Giret *Chardonnet (Le procédé) (Fabrication de la soie
 artificielle)*, p. 16, 92.
*Comptes rendus (Voir Assemblées, voir Visites et
 Conférences)*.
- François. *Convertisseurs et redresseurs*, p. 281, 294.
- E D. *Curiosités arithmétiques*, p. 63, 125, 142, 160, 256.
*Diplômes, certificats et récompenses des élèves du
 Conservatoire des Arts et Métiers, année 1908-
 1909*, p. 321.
- Degaast. *Echantillonnage (l') en matière d'analyse indus-
 trielle*, p. 48.
- Demouy. *Electro-métallurgie (l')*, p. 301.
- Demouy. *Electro-thermie (l')*, p. 360.
- Boullie. *Engrenages (Tracé et taille des)*, p. 20, 40, 211.
- Sauvage. *Etablissement des voitures automobiles*, p. 223, 226.
- Degaast. *Gaz de hauts fourneaux (Utilisation des)*, p. 37,
 147, 169, 235, 267.
Grès flammés (Les) de Gentil et Bourdet, p. 342.
- X. *Histoire et Hygiène*, p. 223.

- Mlle Lechevallier. *Industrie disparue (Une)* (poélerie). p. 116.
Laur. *Installations téléphoniques (Les)*, p. 137, 189, 201, 275, 336.
Petit. *Laboratoire (Simples notes du)*, p. 328.
Rousselet. *Lampes à filament métallique (Note sur un nouveau procédé d'utilisation des)*, p. 312.
Mercier. *Maison de treize étages, à Paris*, p. 259, 290.
Sauvage. *Mesure graphique de la circonférence (rectification de la circonférence du cercle)*, p. 289.
Chrétien. *Mesure du temps par le pendule électrique*, p. 6, 37, 80, 106.
Degaast. *Montagne Sainte-Geneviève (Sur la)*, p. 365.
Schirch. *Organisation d'un établissement industriel*, p. 245.
X. *Origine du nombre onze*, p. 256.
Paradoxe (Un curieux), p. 160.
E. D. *Particularité de quelques nombres*, p. 125, 142.
Chrétien. *Pendule électrique (Mesure du temps par le)*, p. 6, 37, 80, 106.
E. D. *Planimètre d'Amsler*, p. 53.
Mlle Lechevallier. *Poélerie (Une industrie disparue, la)*, p. 116.
E. D. *Ponts (Les) en Hollande*, p. 26.
Sauvage. *Rectification de la circonférence du cercle*, p. 289.
Paul Besson. *Radio-activité (La)*, p. 34.
Petit. *Simples notes du laboratoire*, p. 328.
Giret. *Soie artificielle (La)*, p. 16, 92.
Rouberty. *Sucre (Le)*, p. 325.
Laur. *Téléphones (les installations téléphoniques)*, p. 137, 189, 201, 275, 336.
Titularisation des membres (1908), p. 220.
Demouy. *Transport de l'énergie électrique*, p. 129, 194.
Boullie. *Tracé et taille des engrenages*, p. 20, 40, 211.
Delaupé. *Trains épicycloïdaux (Les)*, p. 355.
Petit. *Uranium (Historique de l')*, p. 161.
Degaast. *Utilisation des gaz de hauts fourneaux*, p. 37, 147, 169, 235, 267.
Visites et Conférences (comptes rendus).
Mois de juin et juillet, p. 318.
Usines de Dion-Bouton, p. 207.
Grès flammés Gentil, p. 342.
Mercier. *Chantier de Béton armé, rue Beethoven*, p. 375.



