

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 - http://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)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	À partir de février 1943, le titre devient "Science et Vie". La bibliothèque du Cnam ne possède pas de collection, la numérisation a été faite grâce au prêt de la collection privée de M. Pierre Cubaud.

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 41. n. 176. Février 1932
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1932
Collation	1 vol. (XXXVI p. - p. [89]-174) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 176
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.176

France et Colonies : 4 fr.

N° 176. - Février 1932

LA SCIENCE ET LA VIE



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

Du document originel au résultat demandé

On en transcrit les données sur la carte **Hollerith** 45 ou 80 colonnes au moyen des perforatrices que la société met en service : modèles à main ou électriques, semi-automatiques ou entièrement automatiques.

Les documents originaux, servant de base à la perforation, sont utilisés tels qu'ils se présentent partout : bon de travail, bulletin de commande, facture, etc.

Après perforation, les cartes sont placées dans l'ordre suivant lequel on désire les interroger; la trieuse verticale ou horizontale **Hollerith** s'acquitte de cette tâche très rapidement, à la vitesse de 350 à 400 cartes à la minute.

Après avoir été triées, les cartes sont tabulées, et l'on obtient, à volonté, sous une forme imprimée: analyses de ventes, ventilations de main-d'œuvre ou de frais généraux, bordereaux de livraison, feuille de paie, contrôle matières, comptes fournisseurs et clients.



RENSEIGNEMENTS ET ÉTUDES D'APPLICATIONS GRATUITES :

Société Internationale de Machines Commerciales

(MACHINES HOLLERITH)

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 200.000 FRANCS

29, boulevard Malesherbes, 29 — PARIS (VIII^e)

Téléphone : ANJOU 14-13

R. C. Seine 147.080

La Science et la Vie n'accepte que de la PUBLICITÉ SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE



ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL **ÉCOLE DE NAVIGATION**

placées sous
le haut patronage de l'État

Directeur Général : J. GALOPIN * O. G. I.

152, avenue de Wagram - PARIS (17^e)

DU Cours sur place ou par correspondance

DES SITUATIONS

COMMERCE & INDUSTRIE

Obtention de Diplômes et
accès aux emplois de

**SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS**

Préparation aux Concours

**ÉCOLES
BANQUES
P. T. T.
CHEMINS DE FER
ARMÉE
DOUANES
MINISTÈRES, etc.**

Programme gratuit
N° 807

M A R I N E

Admission aux
**ÉCOLES DE NAVIGATION
et NAVIRE-ÉCOLE**
"Ch.-Danielou"
au port de Marseille

Préparation des Examens

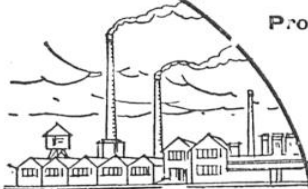
**ÉLÈVES-OFFICIERS
LIEUTENANTS
CAPITAINES**

**Mécaniciens, Radios,
Commissaires**

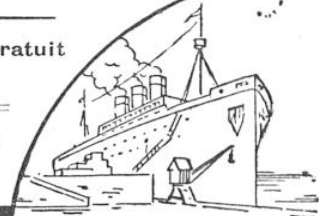
Préparation à tous les
EMPLOIS DE T. S. F.
Mécaniciens, etc.
de la Marine de Guerre et
de l'Aviation

Programme gratuit
N° 809

Accompagner toute demande de renseignements
d'un timbre-poste pour la réponse



UBI-ELGY

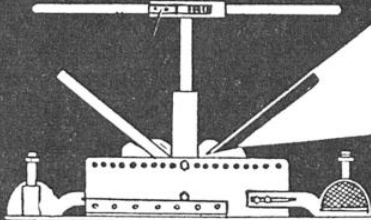


E. Paracini

CINTREUSE MINGORI

A FROID SANS REMPLISSAGE

Syst. Renou-Mingori B. France S.G.D.G.
et Etranger.



SEULE, TRAVAILLE
EN 3 POSITIONS
ET CINTRE AINSI

SUR N'IMPORTE QUEL PLAN

C. MINGORI - Const. Breveté - 7 & 8, rue Jules VALLÈS - PARIS (XI^e)
TÉL ROQUETTE 90.68

5 modèles du 12×17 au 102×114 inclus

PLUS DE 10.000 EN SERVICE

Demander la Brochure n° 4

LABORATOIRE MUNICIPAL DE CHIMIE

Analyse quantitative N° 996

Le Directeur du Laboratoire municipal certifie que l'échantillon déposé
sous le n° 441 par M. MERAN frères, pour analyse
"ESSAI d'UN FILTRE" a donné les résultats suivants:

On a effectué chaque essai dans les conditions suivantes:

A 20 litres d'eau distillée, on a ajouté 1 cc d'une
culture de Bacille Coli âgée de 48 heures, et après
agitation, le récipient contenant l'eau contaminée a
été relié au filtre sous une pression égale à environ 2
mètres d'eau. Après 5 heures de fonctionnement, 1 cc du
liquide du filtre a été ensemencé en bouillon peptoné
phéniqué pour la recherche du Bacille Coli.

Date des essais

Recherche du Bacille Coli

Date des essais	Recherche du Bacille Coli
13 Juillet	Négative
20 Juillet	d°
24 Juillet	d°
3 Août	d°
10 Août	d°
28 Août	d°
9 Septembre	d°
21 Septembre	d°
4 Octobre	d°
11 Octobre	d°
18 Octobre	d°
27 Octobre	d°
4 Novembre	d°

Le débit du filtre qui n'a pas été nettoyé pendant toute
la durée des essais était, au début, de 1 litre en 1 heu-
re, et, à la clôture des essais, le 4 Novembre, seulement
de 1 litre en 8 heures. Pour le 4 Novembre 19 15

Le Directeur du Laboratoire Municipal.

Tous personnes qui ont le plaisir de visiter le Laboratoire Municipal
pour la durée de l'essai.



Comme le prouve l'analyse ci-dessus du Laboratoire municipal de Chimie,
aucun appareil de stérilisation ne peut donner de résultats supérieurs.

DANS TOUTES LES BONNES MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
et 155, rue du Faubourg-Poissonnière, PARIS (9^e)

UBLI-ELGY

Buvez de l'eau vivante et pure

Protégez-vous des Epidémies

FILTRE PASTEURISATEUR MALLIÉ

1^{er} Prix Montyon
Académie des Sciences

PORCELAINE D'AMIANTE FILTRES DE MÉNAGE



Fabelhaft! Marvellous!

FORMIDABLE ! Voilà deux mots étrangers que vous venez d'apprendre : l'équivalent en anglais et en allemand du mot « formidable ». Vous vous êtes donc indiscutablement enrichi.

Du reste, aujourd'hui plus que jamais, la connaissance des langues étrangères est indispensable à qui veut acquérir, conserver et même améliorer la situation que lui assure sa valeur personnelle. Ayez donc, vous aussi, la seule méthode qui permette d'apprendre à parler n'importe quelle langue en un temps record : la méthode Linguaphone.

Qu'est-ce que Linguaphone ? C'est, pour vous, le moyen d'apprendre les langues à l'aide du phonographe. La méthode Linguaphone, c'est le professeur chez vous, à toute heure du jour ou de la nuit, toujours prêt à vous répéter ce qu'il vient de vous dire, d'une voix aussi nette, aussi calme à la fin de la dernière leçon qu'à la première minute. A raison d'une heure par jour et avec n'importe quelle marque de phonographe, vous connaîtrez parfaitement une langue en trois mois. Ensuite, Linguaphone, sans dépense supplémentaire, remplira le même office auprès de tous les membres de votre famille.

PARLER UNE LANGUE ÉTRANGÈRE

Lorsque nous disons « parler une langue étrangère », cela ne signifie pas seulement arriver à savoir les quelques phrases qui vous permettraient de vous débrouiller en pays étranger, mais acquérir une réelle connaissance de cette langue, en posséder l'accent comme si vous aviez séjourné plusieurs années dans le pays même, et enfin, chose qu'aucun autre enseignement ne peut garantir, être certain, en très peu de temps, de comprendre ce qu'un étranger vous dit dans la langue, même s'il parle rapidement.



H. G. WELLS
le grand romancier anglais.

« Enfin, j'ai eu un instant l'occasion d'essayer vos disques de leçons en français et en italien. Ils sont admirables. Les leçons sont arrangées avec habileté. Vous avez rendu possible, avec une dépense d'énergie assez réduite et sans professeur, à un élève attentif, de comprendre le français lorsqu'on le parle et de le parler compréhensiblement. Rien de semblable n'a jamais été possible auparavant. »

LINGUAPHONE

100 POSTES OFFICIELS

où chacun peut, sans engagement, demander une leçon d'essai.

Si vous ne trouvez pas un poste de démonstration à proximité de votre résidence,
ADRESSEZ-VOUS A

LINGUAPHONE INSTITUTE, 12, RUE LINCOLN, PARIS (8°)

qui vous enverra une brochure contenant tous renseignements désirables.

EFFORT SUPPRIMÉ - MANUTENTION RAPIDE

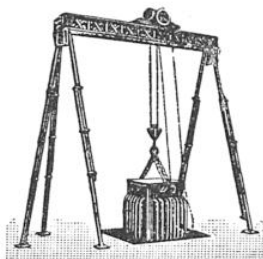
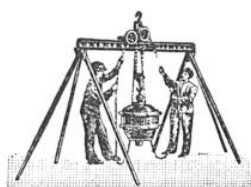
de pièces lourdes, en tous endroits, par le

PONT DIARD dit "Pont Démontable Universel"

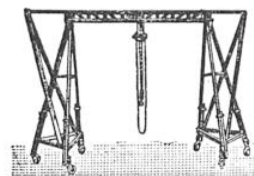
(Système Diard, breveté S. G. D. G., France et Étranger, dont brevet allemand)

APPAREIL DE LEVAGE

1° **TRANSPORTABLE** en éléments d'un faible poids et volume.



2° **TRANSFORMABLE** suivant l'état du sol ou la dimension tant des fardeaux que des locaux.



Le pont fixe de 1 tonne, avec palan spécial et chaînes d'entretoisement, ne coûte que **2.070 fr.**

NOMBREUSES RÉFÉRENCES dans : Chemins de fer, Armée, Marine, Aviation, Travaux publics, Électricité, Agriculture, Industries chimiques, Métallurgie, Mécanique, Automobiles, etc... notamment en France, Angleterre, Hollande, Belgique, Suisse, Italie, Espagne, Portugal, Grèce, Pologne, Norvège, Yougoslavie, Turquie, Syrie, Palestine, Égypte, Tunisie, Algérie, Maroc, Sénégal, Côte d'Ivoire, Côte d'Or, Soudan, Cameroun, Congo, Madagascar, Cochinchine, Tonkin, Malaisie, Chine, Nouvelle-Calédonie, Chili, Bolivie, Pérou, Venezuela, Brésil, Argentine.

Demander Notices en français, anglais, espagnol, hollandais

2 bis, rue Camille-Desmoulins, **LEVALLOIS-PERRET (Seine)** — Tél. : **Pereire 04-32**

BREVETS
LUMIÈRE et J. HERCK

Chermex

LE
CHAUFFAGE

SANS FEU
SÉCURITÉ

SANS FLAMME
ÉCONOMIE

SANS FUMÉE
PROPRETÉ

SANS ODEUR
HYGIÈNE

SANS GAZ NOCIFS
MOBILITÉ

PAR CATALYSE
DE L'ESSENCE

CATALOGUES
& NOTICES
FRANCO SUR DEMANDE A
SOCIÉTÉ LYONNAISE
DES
RÉCHAUDS
CATALYTIQUES
2811 ROUTE DES SOLDATS
LYON, S. CLAIR (Rhône) FRANCE

AGENCE ET DÉPÔT POUR PARIS
L. PELLETIER
50 RUE DU CHÂTEAU D'EAU
PARIS XI

OUTILLAGE ELECTRIQUE DE PRECISION

LA RECTIFIEUSE
Appareil portatif à meuler, rectifier et affûter.
A moteur universel.

R.V.

L'ÉBARBEUSE
Machine portative à meuler équilibrée par contrepoids
A moteur universel

Ne pas oublier de charger les batteries quand ils sont usés

Ne pas oublier de charger les batteries quand ils sont usés

OFFICE TECHNIQUE DE PUBLICITÉ.

SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE

RENÉ VOLET

(OUTILERVÉ)

Capital : Frs 15.000.000

PARIS-12°
20, aven Daumesnil
Tél. : Did 52-67
Outilervé-Paris 105

BUREAUX
à Bordeaux,
Toulouse, Lyon
et Marseille

SIÈGE SOCIAL :
VALENTON
(Seine-et-Oise)

BRUXELLES
65, rue des Foulons
Tél. : 176-54
Outilervé-Bruxelles

LONDRES W. 1
8, Great Marlborough St.
Ph. Gerrard : 6.434
Outilervé-Wesdo-London

AGENCES dans les pays étrangers suivants :

ESPAGNE, Barcelone. — HOLLANDE, Amsterdam. — ITALIE, Turin. — TCHÉCOSLOVAQUIE, Prague. — AFRIQUE DU NORD, Alger.
— MADAGASCAR, Tananarive. — INDOCHINE, Saigon, Phnom-Penh, Haiphong, Hanoi. — AUSTRALIE, Adélaïde. — JAPON, Kobé,
Akashi-Machi. — CANADA, Toronto, Ontario. — MEXIQUE, Mexico. — CHILI, Santiago. — GRÈCE, Athènes. — POLOGNE, Varsovie.
— YOUGOSLAVIE, Belgrade. — PORTUGAL, Lisbonne. — SUISSE, Lausanne. — INDES, Calcutta, Madras. — BIRMANIE, Rangoon.
— ALLEMAGNE, Berlin. — MARTINIQUE, Fort-de-France. — MAROC, Casablanca. — CUBA, La Havane. — SYRIE, Beyrouth. —
ROUMANIE, Bucarest.

ÉTUDES CHEZ SOI

Vous pouvez taire **CHEZ VOUS, QUELLE QUE SOIT VOTRE RÉSIDENCE**, sans déplacement, sans abandonner votre situation, en utilisant simplement vos heures de loisirs, avec le **MINIMUM DE DÉPENSES**, dans le **MINIMUM DE TEMPS**, avec le **MAXIMUM DE PROFIT**, quels que soient votre degré d'instruction et votre âge, en toute discrétion si vous le désirez, dans tous les ordres et à tous les degrés du savoir, toutes les études que vous jugez utiles pour compléter votre culture, pour obtenir un diplôme universitaire, pour vous faire une situation dans un ordre quelconque d'activité, pour améliorer la situation que vous pouvez déjà occuper ou pour changer totalement d'orientation.

Le moyen vous en est fourni par les **COURS PAR CORRESPONDANCE** de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

placée sous le haut patronage de plusieurs Ministères et Sous-Secrétariats d'État
LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE.

L'efficacité des méthodes de l'École Universelle, méthodes qui sont, depuis 24 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

que remportent, chaque année, ses élèves aux examens et concours publics, ainsi que par les **milliers de lettres d'éloges** qu'elle reçoit de ses élèves et dont quelques-unes sont publiées dans ses brochures-programmes.

Pour être renseigné sur les avantages que peut vous procurer l'enseignement par correspondance de l'École Universelle, envoyez-lui aujourd'hui même une carte postale ordinaire portant simplement **votre adresse** et le **numéro des brochures** qui vous intéressent parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous les recevrez par retour du courrier, franco de port, **à titre absolument gracieux et sans engagement** de votre part.

Si vous désirez, en outre, des renseignements particuliers sur les études que vous êtes susceptible de faire et sur les situations qui vous sont accessibles, écrivez plus longuement. Ces conseils vous seront fournis de la façon la plus précise et la plus détaillée, toujours à titre absolument gracieux et sans aucun engagement de votre part.

BROCHURE N° 32.100, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet d'enseignement primaire supérieur*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant enfin la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, etc...

(Enseignement donné par des *inspecteurs primaires*, *Professeurs d'E. N.* et *d'E. P. S.*, *Professeurs de Cours complémentaires*, etc...)

BROCHURE N° 32.106, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant, en outre, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux divers *baccalauréats*.

(Enseignement donné par des *Professeurs de Faculté*, *Professeurs agrégés*, etc...)

BROCHURE N° 32.112, concernant la préparation à *tous les examens* de l'**Enseignement supérieur** : licence en droit, licence ès lettres, licence ès sciences, certificat d'aptitude aux divers *professorats*, etc...

(Enseignement donné par des *Professeurs de Faculté*, *Professeurs agrégés*, etc...)

BROCHURE N° 32.118, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes écoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc...

(Enseignement donné par des *Professeurs des Grandes Écoles*, *Ingénieurs*, *Professeurs de Faculté*, *Professeurs agrégés*, etc...)

BROCHURE N° 32.124, concernant la préparation à **toutes les carrières administratives** de la Métropole et des Colonies.

(Enseignement donné par des *Fonctionnaires supérieurs* de *Grandes Administrations* et par des *Professeurs de l'Université*.)

BROCHURE N° 32.130, concernant la préparation à tous les brevets et diplômes de la **Marine marchande** : Officier de pont, Officier mécanicien, Commissaire, T.S.F., etc...
(Enseignement donné par des Officiers de pont, Ingénieurs, Officiers mécaniciens, Commissaires, Professeurs de l'Université, etc...)

BROCHURE N° 32.136, concernant la préparation aux carrières d'Ingénieur, Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de chantier, Contremaître dans toutes les spécialités de l'**Industrie** et des **Travaux publics** : Electricité, T.S.F., Mécanique, Automobile, Aviation, Mines, Forge, Chauffage central, Chimie, Travaux publics, Architecture, Béton armé, Topographie, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs spécialistes, Professeurs de l'Enseignement technique, etc...)

BROCHURE N° 32.142, concernant la préparation à toutes les carrières de l'**Agriculture**, des **Industries agricoles** et du **Génie rural**, dans la Métropole et aux Colonies.
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs-agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc...)

BROCHURE N° 32.148, concernant la préparation à toutes les carrières du **Commerce** (Administrateur commercial, Secrétaire commercial, Correspondancier, Sténo-Dactylographe); de la **Comptabilité** (Expert-Comptable, Comptable, Teneur de livres); de la **Représentation**, de la **Banque** et de la **Bourse**, des **Assurances**, de l'**Industrie hôtelière**, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs d'Ecoles pratiques, Experts-Comptables, Techniciens spécialistes, etc...)

BROCHURE N° 32.154, concernant la préparation aux métiers de la **Couture**, de la **Coupe** et de la **Mode** : Petite-main, Seconde-main, Première-main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Coupe pour hommes, Lingère, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputées.)

BROCHURE N° 32.160, concernant la préparation aux **carrières du Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 32.167, concernant la préparation aux **carrières du Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 32.172, concernant l'étude de l'**Orthographe**, de la **Rédaction**, de la **Rédaction de lettres**, du **Calcul**, du **Calcul mental** et extra-rapide, du **Dessin usuel**, de l'**Ecriture**, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 32.178, concernant l'étude des **Langues étrangères** : *Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Portugais, Arabe, Esperanto.* — **Tourisme** (Interprète).
(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 32.184, concernant l'enseignement de tous les **Arts du Dessin** : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Décoration, Aquarelle, Peinture à l'huile, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les **Métiers d'art** et aux divers **Professorats de Dessin**, Composition décorative, Peinture, etc...
(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc...)

BROCHURE N° 32.190, concernant l'enseignement complet de la **Musique** : Musique théorique (*Solfège, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition*); Musique instrumentale (*Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, Accordéon*) — concernant également la préparation à toutes les **carrières de la Musique** et aux divers **Professorats** officiels ou privés.
(Enseignement donné par des Grands Prix de Rome, Professeurs membres du Jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

BROCHURE N° 32.195, concernant la préparation à toutes les **carrières coloniales** : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.
(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.)

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à
MESSIEURS LES DIRECTEURS de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)



LE LILLIPUT SONORE !

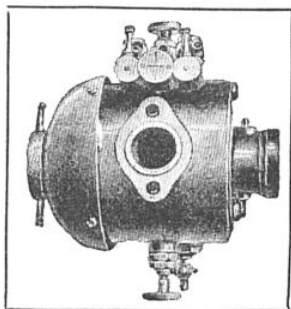
L'appareil de surdité, le plus petit,
le meilleur marché. Fonctionnant
sur pile de poche, il utilise le
récepteur auriculaire ou rond



Demandez la Notice B

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'APPAREILS MÉDICAUX
53, Rue Claude-Bernard, 53 — Gobelins 53-01 — Paris (5 )

AG. LEBEUF.



LE CATALYSEUR SUPPLEIX

est le SEUL APPAREIL

permettant d'alimenter aux gas oils ordinaires 860
  880 les moteurs à essence, sans perdre de
puissance, sans encrassement, réalisant ainsi une

ÉCONOMIE 65 % minimum GARANTIE

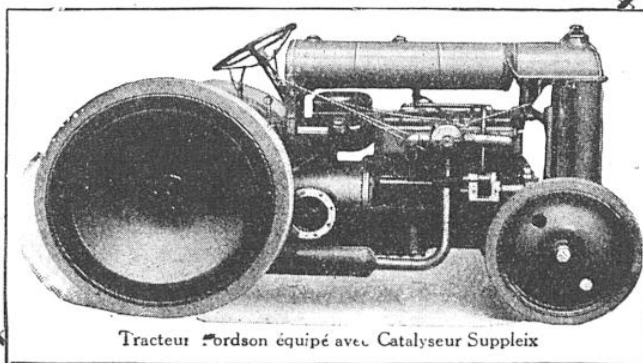
SOCIÉTÉ ANONYME
CATALYSEUR SUPPLEIX

72, boulevard St-Denis

COURBEVOIE (Seine)

Téléphone : DÉFENSE 16-34
DÉFENSE 09-23

PUBLI. A. GIORGI



Tracteur Fordson équipé avec Catalyseur Suppleix

Dans votre intérêt, recommandez-vous toujours de La Science et la Vie auprès de ses annonceurs

SPORTS

D'HIVER

PULL-OVERS, laine de Mègeve, article très chaud, recommandé pour le ski, nuance mode... 300. »
BONNETS... 50. »
ÉCHARPES... 100. »
MOUFFLES... 50. »
SOCKETTES... 50. »

BATONS POUR SKIS, en noisetier, avec pique pyramidale. La paire. 35. » 38. » 40. »
 Les mêmes, en bambous tigrés, légers et résistants, piques coniques, longueur 130 $\frac{cm}{m}$ environ. La paire. 60. » 65. » 67. »

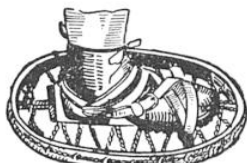


SKIS «ALPESTRA» établis d'après les meilleurs modèles et fabriqués suivant les procédés norvégiens, en frêne du pays. La paire... 160. »

Toutes dimensions en magasins

SKIS FRANÇAIS «Savoie», en frêne de montagne choisi, vernis naturel, de forme parfaite et de fabrication soignée. La paire..... 200. »

Toutes dimensions en magasins



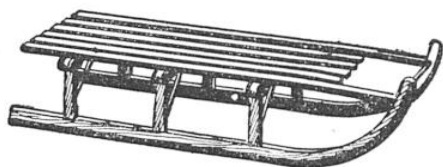
RAQUETTES SUISSES à neige, reconnues les meilleures, les pièces de métal sont étamées, les cordes tordues et imprégnées, dimensions 42x22 $\frac{cm}{m}$. La paire..... 49. »
 Les mêmes, dimensions 46x26 $\frac{cm}{m}$. La paire..... 53. »



PATINS A GLACE «Rocker», modèle une pièce, lame recourbé avec dents. Acier trempé nickelé 1^{re} qualité. La paire..... 107. »



SACS POUR PATINS A GLACE, toile caoutchouc, modèle à rabat, bordé cuir, poignée ronde, pour homme ou dame 20. »



LUGES «Davos» en frêne dur, 1^{er} choix, très solides, ferrures plates soignées, arceaux en fer renforçant les montants, construction robuste.
 1 place 80x80 $\frac{cm}{m}$ 105. »
 2 places 100 $\frac{cm}{m}$ 115. »
 3 places 120 $\frac{cm}{m}$ 130. »



SACS D'ALPINISTE toile tyrolienne réséda extra-forte, dimensions 50x50, fermeture à coulisse, large bretelle entièrement bordée cuir extra 99. »



CHAUSSURES DE PATINAGE forme Richelieu, box-calf noir. Pour hommes ou dames, La paire..... 205. »
 Les mêmes, acajou, hommes ou dames. La paire..... 235. »

MESTRE & BLATGÉ

46-48, avenue de la Grande-Armée - PARIS

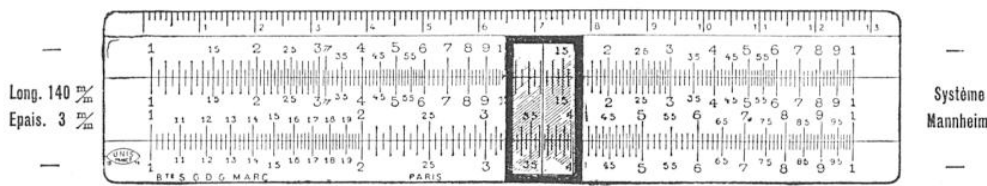
Société anonyme : Capital 15.000.000

La plus importante Maison du Monde pour Fournitures Automobiles, Vélocipédie, Sports et Jeux

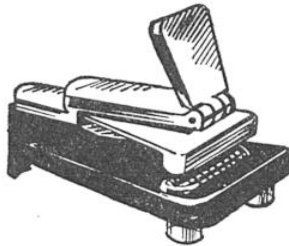
VISITEZ LES NOUVEAUX RAYONS :

Appareils ménagers, Électricité domestique, Matériel pour Villas, Fermes et Jardins, Tous les Sports, Chasse, Pêche, Photographie

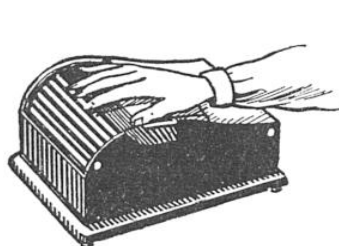
Les Règles à Calculs de Poche "MARC"



SYSTÈME MANNHEIM, SINUS, TANGENTES, ÉLECTRICIEN, depuis 24 fr.



LES FIXE-CHÈQUES
depuis 22 fr.



LA CACHETEUSE
depuis 225 fr.



LA DÉCACHETEUSE
depuis 90 fr.

La Timbreuse 775 fr.

CONSTRUCTEURS-FABRICANTS

CARBONNEL & LEGENDRE

SOCIÉTÉ À RESPONSABILITÉ LIMITÉE AU CAPITAL DE 206.000 FRANCS

12, rue Condorcet, PARIS (9^e) - Tél. : Trudaine 83-13

Situation lucrative

agréable, indépendante et active

dans le Commerce ou l'Industrie, sans Capital

Pour faire travailler un ingénieur dans une usine, il faut vingt représentants apportant des commandes ; c'est pourquoi les bons représentants sont très recherchés et bien payés, tandis que les ingénieurs sont trop nombreux. Les mieux payés sont ceux qui ont des connaissances d'ingénieur, même sans diplôme, car ils sont les plus rares et peuvent traiter les plus grosses affaires.

Pour une situation lucrative et indépendante de **représentant industriel, ingénieur commercial** ou, si vous préférez la vie sédentaire, de **directeur commercial** ; pour vous préparer rapidement, tout en gagnant, il faut vous adresser à

L'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

Fondée et subventionnée par " l'Union Nationale du Commerce Extérieur "
pour la formation de négociateurs d'élite.

Tous les élèves sont pourvus d'une situation

L'Ecole T. S. R. C. n'est pas universelle, elle est spécialisée, c'est la plus ancienne, la plus importante en ce genre, la seule fondée par des hommes d'affaires qui sont les premiers intéressés à faire gagner de l'argent à leurs élèves en les utilisant comme collaborateurs, et qui, seuls, sont qualifiés pour décerner un diplôme efficace ; la seule de ce genre qui enseigne d'abord par correspondance les meilleures méthodes et qui perfectionne ensuite facultativement l'élève sur place en le faisant débiter sous la direction de ses professeurs, avec des gains qui couvrent ses frais d'études. Avant toute décision, demandez la brochure n° 66, qui vous sera adressée gratuitement avec tous renseignements, sans aucun engagement, à l'Ecole T. S. R. C.

3 bis, Rue d'Athènes, PARIS

CONCOURS DU 13 JUIN 1932

LA CARRIÈRE D'INSPECTEUR DU CONTRÔLE DE L'ÉTAT SUR LES CHEMINS DE FER

Organisation générale du Contrôle des chemins de fer d'intérêt général

L'Etat exerce sur les réseaux d'intérêt général un contrôle, qui est actuellement réparti en six Directions suivant la spécialité : lignes nouvelles, voies et bâtiments, exploitation technique, matériel et traction, travail des agents, exploitation commerciale.

Les Inspecteurs du Contrôle de l'Etat sont à la base de la hiérarchie : seul, le contrôle du travail échappe complètement à leur compétence. Leurs chefs sont des Ingénieurs ordinaires et des Ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées ou des Mines pour ce qui concerne la partie technique. En matière commerciale, ils sont sous les ordres des Inspecteurs principaux et Contrôleurs généraux de l'Exploitation commerciale.

Attributions de l'Inspection du Contrôle

L'Inspecteur instruit au premier degré les accidents et incidents d'exploitation, les vœux relatifs à la marche des trains, à la création et à l'amélioration des gares, stations ou haltes et de leurs annexes, au service des passages à niveau ; il surveille la composition et la circulation des trains, l'entretien des locaux et du matériel ; il reçoit les plaintes du public et leur donne la suite qu'elles comportent.

En sa qualité d'officier de police judiciaire, il constate, par ses procès-verbaux, les accidents d'une certaine gravité ainsi que les infractions à la police des chemins de fer. Il recueille la documentation nécessaire à l'examen des propositions relatives aux tarifs, etc...

Nature et caractère de la fonction

L'Inspecteur du Contrôle n'est pas astreint à des heures fixes de bureau ; une partie de son temps est d'ailleurs consacrée aux tournées, qu'il organise librement, en groupant au mieux les affaires qu'il a à traiter. Il ne lui est imposé de délai relativement court que pour les enquêtes sur les accidents très graves.

Les questions confiées à son examen sont des plus variées. Il lui est, du reste, laissé beaucoup d'initiative. Tout ce qu'il remarque dans ses tournées peut être consigné dans ses rapports.

Dans ces dernières années, l'Administration supérieure lui a marqué sa confiance en lui laissant le soin de donner la suite définitive aux plaintes déposées dans les gares, ainsi que de préparer l'avis à donner au parquet au cas de procès-verbal dressé par lui.

Son service l'appelle à entrer en relations avec les Chambres de Commerce, les Chambres consultatives des Arts et Manufactures, les Syndicats patronaux, etc. En contact quasi permanent avec les agents et avec les usagers des chemins de fer, il jouit, auprès d'eux, d'une considération certaine.

Lorsqu'il débute dans un poste à plusieurs titulaires, il n'est en rien subordonné aux autres Inspecteurs. Il en est le collègue purement et simplement. S'il est nommé à un poste unique, il trouve en ses voisins des conseillers sûrs, qui lui épargnent tâtonnements ou erreurs.

Ses déplacements dans sa circonscription lui sont rendus faciles grâce à une **carte de circulation**, qui lui permet d'emprunter non seulement tous les trains de voyageurs, mais aussi les trains de marchandises et même les machines, à certaines conditions.

A noter que la plupart des postes sont placés dans des **villes assez importantes**. Enfin, détail qui n'est pas négligeable, l'Inspecteur a, le plus souvent, un **bureau convenablement installé**.

En résumé, fonction intéressante, occupations très variées, service mi-actif, mi-sédentaire, grande indépendance et de la considération.

Résidence

S'il le désire, l'Inspecteur du Contrôle peut avoir tous ses avancements sur place et, par conséquent, ne pas être astreint à des déménagements.

Traitements et indemnités (1)

Les traitements fixes actuels vont de **14.000 à 35.000 francs**, par échelons de 3.000 francs. A ce point de vue, les Inspecteurs du Contrôle de l'Etat sont assimilés aux Ingénieurs des Travaux publics de l'Etat.

Sans être automatique, l'avancement de classe a lieu, en fait, tous les quatre ans à l'ancienneté et tous les trois ans au choix.

Aux traitements s'ajoutent :

- 1° L'indemnité de résidence allouée à tous les fonctionnaires par la loi du 13 juillet 1925 ;
- 2° L'indemnité pour charges de famille, le cas échéant ;
- 3° Une **indemnité de fonction** de 500 à 1.700 francs, le cas échéant ;
- 4° Une **indemnité d'interim** de 50 francs par mois ;
- 5° Une indemnité pour **frais de tournée** pouvant aller jusqu'à 2.000 francs et au delà de 3.000 francs sur le réseau d'Alsace-Lorraine ;
- 6° Certains Inspecteurs ont également le **contrôle de voies ferrées d'intérêt local** et reçoivent, à ce titre, une indemnité spéciale (500 à 1.000 francs).

La **pension de retraite** est acquise à l'âge de soixante-trois ans.

Sur le réseau auquel il est attaché, l'Inspecteur reçoit des **permis de 1^{re} classe pour les membres de sa famille**, dans les mêmes conditions que les agents eux-mêmes. Sur les autres réseaux, l'Inspecteur et les siens ont également des facilités de circulation. A l'heure où les voyages sont si onéreux, cet avantage est réellement appréciable.

Congés

L'Inspecteur a un congé annuel de trois semaines. En outre, depuis quelques années, il lui est donné, en sus des dimanches qu'il doit passer dans la localité, un repos de trois jours consécutifs tous les mois.

Accès aux grades supérieurs

L'Inspecteur du Contrôle peut accéder au grade d'Inspecteur principal de l'Exploitation commerciale, soit par le concours ordinaire au bout de six années de service, soit par l'**examen professionnel** après douze ans (traitements actuels allant à **40.000 francs**, indemnités pour frais de tournées et pour frais de bureau, etc.).

A remarquer que les Contrôleurs généraux sont recrutés, sans examen, parmi les Inspecteurs principaux (traitement maximum actuel : **60.000 francs**).

Conditions d'admission (2)

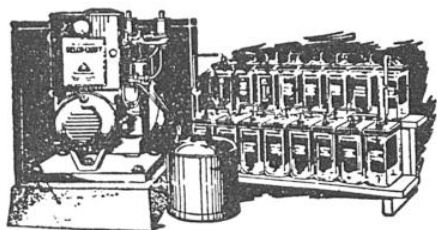
Aucun diplôme n'est exigé ; une bonne instruction primaire peut suffire. Pour les matières spéciales au concours, l'Ecole spéciale d'Administration, 4, rue Férou, Paris, 6^e, s'est assuré le concours de gens qualifiés.

(1) Fixe et accessoires, compte tenu des services militaires, le début peut former le chiffre d'environ 18.000 à 20.000 francs.

(2) Aucun diplôme n'est exigé. Age : de 21 à 30 ans, avec prorogation des services militaires. Demander les matières du programme à l'Ecole spéciale d'Administration, 4, rue Férou, Paris (6^e).

DELCO-LIGHT**L'ÉLECTRICITÉ
A LA CAMPAGNE**

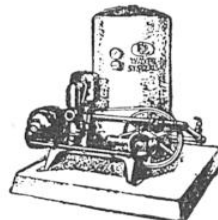
pour une dépense minime



Groupe Electrogène, modèle 8 C 3. Entièrement automatique, monocylindrique à 4 temps, puissance 800 watts, 32 volts. Autres modèles, avec ou sans batteries, 800 ou 1.500 watts.

DELCO**L'EAU SOUS PRESSION
A LA CAMPAGNE**

pour une dépense minime



Pompes modèles 200 x et 400 x, à pistons à double effet, graissage par barbotage, moteurs répulsion-induction, forment un ensemble complet. Livrées avec réservoirs de pression 110 litres, manomètre et niveau d'eau. Autres modèles pour puits profonds ou peu profonds.

NOTICES ADRESSÉES SUR DEMANDE

Distributeurs { **PARIS : Société Commerciale d'Electricité, 26, rue Baudin**
BORDEAUX : Agence Générale Delco-Light, 50, rue Saint-Jean
 AGENTS OFFICIELS DEMANDÉS

Quelles sont les
qualités d'un bon
accumulateur

?



LA CONSERVATION DE LA CHARGE
L'INSULFATIBILITÉ LA PROPRETÉ

L'ACCUMULATEUR ETERN

LES RÉUNIT TOUTES A UN DEGRÉ INÉGALÉ
ET EN PLUS IL EST ENTIÈREMENT DÉMONTABLE
D'UN ENTRETIEN NUL

**ETERN**

P. HITIER
74 AVENUE DE LA RÉPUBLIQUE . PARIS
 Tel. Roq. 00.39

Si vous pouvez écrire vous pouvez **DESSINER**

*Hier, un agréable passe-temps, le Dessin
est devenu aujourd'hui une source de profits*



REGARDEZ ce dessin. Il a été exécuté par un élève de l'Ecole A. B. C., qui a pu, après quelques mois d'études seulement, donner toute sa mesure dans ce croquis étourdissant de verve, d'habileté, de vie. Et l'artiste qui a exécuté ce croquis savait à peine tenir un crayon au moment de s'inscrire au cours A. B. C.

Il est curieux, en effet, de constater combien peu de gens, aujourd'hui, savent dessiner. Interrogez dix personnes au hasard : "Sauriez-vous faire un pareil croquis ?" Une, peut-être, une seule, vous répondra par l'affirmative. Toutes les dix, cependant, ont, dans leur jeunesse, suivi des cours de dessin. Mais elles n'ont connu que la pâle routine et la terne fréquentation d'un enseignement périmé, usant d'une méthode déféctueuse ou, plus exactement, vide de toute méthode.

Une merveilleuse méthode

L'Ecole A. B. C., par sa lumineuse méthode, basée sur des principes absolument nouveaux, ingénieux, simples et rationnels, ne présente aucune difficulté et fait de l'apprentissage du dessin un véritable plaisir, une des plus attachantes distractions. Utilisant l'habileté graphique que chacun a acquise en apprenant à écrire, elle permet dès les premières leçons, de faire de bons croquis, même d'après des modèles en mouvement. Elle porte sur tous les genres de dessin : croquis, portraits, caricatures, paysages, fleurs, animaux, etc., et conduit particulièrement au dessin pratique. Parmi les légions d'élèves enthousiastes ayant suivi ses cours, il est de nombreux artistes qui ont acquis un talent suffisant pour créer et vendre des dessins de toute sorte : illustrations de livres et magazines, dessins d'annonces, affiches, décoration, mode, etc.

Vous pouvez sans abandonner vos occupations quels que soient votre âge et votre résidence, suivre les cours A. B. C. et acquérir, en peu de temps, toutes les qualités d'un excellent dessinateur.

Renseignez-vous

Venez nous voir, ou demandez-nous dès aujourd'hui notre brochure de renseignements, en nous précisant les points qui vous intéressent particulièrement. Nous pourrions ainsi vous éclairer tout à fait sur les avantages que notre enseignement peut vous assurer.

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (Studio F 117)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées) PARIS

Lettres d'élèves

Je reconnais avoir trouvé dans le cours A. B. C. une méthode excellente. Aussi mon enthousiasme pour ce cours est absolu. Je n'ai qu'un regret, c'est de ne pas m'y être abandonnée plus tôt.

M^{me} DE CH., Paris

Ce m'est un agréable devoir de reconnaissance de témoigner ici, en toute vérité, de la valeur et de l'opportunité des cours A. B. C. Ils sont éminemment pratiques. J'ai plus de travail que je puis en faire (je suis professeur), et en dépit de cela, la méthode A. B. C. a réussi à me faire apprendre le dessin en plus. C'est dire la simplicité et l'efficacité de cette méthode...

M. F. B.
Trois-Rivières, Canada

OH! LE BEAU
PAYSAGE!

**le
Vérascopie
RICHARD
s'impose!**

*A César ce qui
est à César,
...la précision
aux appareils
Jules Richard*

LE
GLYPHOSCOPE
etabli spécialement pour
les débutants en photographie

HOMÉOS
appareil stéréoscopique
à pellicules

LE TAXIPHOTE
stéréoclasseur distributeur
automatique

FACILITES DE
PAIEMENT

Ets Jules RICHARD

25, Rue Mélingue, Paris
Magasin de Vente: 7, Rue Lafayette, (Opéra)

BON à découper et à en-
voyer pour recevoir
franco le catalogue B

R-16

TOUT A CRÉDIT

L'INTERMÉDIAIRE

Société Anonyme pour favoriser la vente à crédit
Capital 2.600.000 francs

17, Rue Monsigny - Paris

APPAREILS T. S. F.
APPAREILS
PHOTOGRAPHIQUES
PHONOGRAPHES
MACHINES A ÉCRIRE
MACHINES A CALCULER
ARMES DE CHASSE
VÊTEMENTS DE CUIR
etc.

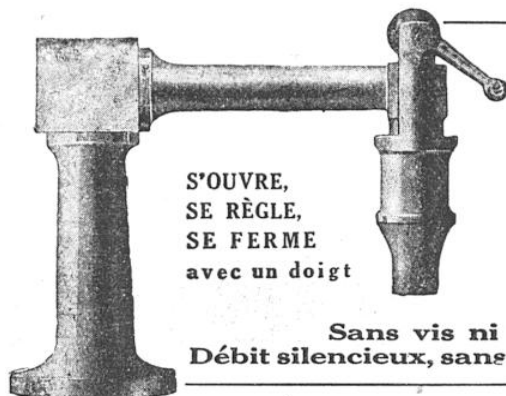
MAISON FONDÉE EN 1894 CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

CIGARES
PATRIOTAS
CIGARES CONFORTABLES À BASE DE BRÉSIL

Rien à faire c'est un
"PATRIOTA"
ils les fument jusqu'au bout

RÉGIE FRANÇAISE
CAISSE AUTONOME
D'AMORTISSEMENT

Studio
G. L. Manuel
Frères



S'OUVRE,
SE RÈGLE,
SE FERME
avec un doigt

LE ROBINET CARLONI, S^{té} A^{me}

Fabrication Le Bozec et Gautier, à Courbevoie

SIÈGE SOCIAL : 20, b. Beaumarchais PARIS-XI^e MAGASINS : 11, rue Amelot

Téléphone : ROQUETTE 10-86

ROBINETS de puisage, lavabos, baignoire, W.-C., cuisinière, comptoirs, parfumerie, etc.

— 148.000 pièces vendues en France —

Sans vis ni vissage — Sans presse-étoupe
Débit silencieux, sans éclaboussures — Fermeture hermétique



Dénigrés au début !
nos dispositifs d'alimen-
tation sont aujourd'hui
copiés par tous !

Le Coffret d'alimentation SOLOR

remplace les piles et les
accus sans aucune modifi-
cation aux postes existants

Le Poste-secteur SOLOR

est le poste 3 lampes qui
résume nos 15 ans d'études

Schémas et tous renseignements dans SOLOR-REVUE

ÉTABLISSEMENTS
SOLOR-LEFEBURE
5, rue Mazet, 5
PARIS



Dépositaire des transformateurs, rechargeurs, redresseurs,
survolteurs, etc. FERRIX

INSTITUT D'ÉTUDES POLYTECHNIQUES

ET ANNEXES :

Ecole Commerciale et Financière
Ecole de Préparation aux examens

16^e ANNÉE

185 bis, rue Ordener PARIS (18^e) 11, rue de Londres BRUXELLES

Ingenieur spécialiste	Représentant
Conducteur	Licencié en sciences comm.
Tecanicien d'études	Ingenieur commercial
Dessinateur	Comptable
Contremaître	Ingenieur architecte
Traceur	Architecte
Agent réceptionnaire	Surveillant de travaux
Secrétaire sténo-dactyl.	Géomètre
Correspond. langues étrang.	Chimiste
Ingenieur colonial	Ingenieur-Chimiste

Études dans les différentes spécialités de la technique commer-
ciale ou industrielle.

Mécanique générale, Electricité, Génie civil et Travaux
publics. Bâtiment, Chauffage et Ventilation. Métallurgie,
Mines, Constructions métalliques, Béton armé, Matériel
roulant, Appareils de levage, Automobiles, Constructions
aéronautiques, Industrie textile, Agriculture, Publicité
Commerce, Finance, etc...

Théorie - Pratique - Documentation

Ouvrages spéciaux, permettant réduction de la durée des
études par suppression des cours dictés. Préparation aux
examens d'écoles supérieures, des jurys centraux du gouver-
nement, ainsi que des administrations publiques et privées.

Enseignement sur place de plein exercice et cours
par écrit. 6517 B

Tous les Concerts Européens à votre disposition

avec les appareils

"L'ALTERNAPHONE"

alimentés sur le secteur alternatif

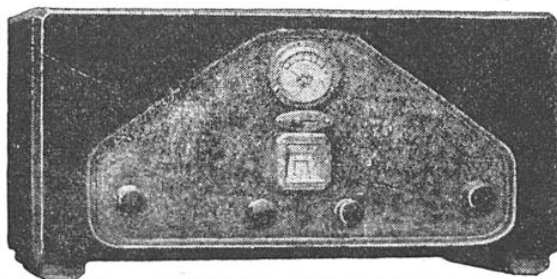
Appareils complets depuis 990 francs

DEMANDER NOTICE A

B. Larinier, Constructeur

13, Passage des Roses, 13, AUBERVILLIERS (Seine)

Tél. : Flandre 00-47

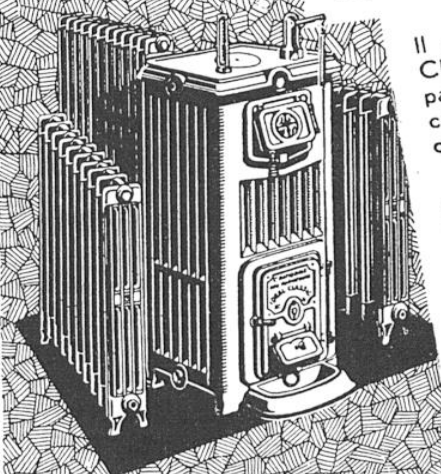


LE MEILLEUR ET LE MOINS CHER DE TOUS LES CHAUFFAGES

pour tous locaux à partir de 2 pièces
est toujours

LE CHAUFFAGE CENTRAL

"IDEAL CLASSIC"



Il n'est pas un seul cas où l'adoption du Chauffage "IDEAL CLASSIC" ne se traduise par une énorme économie, sans parler du confort que peut seul donner le chauffage central. Pourquoi vous en priver ?

BROCHURE ILLUSTRÉE GRATUITE

Notre brochure explicative illustrée (20 pages) N° 68 vous sera adressée gratuitement par retour si vous voulez bien utiliser ce coupon.

Veuillez m'adresser gratuitement, sans obligation de ma part, votre brochure explicative illustrée n° 68

NOM _____

RUE _____

VILLE _____

DÉPART. _____

N° _____



COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS

CRÉATRICE DU CHAUFFAGE CENTRAL "IDEAL CLASSIC"

149, Boulevard Haussmann, PARIS (8^e)

LILLE
141, Rue du Molinet

LYON
4 bis Place Gensoul

MARSEILLE
158, Cours Lieutaud

BORDEAUX
128, Cours d'Alsace-Lorraine



299



SPI

Breveté
en France et à l'Étranger

DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE DE MOUTARDE

Le seul sans aucune pièce
en caoutchouc, cuir ou liège

INCASSABLE

Toujours propre et prêt à l'emploi

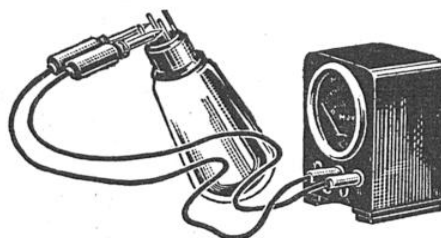
Un tour de bouton...
une goutte de moutarde

Etablissements VIDIX
2, villa Montcalm — PARIS (18^e)
Agents demandés France-Étranger

ASSUREZ-VOUS

contre les pannes en acquérant le

Radio-Dépanneur "MOV"



Milliampèremètre de 0 à 30 Ohmmètre de 0 à 2.000
Voltmètre de 0 à 30 et de 0 à 150

CONTROLE DES POSTES VÉRIFICATION DES LAMPES

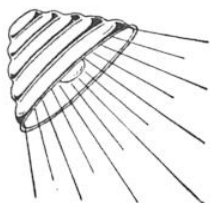
Prix du MOV complet : 58 frs

CONSTRUIT PAR LES ATELIERS
DA & DUTILH, 81, rue Saint-Maur, Paris-11^e

VENDU PAR
RADIO-SOURCE, 82, av. Parmentier, Paris-11^e

PUBL. RAPPY

Nouveauté Sensationnelle !



L'intensité de
Lumière
de toute ampoule
électrique est
triplée
(confirmé par certificat officiel)

en la munissant du "TRIPLEPHARE" en aluminium pur, à surfaces ondulées et polies d'après un procédé nouveau. Eclairage merveilleux, lumière blanche semblable à celle du jour. Économie énorme de courant, donc récupération rapide du prix d'achat. S'adapte instantanément sans montage à toute ampoule électrique et s'emploie partout : dans les appartements, bureaux, vitrines, hôtels, usines, ateliers, etc...

PRIX : 24 FRANCS

Envoi par poste 2 fr. 50 en sus

Les deux 46 FRANCS, franco de tous frais. Tout appareil retourné dans la huitaine est remboursé intégralement. Notice sur demande.

ETABLISSEMENTS "TRIPLEPHARE"

158, Rue Montmartre - PARIS (2^e)

CHEMINS DE FER DE L'ETAT

*par les brèves
journées d'hiver
faites de courtes,
mais salutaires
promenades*

S^TCLOUD
MEUDON
S^TGERMAIN
VERSAILLES
MALMAISON
FORÊT DE MARLY

*à moins
de 30 minutes
de Paris.*

**NOMBREUX
TRAINS
ELECTRIQUES**

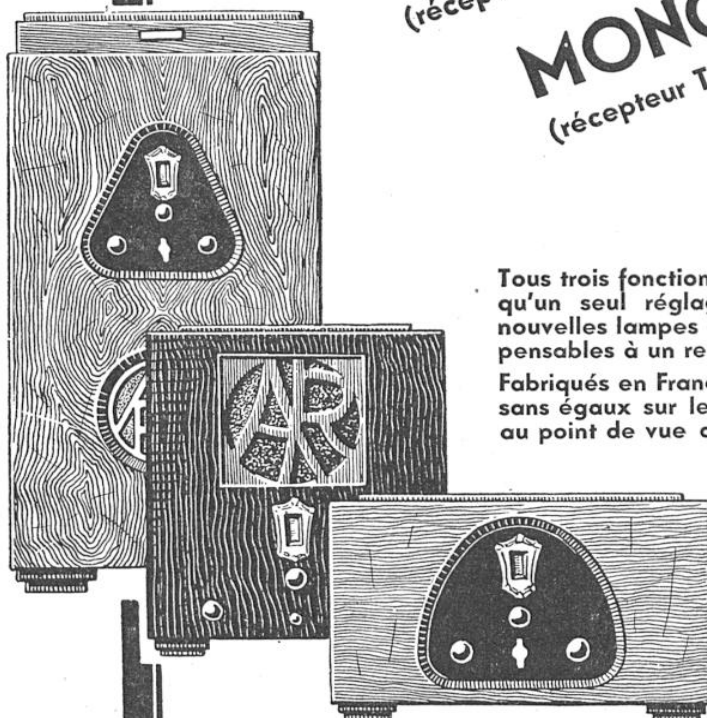
Gamme Majeure



SYMPHONIQUE
(Meuble radio-phono à 10 lampes)

UNITROLE
(récepteur T. S. F. à 10 lampes)

MONOTROLE
(récepteur T. S. F. à 7 lampes)



Tous trois fonctionnent sur secteur, n'ont qu'un seul réglage, et emploient des nouvelles lampes à pente variable, indispensables à un rendement parfait.

Fabriqués en France, ces récepteurs sont sans égaux sur le marché mondial, tant au point de vue qualité que prix.

Demandez la notice
SV concernant ces
remarquables
appareils à

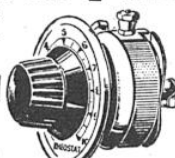
AMERICAN RADIO CORPORATION

(FRANCE)



23, Rue du Renard. PARIS

Volume-Controls "REXOR"
véritablement bobinés, à variation rigoureusement progressive

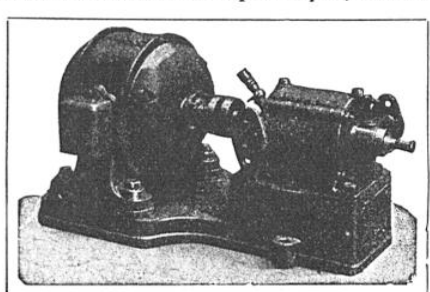
<i>Celui qui domine ...</i> REXOR		<i>La marque de qualité ...</i> GIRESS
--	---	---

EN VENTE PARTOUT

Etablissements GIRESS, 16, boul. Jean-Jaurès, CLICHY (Seine) - Tél. : Marcadet 37-81
Pour la Belgique : J. DUCOBU, 69, rue Ambiorix, LIÈGE

Publ. RAY.

POMPES DAUBRON
57, Avenue de la République, PARIS



ELECTRO-POMPES DOMESTIQUES
pour villas, fermes, arrosage, incendies
FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression
par les groupes
DAUBRON

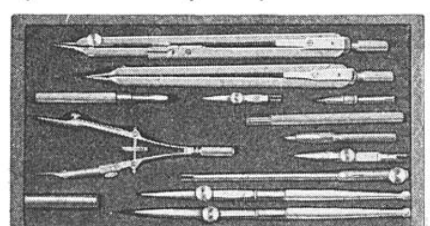
POMPES INDUSTRIELLES
tous débits, toutes pressions, tous usages.

NOUS VOUS OFFRONS !
Contre remboursement

Un appareil « Perspect » 285. »



Une pochette de compas de précision 145. »

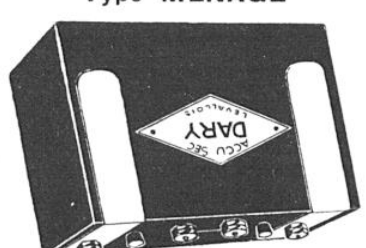


F. DARNAY, Ingénieur A. et M.
7, rue Coppel - PARIS (XIII^e)

ACCU SEC
DARY
INSULFATABLE
35, rue Chevallier
LEVALLOIS-PERRET
(SEINE)
Tél. : Pereire 03-64

TOUTES APPLICATIONS

Type MÉNAGE



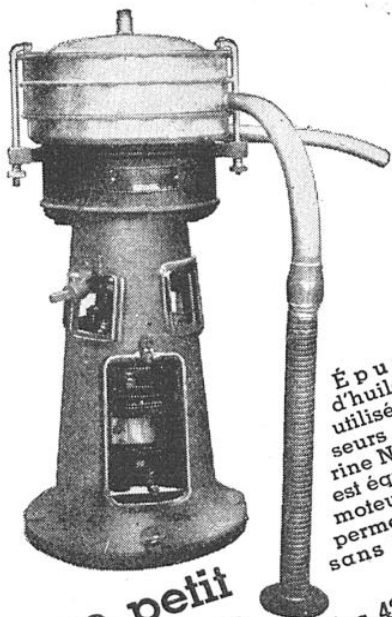
Fonctionne COUCHÉ

Spécial pour
VELO et VÉLO-MOTEUR

Dimensions : 100 x 35 x 77
Poids : 750 gr. - 4 volts 4 A. H.
PRIX : **60** FRANCS

Pour éclairage
AVANT et ARRIÈRE

**PLUS DE VÊTEMENTS
BRULÉS PAR L'ACIDE**



Épurateur
d'huile Hignette
utilisé sur croi-
seurs de la Ma-
rine Nationale : il
est équipé avec un
moteur ERA qui lui
permet de marcher
sans interruption.

**ce petit
moteur**

représente une des 4325 applica-
tions actuellement mises au
point par nous dans les spécia-
lités les plus complexes et les
plus diverses. Quel que soit
votre problème, nous avons
ce qu'il faut pour le résoudre

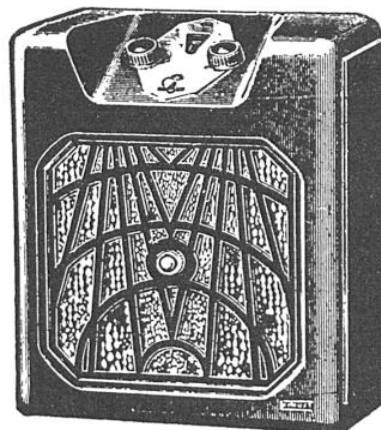
MOTEURS

ERA
E^{ts} E. RAGONOT
15, Rue de Milan - PARIS
Tél. Trinité 17-60 et la suite



Publicité R.-L. Dupuy

pour **1.375 francs**
UN MONOBLOC SECTEUR
à 3 lampes, 1 valve
diffuseur intérieur
coffret moulé, très bel aspect



CARACTÉRISTIQUES :

Montage détectrice à réaction. 2 BF dont
une de puissance alimentée à 160 volts.
Réglage par tambour lumineux. Prises de
secteur 110, 120, 130, ou 220, 230, 250 v.

RÉSULTATS :

Reçoit, sur antenne extérieure ou sur fil
du secteur, les principales stations euro-
péennes dans un rayon de 1.500 km pour
les P. O. et 800 km pour les G. O. **Sur
antenne intérieure**, reçoit parfaitement
les stations locales ou proches et les
postes étrangers les plus puissants en P. O.

GARANTIES : Remboursement
en cas de non-satisfaction après
un essai de 10 jours. Répa-
ration gratuite pendant un an

Dans vos commandes, prière de préciser :
110 - 120 - 130 volts ou 220 - 230 - 250 volts

En vente chez nos 700 Agents

DÉMONSTRATIONS : le mercredi, de 20 à 23
heures, et, chaque jour, aux heures d'émission.

Envoi franco de la Notice MS 50

LEMOUZY

121, boul. Saint-Michel, PARIS (5^e)

Pub. A. GIORGI

SUPPRIMEZ le RISQUE D'EXPLOSION ET D'ASPHYXIE



en montant sur vos tuyaux à gaz les colliers

Malleville "LE SERRANT-SEUL"

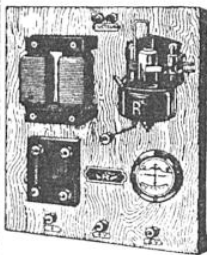
Envoi gratis d'un ÉCHANTILLON ainsi que du
catalogue décrivant nos autres modèles de colliers

WEYDER, 213, rue de Courcelles, PARIS

CHARGER soi-même ses ACCUMULATEURS
sur le Courant Alternatif devient facile
avec le

CHARGEUR L. ROSENGART

B. S. G. D. G.



MODÈLE N° 3. T.S.F.
sur simple prise de
courant de lumière
charge toute batterie
de 4 à 6 volts sous 5 ampères

**SIMPLICITÉ
SÉCURITÉ
ÉCONOMIE**

Notice gratuite sur demande
21, Champs-Élysées, PARIS
TÉLÉPHONE: ELYSÉES 66 60

8 ANS D'EXPÉRIENCE
25.000 APPAREILS
EN SERVICE

TOUTES INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES

LA MEILLEURE ARMOIRE
FRIGORIFIQUE DU MONDE

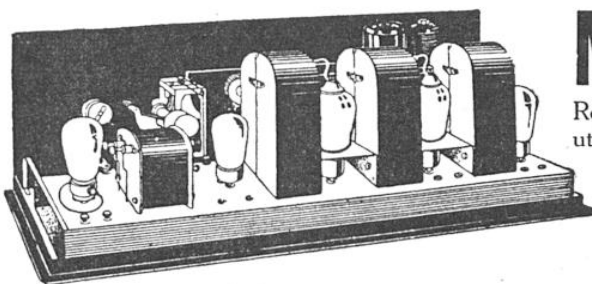


NOMBREUX
MODÈLES

A PARTIR
DE 5950 F^{rs}

Refrigex

133, B^d Haussmann PARIS

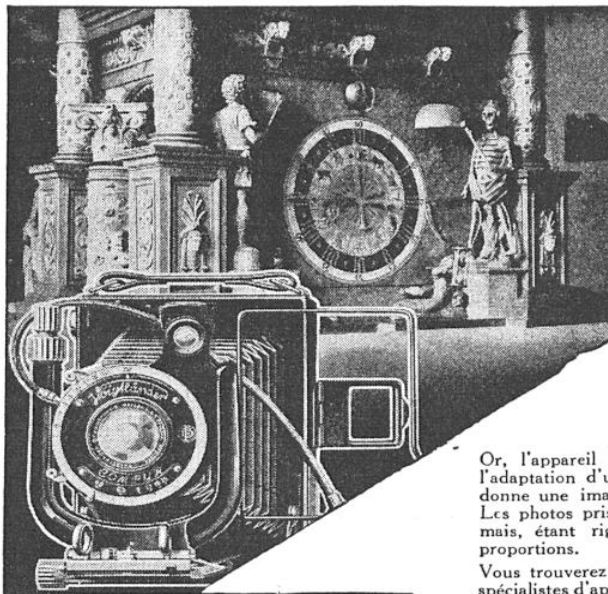


AGENCE GÉNÉRALE EN BELGIQUE :
THIELEMANS, 244, avenue de la Reine, BRUXELLES

MONTAGES MAGNÉTOÏD ACER

Remarquablement faciles à monter, les appareils
utilisant des **Éléments "Magnétoïd" ACER**
(brevetés S. G. D. G.) sont inégalables
comme **fini, musicalité et rendement.**

Notices et schémas franco sur demande aux
Ateliers de Constructions Électriques de Rueil
4^{ter}, avenue du Chemin-de-Fer, 4^{ter}
à RUEIL (Seine-et-Oise)



Voigtlaender

Photographie technique

et d'architecture demandent une reproduction détaillée et nette. Par conséquent, pour ce genre de prise de vues un appareil parfait est nécessaire.

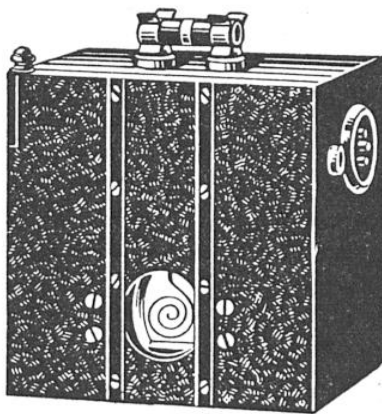
Avec un appareil ordinaire, il est impossible d'obtenir des photos aussi bien détaillées qu'avec l'appareil du connaisseur, le **Voigtlaender Bergheil 9 x 12**.

P. e., en utilisant un appareil de construction simple, vous seriez obligé de vous rapprocher considérablement de l'horloge ci-contre ; une déformation de l'image serait inévitable.

Or, l'appareil **Bergheil** possède un tirage plus que double et permet l'adaptation d'une lentille **Focar** ; la grande longueur focale en résultant donne une image sans déformation et d'une perspective toute naturelle. Les photos prises avec un **Bergheil** ne nécessitent pas l'agrandissement, mais, étant rigoureusement nettes, le supportent dans de très fortes proportions.

Vous trouverez le **Bergheil Voigtlaender** chez tous les bons marchands spécialistes d'appareils photographiques ou demandez notre prospectus 85.

SCHOBER & HAFNER, Représentants
3, rue Laure-Fiot - ASNIÈRES (Seine)



les Comparateurs Photo-électriques R.P

PERMETTENT DE MESURER, CONTRÔLER OU ENREGISTRER TOUT PHÉNOMÈNE SUSCEPTIBLE DE SE MANIFESTER PAR UN EFFET LUMINEUX.

SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES

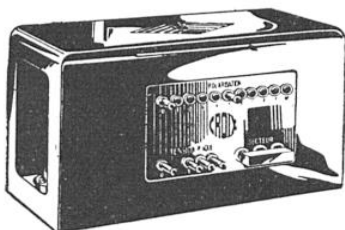
RHÔNE-POULENC

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 75.000.000 DE FR.S. SIÈGE SOCIAL : 21, RUE JEAN-GOUJON, PARIS (8^e)

86, Rue Vicille-du-Temple - PARIS (III^e)

Une tension plaque "CROIX"

idéale pour poste superhétérodyne

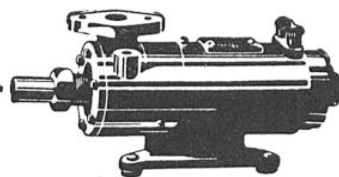


Débit 150 volts, 40 milliampères; Prises à 40 et 80 volts; Polarisation de 0 à 20 volts

Prix : 460 Francs

Demandez le Radio-Guide "CROIX", adressé franco contre 1 fr. 25 en timbre-poste

Etablissements ARNAUD S. A.
3, rue Barbès - ISSY-LES-MOULINEAUX (Seine)



SUCCÈS PRODIGIEUX
(1200 machines vendues en trois mois)

POMPES ÉLECTRIQUES RECORD

(Monobloc, Blindées, Silencieuses)

Fonctionnant sur courant lumière, elles donnent L'EAU SOUS PRESSION à des PRIX IMBATTABLES

Nouveaux types: A, 2000 litres; B, 4500 litres

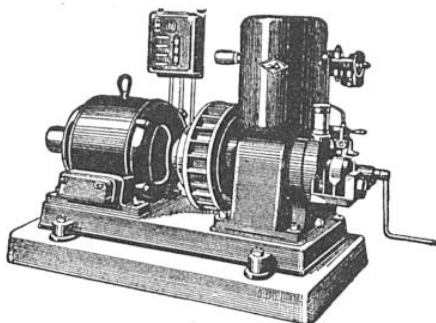
(Catalogue gratuit en nommant ce journal)

CONSTRUCTIONS DE PRÉCISION A. GOBIN

5, Avenue Madeleine, 5
LA VARENNE (Seine)

1 FRANC LE KILOWATT avec les groupes électrogènes MONOBLOC

2 CV 1/2 - 1.000 Watts - 25/32/110 Volts
avec poulie pour force motrice



Notice franco en se recommandant de *La Science et la Vie*

Etablissements MONOBLOC
90, avenue Marceau, COURBEVOIE (Seine)
Tél. : Défense 14-77

LE CLASSEUR PRATIQUE "GAX"

Supprime le désordre
Dans 60 tiroirs étiquetés, vous classez, dès réception, tous documents

Facilite le travail
Vous n'avez qu'à étendre le bras pour prendre, dans son tiroir, le renseignement désiré.

Économise la place
Hauteur... 1 m. 85
Largeur... 1 m. 20
Profondeur... 0 m. 32

Recherches faciles
Les tiroirs n'ayant pas de côtés, sauf demande spéciale.

Grande capacité
Contient plus de 200 kilos de papiers.

Il n'a pas de rideau **"GAX" No 1, 60 tiroirs 1.900 francs, franco**

Donc, élégance, propreté intérieure, accessibilité instantanée.

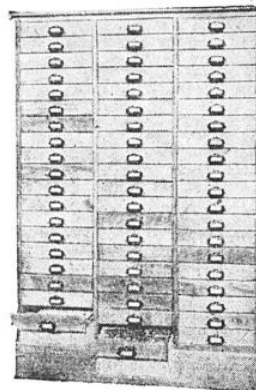
Construction garantie
Noyer ciré massif. Chêne ciré massif.

5 modèles de 20-40-60 tiroirs

Quel que soit votre cas, il existe un GAX pour vous

Établ's GAX, MONTPON (Dordogne)

Recommandez-vous de *La Science et la Vie*



La Science et la Vie n'accepte que de la PUBLICITÉ SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE

PROPRETÉ ÉCONOMIE

STYLO FIXOL

APPAREIL DE COLLAGE PRATIQUE QUI / E
RECHARGE DE COLLE ÉCONOMIQUE

la recharge en Fixol coûte moins cher qu'un pot de colle

GROS:
LE FIXOL
210, Av. Général Biot, 210
PARIS (19^e)
TEL: DIOR 207 20-33

DÉTAIL:
DAN / TOUTE / LEJ / BONNEJ
PAPETERIES /
GEMAGAS /
ETC.....

CAPSULE HERMETIQUE
OUVERTURE ET
FERMETURE
INSTANTANÉE

Flacons de 3 et 6 recharges

TARIF:

stylofixol	Fc 17
rouge, vert ou marbré	
flacon fixol (recharges)	12
" " (3 recharges)	8.50

J. ACKER & C^{ie} PARIS

MINICUS

EN
COURANT CONTINU
COMME
ENCOURANT ALTERNATIF

MINICUS
GARANTIT
POUR SEI
MOTEUR "UNIVERSEL"
POLYVANCE
VITESSE
RENDEMENT

MOTEUR
"UNIVERSEL"
ET
MONOPHASÉS
A
COLLECTEUR
1/2 - 2/3 CV.
DYNAMO
ET
ALTERNATEUR
TOUT
VOLTAGE
COMMUTATRICE
JUSQU'À
1 K.W.

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES MINICUS
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 450.000 FRs
39 Rue Maurice Bokanowski ASNIÈRES - TEL. GRESILLON
07-71

OFFICE TECHNIQUE DE PUBLICITÉ



La "RéBo"

Petite Machine à Calculer

FAIT TOUTES OPÉRATIONS
Vite - Sans fatigue - Sans erreurs
INUSABLE - INDÉTRAQUABLE

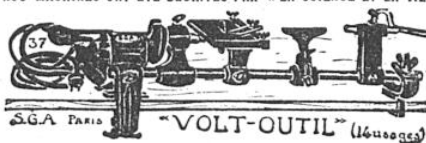
En étui portefeuille façon cuir..... **50 fr.**
En étui portefeuille beau cuir..... 75 fr.
Socle pour le bureau..... 18 fr.
Bloc chimique spécial..... 8 fr.
Modèle en étui cuir, avec socle et bloc (Recommandé)..... **100 fr.**

Envoi immédiat, franco contre remb., en France

Etranger : Paiement d'avance, port en sus, 4 fr. par machine ou par socle
S. REYBAUD, 37, rue Sénac, MARSEILLE
(CHÈQUES POSTAUX 90-63).

S. G. A. S. Ingén.-constr. 44, rue du Louvre, Paris-1^{er}

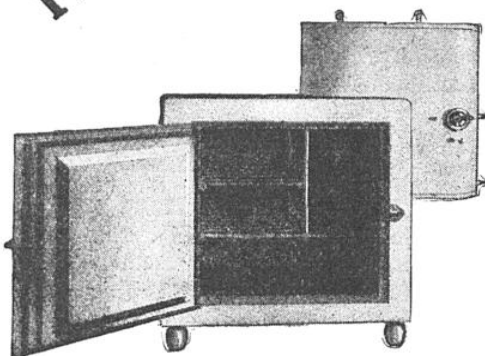
NOS MACHINES ONT ÉTÉ DÉCRITES PAR « LA SCIENCE ET LA VIE »



UN ATELIER A TOUT FAIRE CHEZ SOI
Une petite machine auxiliaire d'usine.
Forme 20 machines-outils en une seule. Scie, tourne, perce, meule, polit, etc... bois et métaux pour 0.20 de courant par heure.
LES PLUS HAUTES RÉFÉRENCES

FRIGORIFIQUES

Appareils
à Glace



Les plus simples - Les plus pratiques
Armoires depuis 2.300 frs



Société GELVITT, 8, rue République, AVIGNON

Agents demandés dans le monde entier

SOLIDARITÉ SCIENTIFIQUE & SANS-FILISTE

Deux revues en une seule
Organe mensuel technique et pratique d'entr'aide pour les amateurs et les inventeurs.

TRADUCTION EXCLUSIVE de DEUX LIVRES ayant fait sensation à l'ÉTRANGER

"RADIOACTIVITAT"
de MEYER et SCHWEIDLER, professeurs de physique à l'Univ. de Vienne. - Traducteur, R. RAMBURE, ingén. E. T. P.

"HILATURA DE ALGODON"
de CASTELLS. - Traducteur, R. PETIT

RUBRIQUE D'AVIATION DE TOURISME
Tenue par J. BENIELLI, ingén. I. E. M., ex-officier-aviateur.

RUBRIQUES DE T. S. F.
Tenues par : FAVERSIENNE, ingén. E. B. P.; ROUZÉ, ingén.-conseil, directeur du laborat. radiophonique; CHIFFLOT, ingén. électricien; J. CHEVRIER, membre de la S. I. F.

RUBRIQUES D'ÉLECTRICITÉ
Tenues par : DEMENET, ingén. E. T. P.; VERBIET, ingén. électricien; RAMBURE, ingén. E. T. P.

RUBRIQUE DES MINES MÉTALLIQUES
Tenue par GALLON, directeur des mines du Blayard.

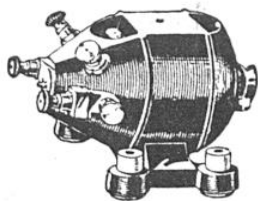
INVENTIONS, DE G.-C. RICHARD
Chimie, Automobile, Mécanique générale, etc...

EN VENTE PARTOUT -- LE NUMÉRO : 3 FR.
EXCLUSIVITÉ HACHETTE

Pour abonnements : J. CHEVRIER, directeur
9, rue Cambronne, SIDI-BEL-ABBÉS (Oran)

LE MICRODYNE

Le plus petit moteur industriel du monde



**MOTEURS UNIVERSELS
DE FAIBLE PUISSANCE**

L. DRAKE, Constructeur
240 bis, Bd Jean-Jaures
BILLANCOURT
Téléphone : Molitor 12-39

INDUSTRIELS, COMMERÇANTS, AGRICULTEURS, TOURISTES,

Faites vous-mêmes la REMORQUE dont vous avez besoin avec un montage DURAND.

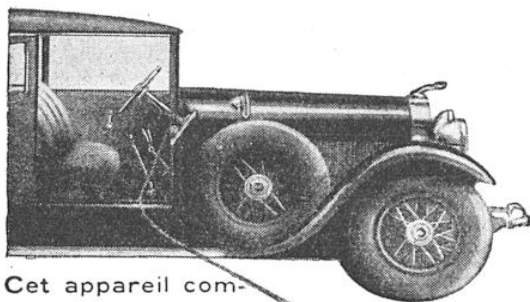


N° 1. — Charge 250 kg.	N° 4. — Charge 1.500 kg.
N° 2. — Charge 500 kg.	N° 5. — Charge 2.500 kg.
N° 3. — Charge 800 kg.	N° 6. — Charge 3.500 kg.

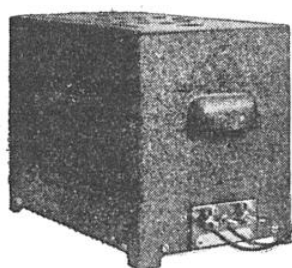
ÉMILE DURAND
80, Avenue de la Défense, COURBEVOIE (Seine)
Téléphone : Défense 06-03

**Vous
éviteriez
les pannes
d'allumage**

**CHARGEUR
"Tungar"**



Cet appareil combiné avec une prise de courant fixée à demeure sur votre voiture, chargera vos accumulateurs sans manipulation sans surveillance.



ALSTHOM

38, AVENUE KLÉBER, PARIS (16^e)

PELMANISTES ! prévalez-vous de ce titre auprès des EMPLOYEURS

« Votre lettre nous a prouvé que, Pelmaniste, vous possédiez les qualités fondamentales de nos Collaborateurs et étiez, de ce fait, parfaitement qualifié pour obtenir dans notre Société des résultats probants et fructueux. »

Lettre que vient de recevoir, le
PELMANISTE F. C. V. 1.759,
d'une firme universellement réputée

En périodes difficiles surtout, être Pelmaniste sera pour vous une pressante recommandation. Les Chefs reconnaissent qu'un Pelmaniste possède les plus efficaces méthodes de travail, une activité et un rendement supérieurs, de l'enthousiasme et du zèle pour sa tâche.

En choisissant un Pelmaniste, les Chefs savent qu'ils s'adjoignent un homme riche de ces capacités et de cette vaillance qui permettent de dominer les circonstances actuelles et même d'en tirer profit.

Renseignez-vous, dès aujourd'hui, sur le **SYSTÈME PELMAN**, cette remarquable méthode de perfectionnement mental. La brochure explicative vous sera envoyée contre 1 franc en timbres.

Écrivez ou passez à :

SYSTÈME PELMAN

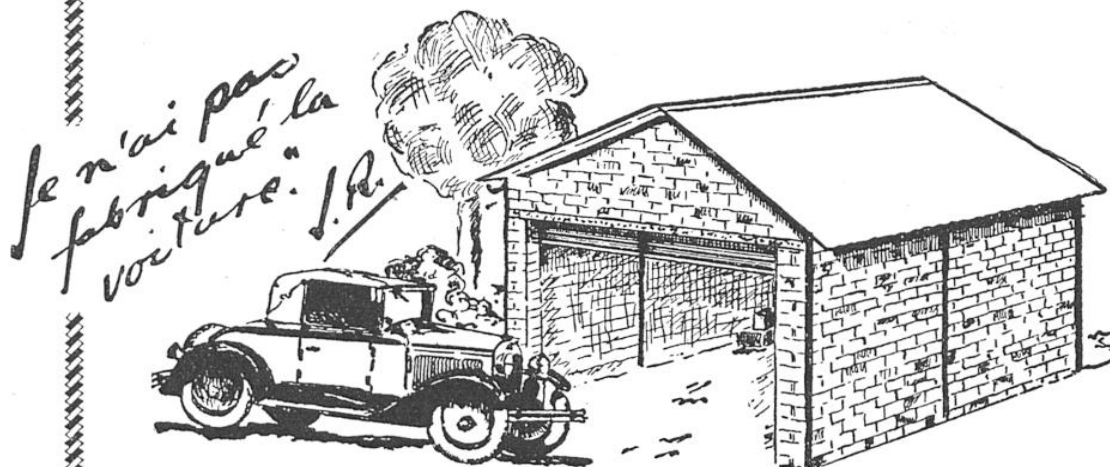
33, rue Boissy-d'Anglas, 33

PARIS (8^e)

LONDRES DUBLIN STOCKHOLM DELHI
NEW-YORK DURBAN MELBOURNE CALCUTTA

sous la direction effective de Professeurs de Faculté
et d'Hommes d'affaires éprouvés.

LE GARAGE PARTICULIER



Un genre de construction dont l'importance est croissante depuis quelques années, est le **garage** pour la voiture particulière.

Dès qu'on dispose de la moindre place près de sa maison, on songe à son **garage** à soi. C'est si pratique d'avoir sa voiture à portée de la main, de pouvoir la soigner dans ses moments de loisir.

Cependant, le **garage** particulier ne se prête pas très bien à la fabrication en grande série. Non seulement les dimensions du **garage** dépendent, elles, du terrain disponible, mais son style d'architecture dépend très souvent des bâtiments avoisinants.

La toiture, les parois et la devanture du garage particulier offrent un si grand choix, qu'il est réellement nécessaire d'étudier chaque cas en particulier. Cette fois, nous ne pouvons inviter nos honorés lecteurs à nous écrire pour nous demander la brochure détaillant tous les modèles de **garages** particuliers que nous fabriquons, car cette brochure n'existe pas encore.

Nous pouvons cependant inviter les propriétaires de voitures qui désirent posséder leur propre **garage**, à bien nous informer de ce qu'ils veulent. Nous pouvons en réponse leur soumettre, sans engagement de part et d'autre, un devis estimatif du coût de leur projet, soit du projet global jusqu'à la dernière brique, ou de la partie charpente en acier avec la toiture et le rideau métallique de la devanture.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs
6 BIS, quai du Havre — ROUEN
CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES POUR TOUS BESOINS

LA SÉRIE 39 COMME GARAGE



LA PHOTOGRAPHIE REPRODUITE CI-DESSUS EST CELLE DU GARAGE DE M. GUÉRIN, A HOSSEGOR, DANS LES LANDES, ÉDIFIÉ AU MOYEN DE LA SÉRIE 39

Parmi tous les honorés clients qui paient les salaires de nos ouvriers, il s'est toujours trouvé une bonne proportion de garagistes. La **Série 39** se prête assez bien à la construction de garages. M. Guérin, de Bayonne, en a trouvé l'emploi tout à fait à son goût pour ses garages à Hossegor.

S'il y a une époque de l'année, plus que toute autre, où les garagistes devraient commencer à prévoir leurs besoins, c'est certainement en janvier. Malgré la rapidité avec laquelle nous livrons des constructions composées d'éléments de la **Série 39**, le début de février n'est pas trop tôt pour nous adresser vos instructions, surtout si votre projet comporte des éléments hors série.

Heureusement, nos honorés garagistes n'ont pas beaucoup de difficultés à prévoir leurs besoins. Chez eux le travail est toujours vers l'agrandissement en rapport avec l'extension énorme de l'industrie automobile. Chez nous aussi, nous agrandissons toujours. L'année dernière, nous avons ajouté encore 2.000 mètres carrés de terrain à notre usine existante, et, cette année, nous le couvrirons d'ateliers et de magasins édifiés au moyen de la **Série 39** — pour y produire toujours une quantité plus importante de bâtiments métalliques que nous expédierons dans tous les coins de la France et dans ce vaste domaine colonial, au delà de la mer.

Prévoyez donc vos besoins de bonne heure. Pâques n'est pas loin et il faut être prêt à l'avance. Pendant tout cet hiver, nous fabriquons à l'avance, mais tout ce que nous pouvons produire pendant trois mois d'hiver ne suffit pas pour les trois mois de printemps ! Aussitôt les premiers beaux jours arrivés, c'est pour nous les assemblages, la peinture et les expéditions journalières. C'est le travail suivi par un personnel bien discipliné — et bien payé, — toutes les machines en route du matin au soir, des magasins bien garnis de pièces, des centaines de milliers de boulons toujours prêts, des parcs à fer possédant tous les échantillons courants, il faut tout cela pour produire sans arrêt. Notre idéal est de bien servir nos clients, et nous y arrivons. Personne n'a jamais regretté sa décision de nous confier du travail. Si vous, cher lecteur, projetez une construction dans les capacités de la **Série 39**, écrivez-nous aujourd'hui, afin que nous puissions vous envoyer un exemplaire de la brochure 144.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

6 BIS, quai du Havre - ROUEN

BÂTIMENTS MÉTALLIQUES POUR TOUS LES BESOINS

tous les modèles

Toutes les formes du métal perforé, découpé, estampé, embouti, se trouvent seulement dans le catalogue d'une maison assez puissante pour disposer des moyens que ces multiples fabrications imposent et assez ancienne pour bénéficier de l'expérience que prouve l'étude de multiples utilisations industrielles.

C'est parce que GANTOIS possède seul ces moyens et cette expérience que, depuis 1894, la renommée de sa production n'a pas cessé de s'étendre en France et à l'Etranger.



ÉTS

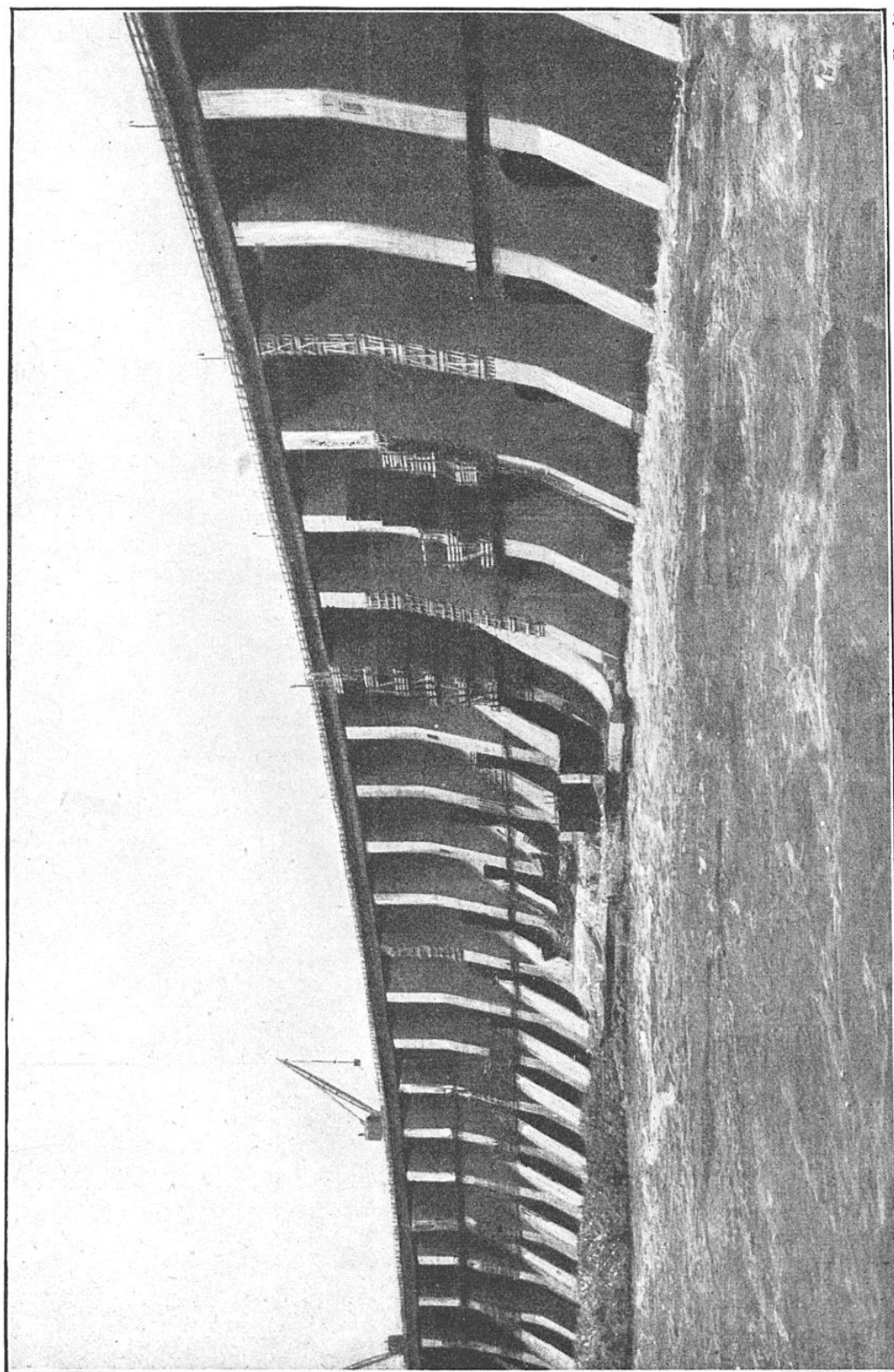
DEMANDEZ CATALOGUES ET TARIFS
AUX

GANTOIS

ST DIÉ (VOSGES)

La centrale hydroélectrique du Dniepr — la plus puissante d'Europe — s'achève. D'une puissance de 810.000 ch, cette centrale permettra le développement d'une grande région industrielle. Le barrage qu'elle a nécessité rendra le Dniepr navigable sur plus de 2.000 kilomètres de long. C'est là une des plus belles réalisations du plan quinquennal	Jean Marchand 91 Ingénieur I. E. G.
La crise de la physique moderne. Au récent Congrès de Rome, les plus grands physiciens du monde ont mis en évidence les difficultés rencontrées par la « science de la matière ». Voici, grâce aux explications de deux des éminents représentants de la France, MM. Perrin et Brillouin, ce que l'on doit savoir de cette crise de la physique.. .. .	Jean Labadié 97
Comment les rayons X ont permis d'identifier le rhénium et le masurium. La classification des quatre-vingt-douze éléments chimiques de Mendeleef vient de s'enrichir de deux nouveaux corps. Une nouvelle méthode analytique par les rayons X a permis de les identifier avec certitude.. .. .	L. Houllevigue 105 Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.
Un chef-d'œuvre d'exploitation industrielle et agricole : les Indes néerlandaises. Grâce aux applications scientifiques, contrôlées par de nombreux laboratoires bien outillés, la Hollande a su donner aux îles de la Sonde un remarquable développement agricole et industriel.	G. Angoulvant 109 Gouverneur général honoraire des Colonies.
L'extraction moderne de l'or. Les progrès de l'outillage mécanique et les méthodes modernes mises en œuvre pour extraire l'or de ses minerais assurent, aujourd'hui, à l'exploitation des gisements aurifères, le maximum de rendement.	J. Orcel 119 Assistant de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle de Paris.
Le moteur à huile lourde a conquis le véhicule industriel. Le Diesel rapide et léger permet maintenant le transport rapide et économique des lourdes charges sur routes. Mais c'est grâce au pneumatique moderne que le « poids lourd » rapide connaît son remarquable essor actuel.	A. Caputo 126
Un procédé photomécanique vraiment moderne : la rotogravure. La rotogravure, ou gravure en creux, a atteint aujourd'hui un degré de perfection remarquable, qui lui a permis de conquérir une place prépondérante dans le domaine de l'impression	Georges Degaast 133
De l'appareil de T. S. F. à l'enregistrement des disques à la portée de tous. L'envoyé spécial de La Science et la Vie à Londres expose ici les solutions les plus remarquables, tant au point de vue des postes récepteurs que des multiples dispositifs imaginés pour l'enregistrement des disques par les amateurs.. .. .	C. Vinogradow 142 Ingénieur radio E. S. E.
Une balance suffit pour mesurer le rendement d'une machine thermique. Des deux grands principes de la thermodynamique, le principe de l'équivalence et le principe de Carnot, découle la notion d'entropie, expliquée clairement ici, qui permet de mesurer le rendement d'une machine thermique par la simple pesée de diagrammes	F. Charron 147 Docteur ès sciences.
Pour supprimer le roulis des navires. Le paquebot italien Conte di Savoia, de 48.000 tonnes, va être équipé de gyroscopes stabilisateurs pour lutter contre le roulis. Ce problème, fort délicat, est exposé ici avec clarté.. .. .	Jean Bodet 153 Ancien élève de l'École Polytechnique.
Un nouveau réchauffeur de l'eau d'alimentation des locomotives. Le réchauffage de l'eau d'alimentation des locomotives assure une économie de combustibles de 5 %.. .. .	J. M. 162
La cellule photoélectrique, précieux auxiliaire du chimiste. La grande sensibilité de la cellule permet de mesurer avec rapidité des dosages précis, fondés sur des variations de colorations ou de transparences que l'œil humain ne pourrait apprécier.. .. .	Paul Lucas 163
Comment on étudie les montres de précision à l'Observatoire de Besançon	J. M. 168
Les « à côté » de la science	V. Rubor 170
Chez les éditeurs.. .. .	J. M. 174

La stabilisation automatique des navires soulève des problèmes forts délicats qui, jusqu'à présent, n'avaient pu être résolus que sur des bâtiments de faible tonnage. Cependant, le paquebot italien de 48.000 tonnes, le « Conte di Savoia », qui vient d'être lancé, va être équipé de gyroscopes stabilisateurs contre le roulis. Au nombre de trois, ces gyroscopes, dont on voit l'un d'eux représenté sur la couverture de ce numéro, pèseront chacun 100 tonnes. Le diamètre de leur volant n'atteindra pas moins de 4 mètres et leur vitesse sera de 910 tours par minute. (Voir l'article sur la stabilisation automatique des navires à la page 153 de ce numéro.)



(Photo Lactien Vogel.)

LE GRAND BARRAGE SUR LE DNIEPR S'ACHÈVE. CETTE PHOTOGRAPHIE, PRISE TOUT RÉCEMMENT, MONTRÉ LA PARTIE CENTRALE DU BARRAGE DE 760 MÈTRES DE LONG QUI ALIMENTERA UNE CENTRALE DE 810.000 CH, LA PLUS PUISSANTE D'EUROPE

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE MENSUEL DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Voir le tarif des abonnements à la fin de la partie rédactionnelle du numéro

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

RÉDACTION, ADMINISTRATION et PUBLICITÉ : 13, rue d'Enghien, PARIS-X* — Téléph. : Provence 15-21

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.

Copyright by La Science et la Vie, Février 1932 - R. C. Seine 116.544

Tome XLI

Février 1932

Numéro 176

LA CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE DU DNIÉPR — LA PLUS PUISSANTE D'EUROPE — S'ACHÈVE

Par Jean MARCHAND

INGÉNIEUR I. E. G.

Parmi les grands travaux effectués en U. R. S. S. pour la mise en œuvre des richesses nationales, — travaux qui, on le sait, font partie du vaste plan quinquennal (1), — l'édification d'une puissante centrale hydroélectrique en Ukraine, sur le Dniepr, est remarquable au point de vue technique. Cette usine hydroélectrique comprendra neuf groupes électrogènes de 90.000 ch chacun, dont deux seront installés en mai 1932 et quatre autres à la fin de la même année. Elle a nécessité la construction d'un imposant barrage de 760 mètres de long et de 42 mètres de haut. Le lac de 160 kilomètres ainsi créé ne servira pas seulement à l'alimentation des turbines, mais encore à rendre navigable, sur 2.200 kilomètres de long, le Dniepr, dont les chutes interdisaient, jadis, aux bateaux une circulation normale. De ce fait, va se développer, à la faveur de l'énergie électrique produite en abondance, toute une région industrielle, là où, naguère, les eaux du grand fleuve de la mer Noire coulaient encore improductives.

Le barrage du Dniepr créera un lac artificiel de 160 km de long

NÉ à 250 kilomètres environ à l'ouest de Moscou, le Dniepr présente, sur un trajet de plus de 2.200 kilomètres, avant d'aller se jeter dans la mer Noire, des aspects fort différents. Tout d'abord fleuve de plaine, il rencontre, à près de 500 kilomètres de son embouchure, des couches ininterrompues de granit, qui provoquent des rapides sur une longueur de 65 kilomètres, jusqu'à Dniepropetrovsk (anciennement Ekaterinoslav) et Zaporogié (autrefois Alexandrovsk), situées à 430 kilomètres de la mer Noire. Voie fluviale importante entre la mer Noire et la mer Baltique, le Dniepr, coupé de ces rapides, ne pouvait

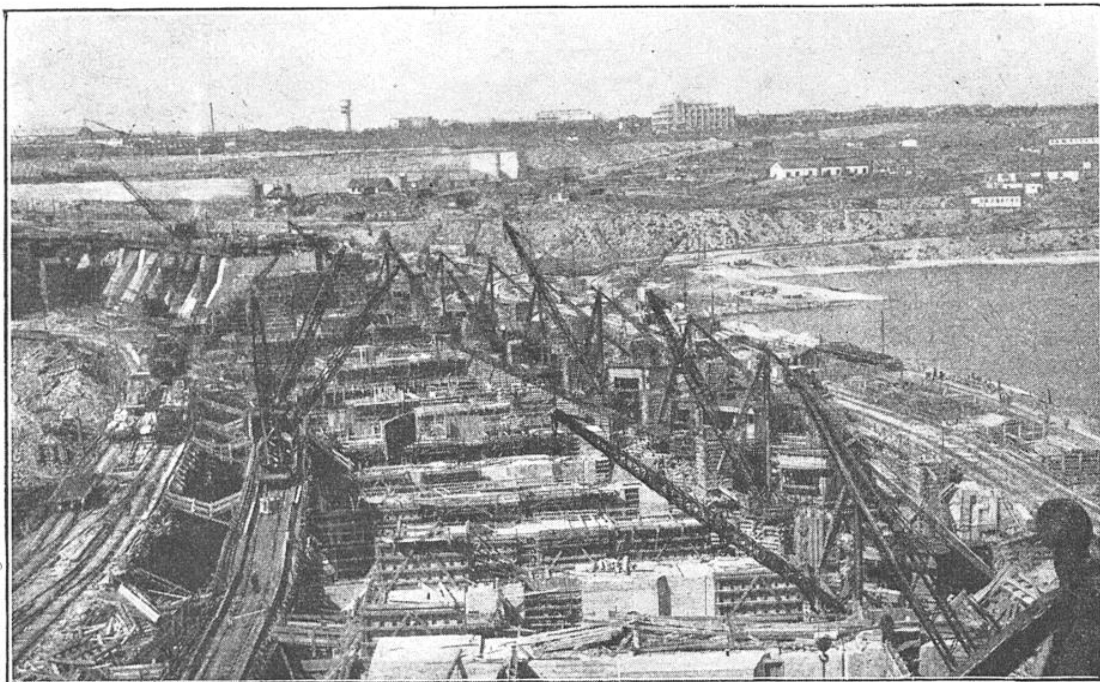
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 263.

donner lieu à une navigation importante sans transbordements. L'étude de la navigabilité du fleuve date de près de cent cinquante ans. Dès 1796, en effet, un premier projet fut élaboré, à ce sujet, par l'ingénieur Desurvolant. Plus de vingt projets furent conçus jusqu'à la guerre, tous fondés sur l'établissement de barrages successifs et de canaux latéraux. Le dernier en date, de Gollietz et Chappuis, prévoyait deux barrages, des canaux latéraux et l'utilisation des chutes ainsi créées par deux usines hydroélectriques de 400.000 ch. Les ingénieurs étaient, à ce moment, retenus par la nécessité, imposée par la construction d'un seul barrage, d'évacuer 40 villages et leurs 20.000 habitants, tous propriétaires de terrain. Le régime actuel de l'U. R. S. S. devait permettre d'entreprendre les travaux au moyen

d'un seul barrage. Celui-ci, édifié entre Dniepropetrovsk et Zaporogié, juste à la fin des rapides, surélèvera le niveau des eaux à 37 mètres au-dessus du niveau moyen. Ainsi, les rapides seront entièrement submergés. Le lac ainsi formé aura 160 kilomètres de long.

Déjà, d'ailleurs, s'élève autour de l'entreprise du Dnieprostroy une ville de grande étendue. Elle pourra abriter tout d'abord 60.000, puis 400.000 habitants.

circulant sur un pont de fer à double voie, au-dessus des contreforts, assureront leur manœuvre. A pic vers l'amont, le barrage est incliné vers l'aval et la pente du déversoir, après les vannes, a été déterminée de manière à éviter la formation d'un vide sous la nappe d'eau déversée. Les crues du Dniepr pouvant atteindre 22.000 mètres cubes par seconde, l'épaisseur de la lame d'eau sera, toutes vannes ouvertes, de 6 m 50 au-dessus du seuil du barrage.



CONSTRUCTION DU BARRAGE SUR LE DNIÉPR (DÉBUTS DES TRAVAUX)

On remarque la puissance des moyens mis en jeu pour l'établissement de ce barrage en béton armé, long de 760 m 50, haut de 42 m 25. Seize mille ouvriers furent employés pour mener à bien ce travail.

Entièrement en béton et fondé sur le granit, le barrage présente la forme d'un arc de cercle de 600 mètres de rayon et de 760 m 50 de longueur, occupant toute la largeur du lit du fleuve. Il est composé de 47 travées de 13 mètres de largeur chacune et de 46 contreforts de 3 m 25 d'épaisseur. Jusqu'au seuil du barrage, situé à la cote 42 m 25, les travées forment, avec les contreforts, une muraille massive de béton. Les travées, de 13 mètres entre les contreforts, serviront d'orifices pour le déversement des eaux. Elles seront fermées au moyen de vannes mobiles, genre Stoney, coulissant verticalement entre ces contreforts. Mesurant 13 m 25 sur 10 mètres, elles pèseront chacune 70 tonnes. Deux grues spéciales

Signalons que les infiltrations qui pourraient se produire dans le corps du barrage seront drainées au moyen de tubes verticaux, débouchant dans deux galeries horizontales ménagées sur toute la largeur du barrage.

Quelques chiffres démontreront l'importance des travaux exécutés : plus de 3 millions de mètres cubes de terres ont été enlevés ; plus de 1 million de mètres cubes de rochers ont été arrachés à la mine, afin d'asseoir le barrage sur de solides fondations ; plus de 1 million de mètres cubes de béton auront été utilisés pour l'édification du barrage. Quatre cents moteurs électriques, d'une puissance totale de 16.000 ch, alimentés par une usine génératrice provi-

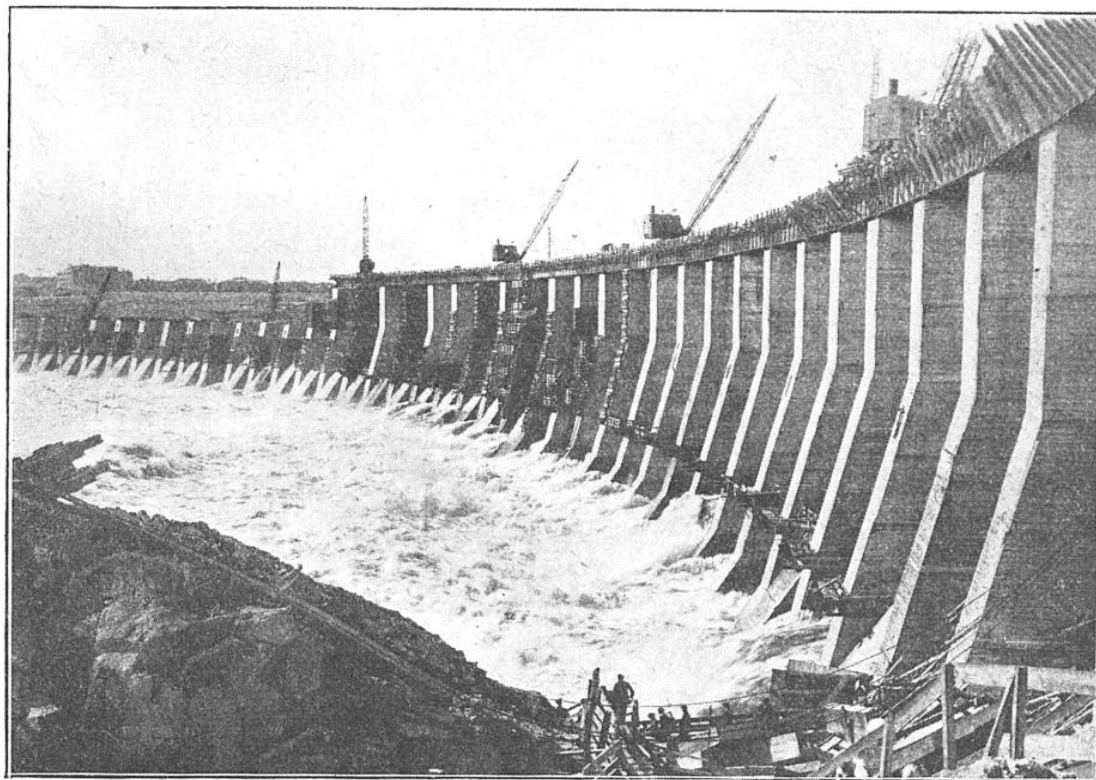
soire, équipée de moteurs Diesel, fournissent l'énergie nécessaire à la manœuvre de l'outillage moderne mis en œuvre, outillage qui fut fourni par les Etats-Unis.

Plus de 50 locomotives, circulant sur 100 kilomètres de voies ferrées à gabarit normal, assurent le transport des matériaux.

Il faut mentionner encore l'usage d'oxygène liquide comme explosif, pour les travaux des mines, préparé par des appareils

Neuf groupes électrogènes à axe vertical de 90.000 ch chacun peuvent y prendre place, soit 810.000 ch au total. Chaque groupe comporte une turbine Francis à réaction, tournant à 88,25 tours par minute. Nous nous trouvons, en effet, en présence d'une chute de faible hauteur, à très grand débit. La vitesse de rotation des machines est donc faible et leurs dimensions, considérables.

Aussi les alternateurs, à axe vertical,



VOICI LE BARRAGE. EN 1930, VU DE LA RIVE GAUCHE DU DNIÉPR

Il comporte quarante-six contreforts formant quarante-sept travées de 13 mètres, fermées par des vannes mobiles métalliques verticales, du type Stoney.

allemands qui en produisent 1.000 kilogrammes par jour.

Seize mille ouvriers, tel était l'effectif des travailleurs en 1930, au moment des plus gros travaux dont la photographie ci-dessus donne une idée de l'ensemble.

La plus puissante usine hydroélectrique d'Europe s'achève

En prolongement immédiat du barrage, sur la rive droite du fleuve, s'édifie, en même temps, la centrale hydroélectrique du Dniepr, d'une longueur totale de 231 mètres, de 21 m 30 de large et 20 mètres de hauteur.

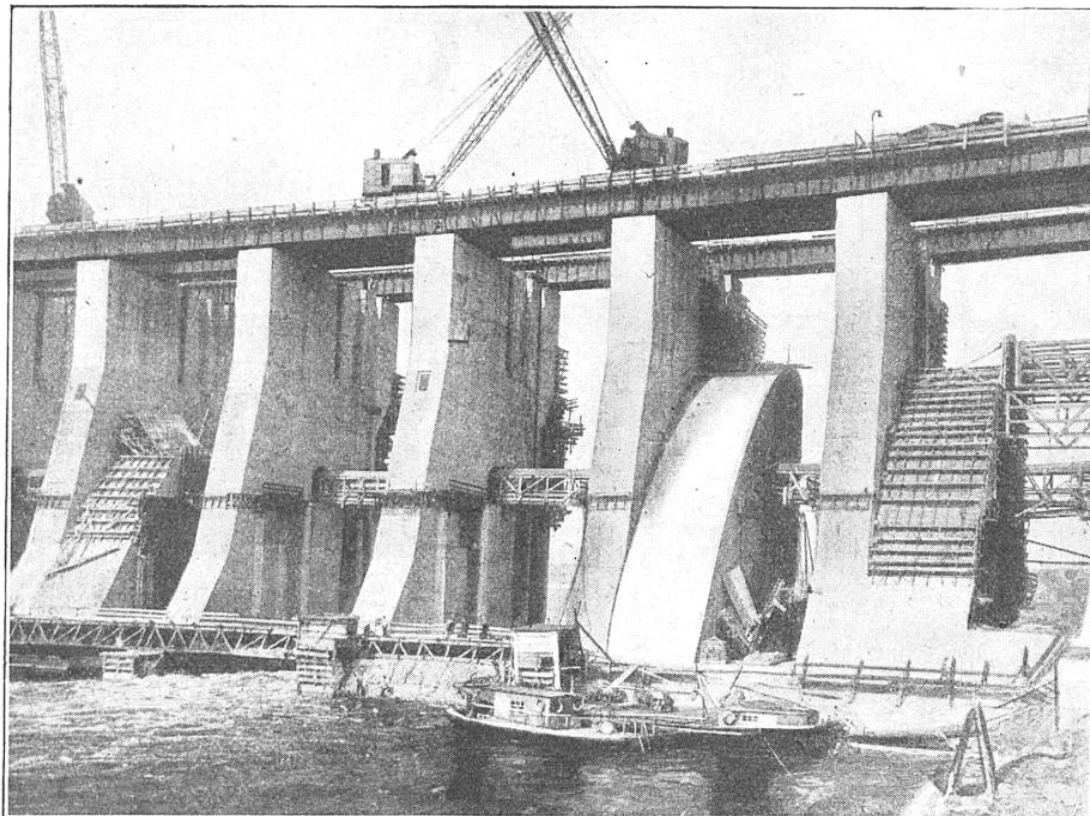
sont-ils du type *alternateurs-volants*. Ils ne comportent pas moins de 68 pôles sur leur inducteur pour donner, à la vitesse ci-dessus, un courant à 50 périodes par seconde. Le diamètre du rotor est de 10 m 20, celui du stator, de 13 mètres environ.

Le courant continu, nécessaire à l'alimentation de l'inducteur, est produit par une dynamo excitatrice indépendante de 375 kilowatts à 250 volts, actionnée par un moteur asynchrone triphasé de 575 ch à 2.200 volts et 985 tours-minute. Ce moteur reçoit l'énergie d'un alternateur auxiliaire accouplé à l'alternateur principal et disposé au-dessus

de lui. Mais cet alternateur lui-même doit être excité (c'est-à-dire recevoir du courant continu pour son inducteur), de même que la dynamo excitatrice. Nous trouvons donc encore deux petites dynamos excitatrices. Il semble que ce problème eût été résolu plus simplement par l'installation d'une turbine auxiliaire actionnant la dynamo de 375 kilowatts fournissant le courant d'excitation.

faite en circuit ouvert, elle passe automatiquement en circuit fermé et un dispositif provoque une émission de gaz carbonique qui éteint le commencement d'incendie.

Les alternateurs fourniront l'énergie électrique sous forme de courant triphasé à la tension de 13.800 volts. Chacun d'eux enverra le courant dans trois transformateurs monophasés, qui élèveront cette ten-



(Photo Lucien Vogel.)

VOICI LA DERNIÈRE PHOTOGRAPHIE DE LA PARTIE DU BARRAGE DU DNIEPR, PRESQUE COMPLÈTEMENT ACHÉVÉ, SITUÉE PRÈS DE LA RIVE GAUCHE DU FLEUVE

On remarque, entre les contreforts, les guides en béton qui serviront à la fermeture ou à l'ouverture des travées de 13 mètres au moyen de vannes métalliques mobiles.

En hiver, la ventilation des alternateurs se fera en circuit ouvert, ce qui réchauffera automatiquement la salle des machines. Lorsque la température extérieure ne sera pas assez basse, cette ventilation sera assurée par de l'air circulant dans un circuit fermé comportant un réfrigérant.

On sait qu'un défaut d'isolement peut provoquer l'amorçage d'un arc dans les machines, qui risque de brûler les isolants et de la mettre hors service. Voici comment on évite cet accident. Si la ventilation est

sion à 150.000 volts, pour assurer le transport de l'énergie. Leur refroidissement sera assuré par circulation d'eau dans un serpent. Cette eau sera prise dans un réservoir situé au-dessus des transformateurs. Aucune pompe ne sera donc nécessaire pour fournir le débit de 300 litres par minute, nécessaire à chaque transformateur.

Enfin, deux transformateurs abaissant la tension à 2.200 volts fourniront l'énergie électrique pour l'alimentation des services auxiliaires de l'usine, du barrage et des

écluses destinées à rendre possible la navigation sur le fleuve, dont le cours, parsemé de rapides, aura été ainsi régularisé.

Une turbine auxiliaire, entraînant un alternateur d'une puissance de 3.000 kilowatts, est prévue pour la mise en route de l'usine, après un arrêt complet de celle-ci.

L'énergie électrique produite alimentera une vaste région

Les 810.000 chevaux de la centrale du Dniepr seront distribués par un vaste réseau, à 150.000 volts, formé de plusieurs boucles, dont l'une sera reliée aux mines du Donetz, mais qui permettront surtout la création d'usines industrielles nouvelles.

C'est ainsi que l'on construit, actuellement, sur la rive gauche du Dniepr, à 8 kilomètres environ de l'usine génératrice, un certain nombre d'usines groupées sous le nom d'« Entreprises combinées du Dniepr », qui fourniront par an, selon les prévisions : 15.000 tonnes d'aluminium ; 1.000 tonnes de magnésium ; 1.200.000 tonnes de coke ; 1.000.000 de tonnes de fonte ; 160.000 tonnes d'acier ; 80.000 tonnes de ferro-manganèse ; 21.000 tonnes de ferro-silicium, de ferro-chrome, de ferro-tungstène ; 50.000 tonnes de produits chimiques divers ; 150.000 tonnes d'engrais.

Les usines pour la fabrication des ferro-

alliages seront équipées avec 15 fours électriques Miguët, pouvant absorber chacun 350.000 ampères, sous une tension de 45 volts environ.

Enfin, plusieurs usines génératrices thermiques, actuellement en construction, seront branchées sur le même réseau. Leur puissance

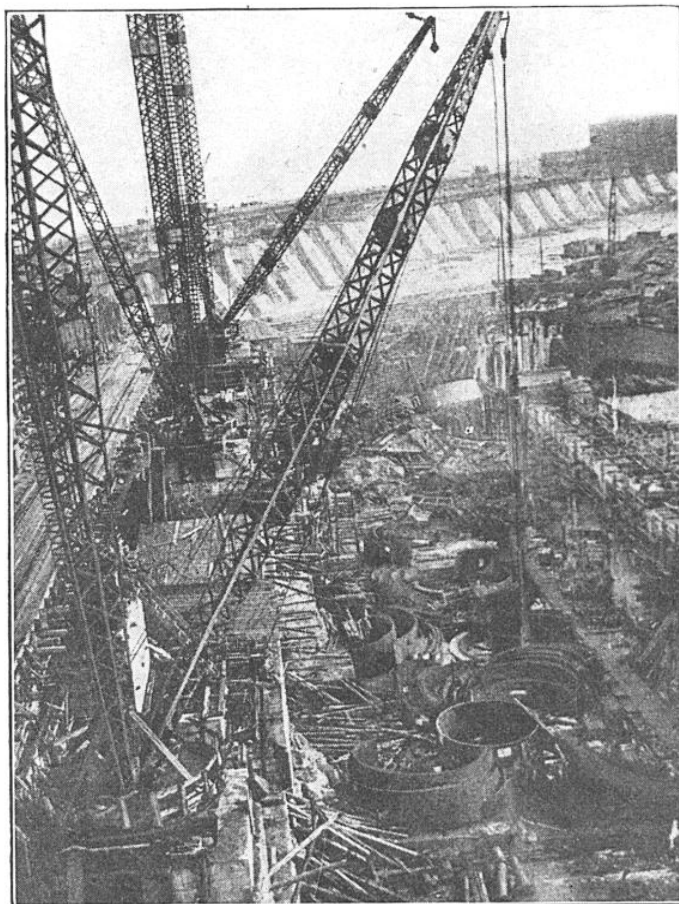
totale atteindra 500.000 kilowatts.

L'état actuel des travaux permet de prévoir que, conformément aux prévisions, deux groupes de la centrale du Dniepr seront installés en mai 1932 et quatre autres à la fin de 1932. Lorsque la centrale sera terminée, on estime à 2 milliards 500 millions de kilowatts-heure, l'énergie totale qu'elle pourra fournir chaque année.

Comment sera assurée la navigation sur le Dniepr

A l'extrémité du barrage opposée à la centrale hydroélectrique, c'est-à-dire sur la rive gauche du Dniepr, une écluse à trois sas permettra

aux bateaux de franchir en trois sauts, de 12 m 50 chacun, la dénivellation créée par le barrage. Chaque sas mesure 120 mètres de long, 18 mètres de large, 3 m 60 de profondeur. Un large déversoir, aménagé sur le mur du sas inférieur, assure une évacuation rapide de l'eau qui a servi à la manœuvre du remplissage des écluses. Celles-ci sont alimentées en eau par de larges galeries, qui s'ouvrent vers le fond de chacune



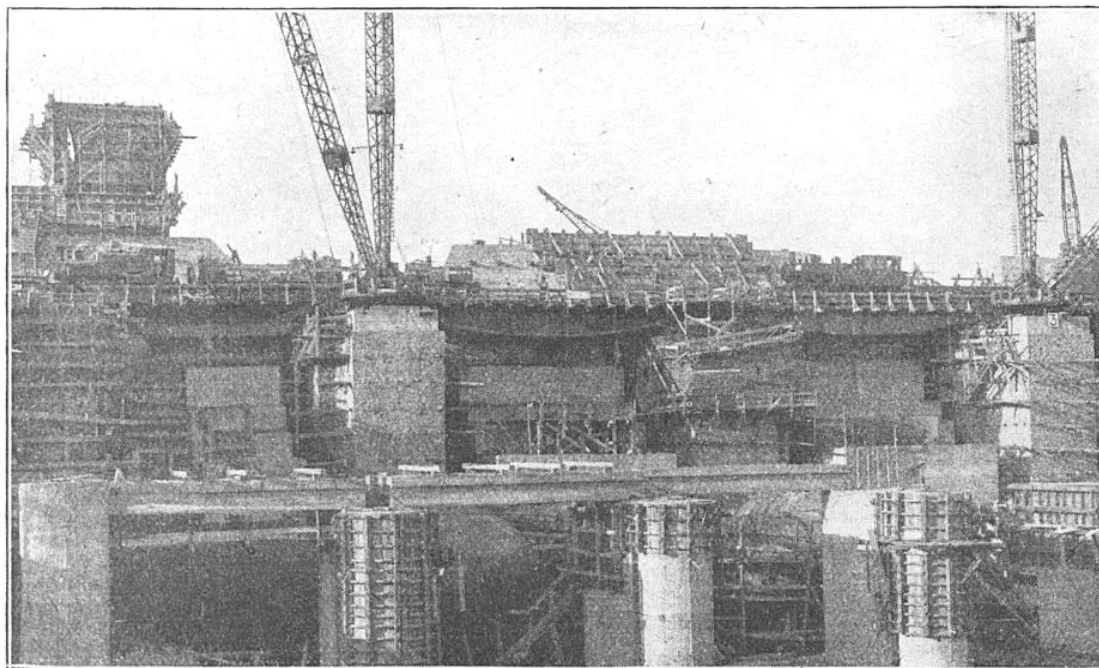
SUR LA RIVE DROITE DU DNIÉPR S'ÉRIGE ACTUELLEMENT LA CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE, DONT LA PUISSANCE ATTEINDRA 810.000 CH

On voit ici la mise en place des tôles destinées à la construction des turbines hydrauliques à axe vertical.

d'elles. La porte située vers l'amont mesure 7 m 40 de haut ; celles des autres sas mesurent 18 mètres de haut. Elles sont plus hautes, car elles doivent compenser la dénivellation qui existe entre deux écluses successives. Le poids de chacune d'elles est de 110 tonnes.

Ainsi, rendu navigable sur une longueur de 2.200 kilomètres, le Dniepr qui, par ses affluents, est voisin des cours d'eau qui se

la démolition du viaduc Catherine, situé à 1.700 mètres en amont. Il sera remplacé par un pont en deux parties permettant de franchir, à 3 kilomètres en aval du barrage, les deux bras du Dniepr, coupé à cet endroit par une île. Ces deux ponts seront à deux étages : en bas, la chaussée ; en haut, la voie ferrée. Le premier pont mesurera environ 1 kilomètre et comprendra trois arches de 140 mètres. Le second ne comprendra qu'une



SUR LA RIVE DROITE DU DNEPR, VOICI LA CONSTRUCTION DE LA CENTRALE

Le gros tuyau couché horizontalement, visible derrière les piliers du premier plan, n'est autre que la bache spirale d'une des neuf turbines à axe vertical, de 90.000 ch chacune, que comportera la centrale.

jettent dans la mer Baltique, reliera cette mer à la mer Noire. Ainsi, la houille du Donetz pourra alimenter les régions industrielles. Ainsi et surtout, le bois, cargaison principale, sera transporté à peu de frais des régions forestières du Nord vers le Sud ; le blé, le pétrole, les métaux du Sud rejoindront facilement, grâce à un transport fluvial économique, les régions du Nord.

Deux nouveaux ponts complèteront l'œuvre entreprise

L'établissement du barrage et l'élévation du plan d'eau qui en résultera, nécessitent

seule arche de 234 mètres, qui sera la plus grande d'Europe.

Tels sont les travaux du Dniepr, dont l'ensemble est désigné sous le nom de Dnieprostroy. Leur réalisation complète démontrera à quel point la science moderne appliquée peut transformer les conditions de la vie d'un pays, en lui fournissant l'énergie indispensable au développement de ses industries et en assurant le trafic des produits fabriqués comme des matières premières, condition primordiale de prospérité économique.

JEAN MARCHAND.

LA CRISE DE LA PHYSIQUE MODERNE

Dans un récent congrès, à Rome, les plus grands physiciens du monde la mettent en évidence

Par Jean LABADIÉ

La science physique, tout comme l'économie du monde, subit une « crise » au moins aussi violente que celle qui bouleverse nos systèmes monétaires. Déclenchée, d'ailleurs, depuis plus longtemps, son premier symptôme remonte à l'année 1900, où le physicien allemand Planck démontra, formules en mains, cette chose stupéfiante pour les savants de l'époque, que l'énergie lumineuse (émise par la matière incandescente) ne s'écoule pas d'une manière continue, à la façon d'une rivière paisible, mais par cascades, par « sauts brusques ». Aujourd'hui, cette crise de la physique touche à son paroxysme. Elle vient notamment d'être mise en évidence dans une conférence des plus grands physiciens du monde réunis à Rome, sous les auspices de la nouvelle Académie des Sciences italienne. A ce congrès assistaient, pour la France, M. Jean Perrin, M^{me} Curie et M. Léon Brillouin, et, pour l'étranger, des savants parmi lesquels il faut citer, puisque chacun de leurs noms est maintenant inséparable d'un « principe » de la physique nouvelle : les Allemands Schrödinger, Heisenberg, Pauli ; pour l'Italie, Fermi, et pour le Danemark, Niels Bohr. C'est l'œuvre de ce dernier physicien, nullement inconnu de nos lecteurs (1) et dont nous allons rappeler l'essentiel, qui va nous permettre de comprendre les difficultés inextricables dans lesquelles s'est progressivement engagée, en ces dix dernières années, la science de la matière, sous la pression d'expériences de plus en plus précises. De quoi fut-il donc question dans l'aréopage de Rome ? Grâce aux aimables explications de MM. Perrin et Brillouin, nous allons l'entrevoir de très haut certes, c'est-à-dire hors des détails (dont la claire vision comporterait l'usage du microscope intellectuel par excellence, la mathématique), mais toutefois sans confusion, un peu comme on aperçoit un paysage survolé en avion.

Le système planétaire de l'atome

DEPUIS qu'il y a des savants et des philosophes, il existe une théorie « atomique » de la matière. Pour analyser celle-ci, le physicien et le chimiste ont été conduits à la diviser théoriquement en éléments sans cesse plus fins. Les particules extrêmes obtenues par cette division théorique s'appelaient des « molécules » au temps de Lavoisier ; les molécules furent ensuite considérées comme formées de sous-éléments, les « atomes » (Dalton, 1809). Les physiciens modernes ont dû finalement subdiviser les atomes eux-mêmes, afin d'expliquer le mécanisme par lequel la matière ÉMET et ABSORBE la lumière.

La lumière (c'est une notion trop répandue pour y insister) est concevable comme un phénomène ondulatoire : chacune de ses « couleurs » correspond à une « onde » (absolument analogue à l'onde hertzienne) de fréquence bien déterminée.

Comment un « atome » de matière peut-il émettre ces ondes (quand il rayonne) ou, au

contraire, en absorber (lorsque, par exemple, il s'échauffe) ?

Cette question invite le physicien à pénétrer, par la pensée, à l'intérieur de l'atome et, par conséquent, à le concevoir non plus comme une chose immobile, mais comme un mécanisme, une sorte de station hertzienne capable d'émettre et de recevoir.

A tout mécanisme, il faut des éléments mobiles. Il a donc fallu subdiviser l'atome.

Tout atome sera donc constitué par le groupement de deux éléments nouveaux, lesquels ne seront plus de la matière pure, mais de l'électricité. Des particules indivisibles d'électricité négative, ou « électrons », se meuvent, au sein de l'atome, à la manière de planètes, autour d'un soleil central appelé « noyau », qui, lui, est chargé d'électricité positive, ce qui explique son « attraction » sur ses satellites négatifs.

Ceci posé, voici le « système planétaire atomique » auquel les physiciens avaient arrêté leur conception d'une manière qu'ils pensaient définitive, le fameux « atome de Bohr » qui valut à son créateur le prix Nobel (1922), mais que l'auteur lui-même déclarait,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 120, page 501.

au Congrès de Rome, « n'être plus qu'un jouet ».

Jouet brisé, mais duquel il faut bien partir, si nous voulons comprendre le débat.

L'atome de Bohr

Il est le plus simple qui se puisse imaginer. Nous en donnons le schéma figure 6. Et c'est lui qui représente la matière la plus

une onde lumineuse venant de l'extérieur et absorbée par l'atome, modifiera le mouvement de l'électron en l'éloignant plus ou moins du noyau. Mais s'il en était ainsi, l'entrée (comme la sortie) de la lumière s'accomplirait, dans l'atome, de manière *continue*. Or, nous l'avons dit dès le premier paragraphe, la lumière procède par cascades, par « sauts brusques » (ainsi que l'ont montré

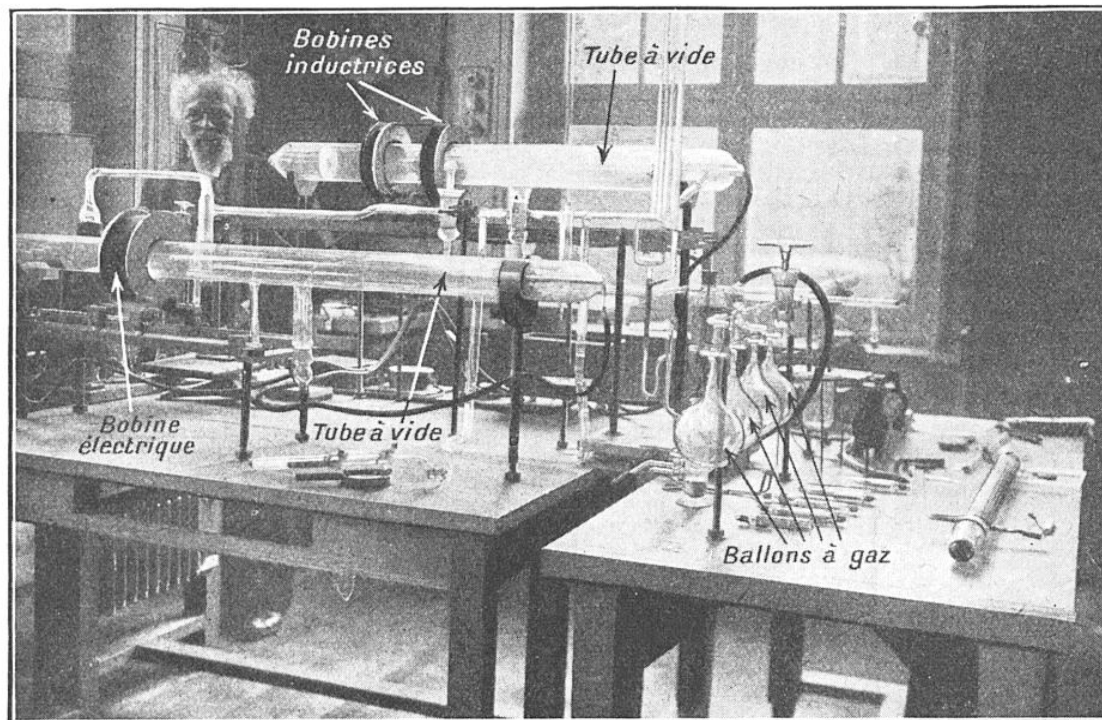


FIG. 1. — M. JEAN PERRIN DEVANT SON DERNIER MONTAGE EXPÉRIMENTAL, DANS SON LABORATOIRE DE PHYSIQUE DE LA RUE PIERRE-CURIE

Le problème que cherche à résoudre l'éminent physicien français est d'expliquer la stratification de la lumière dans les tubes luminescents. Dans ce but, les tubes à vide, destinés à produire cette luminescence (les deux tubes horizontaux), sont disposés entre électrodes et entourés de bobines inductrices destinées à produire, à leur intérieur, les effets magnétiques visibles sur la figure suivante. À droite, les ballons contenant les gaz à expérimenter dans les tubes. Au fond, à la gauche du professeur, se trouvent les pompes à vide.

élémentaire que connaissent les chimistes, l'hydrogène.

Un électron tourne autour d'un *noyau* central, lui-même corpuscule simple d'électricité positive, dénommé « proton ».

Le mouvement ultra-rapide de l'électron devrait (on le croyait, du moins autrefois, avec Rutherford) suffire à produire l'onde lumineuse émise par l'hydrogène (dans un tube luminescent, par exemple). La « fréquence » de cette onde lumineuse serait d'autant plus élevée que l'électron tourne plus près du soleil central. *Réciproquement,*

des expériences désormais indiscutables).

Il fallait donc perfectionner encore le mécanisme de l'atome.

Bohr imagina ceci : ce n'est pas le « mouvement continu » de l'électron en révolution qui émet la lumière. Celle-ci n'apparaît qu'aux moments furtifs où l'électron *saute brusquement* d'une orbite sur une autre en tombant vers le centre. Astronomie bizarre, équivalant à celle où Saturne viendrait tout à coup se substituer à Jupiter, à Mars, à la Terre, à Vénus et, finalement, à Mercure.

Quand l'électron est *tombé* à ce niveau

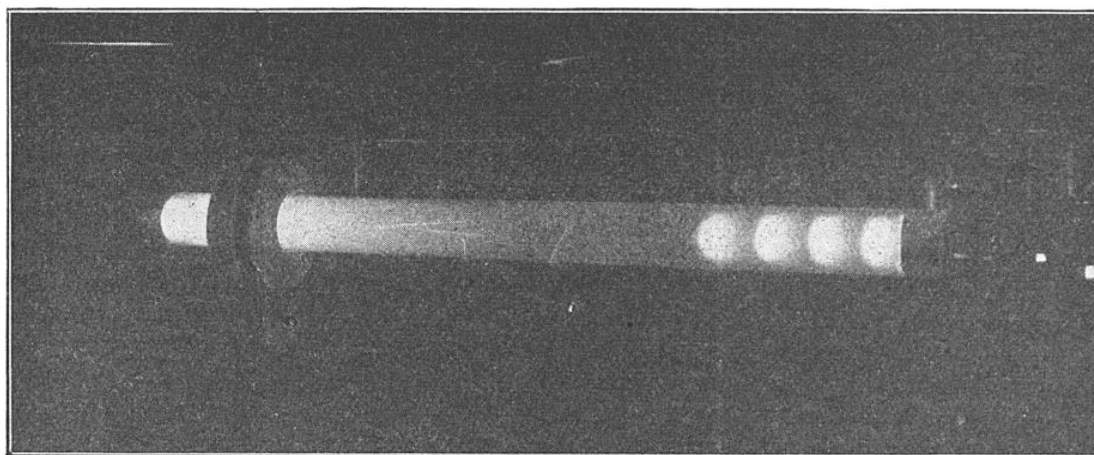


FIG. 2. — LA LUMIÈRE STRATIFIÉE DES TUBES LUMINESCENTS

Le gaz raréfié, soumis, dans le tube, à la tension électrique, s'illumine suivant l'aspect que montre la photographie ci-dessus. L'explication exacte des strates lumineuses formées au sein du gaz est encore douteuse.

inférieur (que représente sur notre figure 6 l'orbite circulaire étiquetée *K*), l'atome ne peut plus « rayonner » aucune onde, d'aucune couleur. Par contre, si un rayonnement lumineux vient, de l'extérieur, frapper l'atome et s'y absorber, l'électron remonte (toujours par sauts brusques) jusqu'aux orbites supérieures. Il reconquiert sa faculté d'émission.

Le nombre des orbites « possibles » est très grand. Nous nous contentons de dessiner les quatre premières : *K, L, M, N*.

— Quel moyen, demanderez-vous, possède le physicien pour enregistrer ces « sauts »

dans un monde dont le diamètre inférieur (orbite *K*) ne mesure que 5 ou 6 dix-millionnièmes de millimètres ?

Ce moyen est d'une clarté et d'une puissance admirable : c'est le « spectre. »

Le « spectre lumineux » perpétuelle énigme

Vous connaissez le phénomène de décomposition de la lumière blanche par le prisme en lumières colorées. On sait comment un pinceau lumineux, découpé par une fente étroite, se déploie en éventail en donnant les « couleurs » de l'arc-en-ciel (l'ensemble du

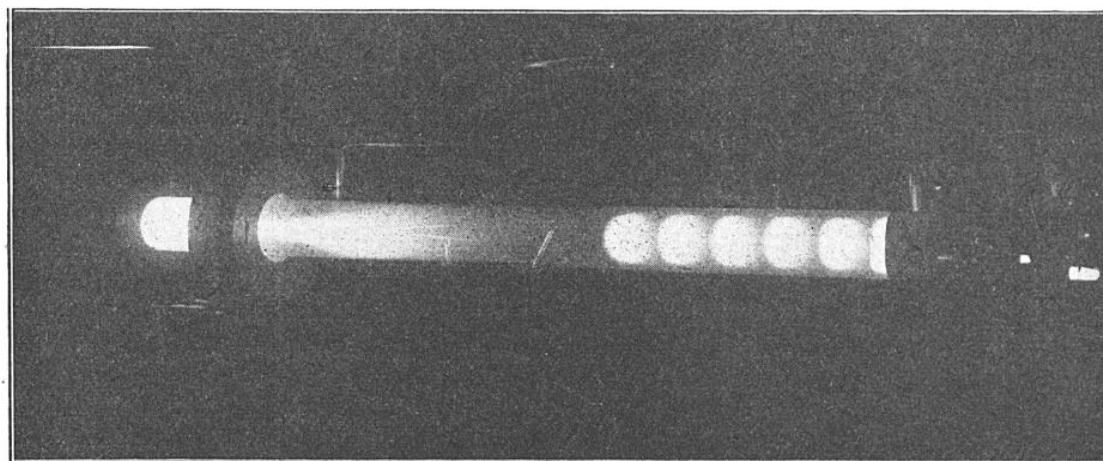


FIG. 3. — LE MÊME TUBE LUMINEUX QUE CELUI QUI EST REPRÉSENTÉ CI-DESSUS, SOUMIS A L'ACTION DU CHAMP MAGNÉTIQUE DE LA BOBINE QUI L'ENTOURE A GAUCHE

On aperçoit la forme nouvelle qu'adopte la lumière, sous l'influence du champ magnétique, dans l'axe de la bobine où le flux lumineux présente un étranglement très caractéristique.

montage se nomme « spectroscopie » ; voir, figure 5, celui de M. Jean Perrin).

« Couleur », avons-nous dit, est synonyme de « fréquence » de l'onde lumineuse. La fréquence indique le « niveau » de l'orbite, sur laquelle vient de « sauter » l'électron de Bohr. Imaginez tous les « sauts » qu'il est possible de combiner pour l'électron dans sa « chute saccadée », d'orbite en orbite, vers le centre, et vous aurez toutes les couleurs *pures* (de fréquences précises) que l'atome d'hydrogène est capable d'émettre. Le prisme les étale clairement, aux yeux du physicien, en un « spectre ». Par elles, il peut donc suivre indirectement tous les sauts de l'électron.

Les orbites les plus éloignées du centre sont les moins probables et correspondent à des intensités de plus en plus faibles. Dans le visible et le premier ultra-violet, on a pu, pour l'hydrogène, mettre ainsi en évidence plus de trente raies de plus en plus faibles, *raies* extrêmement nettes sur son « spectre » (comme l'indique le schéma ci-dessus, uniquement relatif à la lumière visible).

Le « spectre lumineux », tel est donc l'agent de liaison, le messenger visible et concret qui apporte au physicien les renseignements de l'intérieur de l'atome, celui-ci demeurant inaccessible à ses sens, fussent-ils aiguisés par le plus puissant microscope.

Et ceci vous montre pourquoi un laboratoire de physicien moderne est, avant tout, équipé pour l'analyse des phénomènes lumineux. Les photographies ci-jointes en donnent un exemple remarquable par l'outillage qu'a établi M. Jean Perrin, dans son nouveau laboratoire de la rue Pierre-Curie.

Où les choses se compliquent

Nous pouvons maintenant essayer de voir le genre de difficultés qui assaillent le physicien. Elles surgissent toutes du déchiffrement de cette énigme : *les raies du spectre*, énigme que l'expérience complique sans cesse, comme à plaisir, ainsi que nous allons voir par la suite.

Première complication : les raies se « démultiplient ». Le physicien l'explique en faisant tourner l'électron sur lui-même

Les cascades, d'orbite en orbite, de l'électron *en révolution* se traduisent, disons-nous, par les raies spectrales.

Les physiciens, qui ne sont jamais satisfaits, n'ont eu de cesse qu'ils n'aient décomposé ces raies simples. Avec le perfectionnement des spectroscopes, ils ont observé que ces raies, d'apparence simple, sont en réalité *doubles, triples ou quadruples*, etc. Les raies apparaissent alors comme de petits spectres secondaires appelés *multiplets*.

Voici donc le problème remis en chantier. Il faut expliquer cette démultiplication.

Avec leur assurance ordinaire, les physiciens n'ont pas reculé. Pour

comprendre ce qu'ils ont imaginé à cet effet, il suffira de nous rappeler une notion élémentaire touchant l'électromagnétisme.

On sait qu'une bobine électrique parcourue par un courant équivaut à un aimant.

Or, notre électron en révolution autour d'un noyau, puisqu'il transporte une « charge électrique », est bien l'équivalent d'une telle spire d'électroaimant. Sa révolution équivaut à un courant électrique circulaire — et l'aimant créé par l'électron se figure comme il est indiqué dans le schéma (fig. 7).

Mais, en présence de ce premier aimant atomique, en voici un second.

La Terre tourne autour du Soleil, mais elle pivote sur elle-même. Faisons également pivoter *sur eux-mêmes* les électrons planétaires : la théorie, ici encore, permet de dire que ce pivotement équivaut à la formation d'un *nouvel aimant* (voir fig. 8). Ce nouvel aimant « électronique » se superpose donc, dans l'atome, à l'aimant orbital que nous venons de découvrir. Les deux aimants vont s'influencer mutuellement. Du fait que le premier oscille, la trajectoire de l'électron qui lui correspond se déforme. *Ce sont ces déformations que révèlent la démultiplication des raies.*

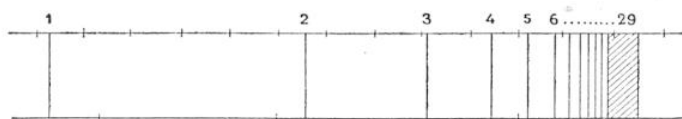


FIG. 4. — LES RAIES LUMINEUSES DU SPECTRE DE L'HYDROGÈNE (EN LUMIÈRE VISIBLE)

Les raies lumineuses de ce spectre s'échelonnent, suivant une densité croissante, jusqu'à s'accumuler aux environs de la raie numérotée ici 29. Chacune de ces raies correspond à un saut de l'électron d'une orbite à une autre dans l'atome schématisé de l'hydrogène, tel que l'a imaginé Bohr (voir le schéma suivant). Toute perturbation apportée aux orbites normales de l'électron (par exemple au moyen d'un champ magnétique) se traduira par un déplacement ou un dédoublement des raies ci-dessus.

Seconde complication : les raies secondaires des « multiplets » se décomposent à leur tour. Le physicien l'explique en faisant tourner le noyau

Le physicien s'est donc tiré à son honneur de la première difficulté. Mais en voici une seconde.

Analysant encore plus finement certains

physique (voir le schéma de la figure 9).

C'est, en effet, l'hypothèse à laquelle on s'est arrêté. Et ce fut un nouveau progrès de la physique atomique.

Et le mystère s'approfondit

Mais voici le suprême scandale : malgré tant d'ingéniosité, « ça ne colle pas » encore !

La rotation du noyau central explique

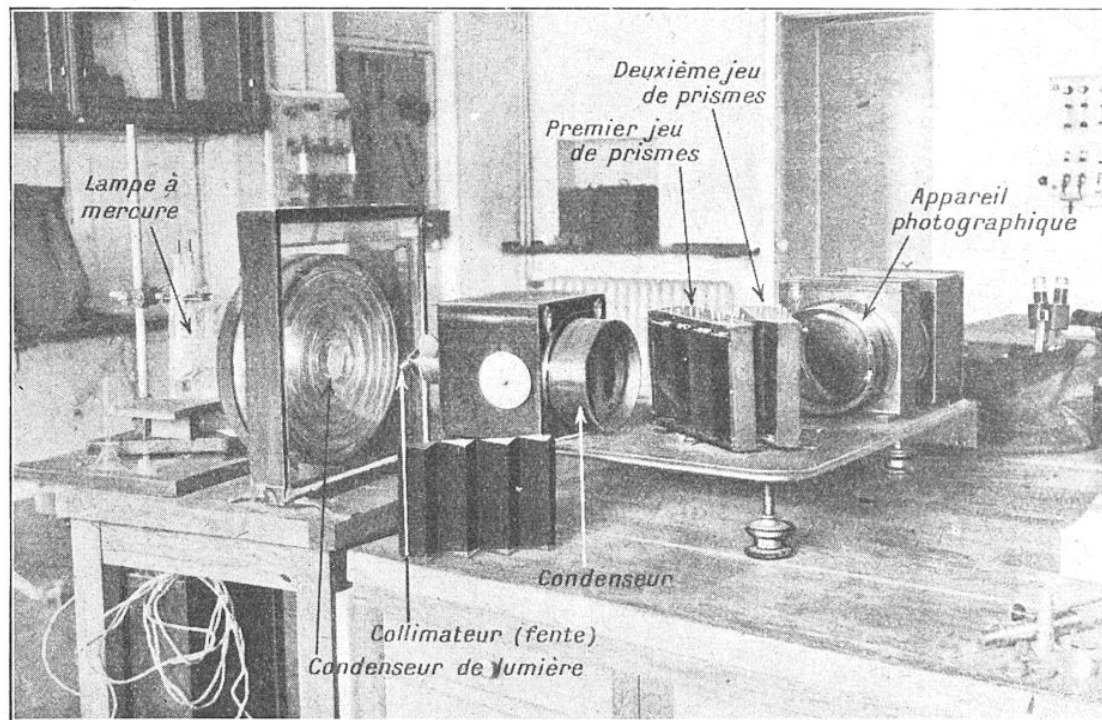


FIG. 5. — LE SPECTROGRAPHE A GRANDE PUISSANCE DISPERSIVE CONSTRUIT PAR M. PERRIN

Les prismes dispersifs sont disposés en deux groupes de quatre prismes chacun (l'un de ces groupes a été posé hors de l'appareil sur le bord de la table). Les deux jeux de prismes se complètent de manière à accroître la dispersion de la lumière (au centre droit de la photographie). A gauche, la lampe à mercure utilisée pour étudier les spectres de lumière ultraviolette. A sa suite, l'appareil lumineux de condensation (lentilles à échelons), puis la fente à lumière. A droite, l'appareil destiné à photographier le spectre.

spectres, il trouve que les raies secondaires formant les *multiplets* se décomposent à leur tour en d'autres raies plus fines. Il obtient ainsi ce qu'il dénomme : un spectre « à structure hyperfine ». Il en conclut qu'il existe, dans l'atome, une autre cause de perturbation. Laquelle ?

Vous y avez peut-être déjà pensé : le *noyau* central (électrisé positivement) doit pivoter, lui aussi, sur lui-même — comme notre Soleil, par exemple, tourne sur son axe. Et cela doit donner naissance à un troisième aimant fictif, à un troisième « champ magnétique », comme on dit en

certaines particularités du spectre lumineux, mais, tous calculs faits, il y a des « résidus » inexplicables. Quelles hypothèses faire encore ? Il n'y a plus rien à faire tourner dans le système atomique....

Sans doute, on pourrait recommencer, pour le noyau seul, tout ce qu'on a déjà fait pour l'atome.

Ce noyau, lorsqu'on aborde des atomes plus lourds que celui de l'hydrogène, n'est plus une particule positive simple, un « proton » unique. Le noyau des atomes complexes est conçu comme un agglomérat de plusieurs électrons (—) et de plusieurs protons (+),

ceux-ci étant en excédent. Jusqu'ici, on n'avait pas tenté de savoir comment étaient disposés ces éléments à l'intérieur du noyau. Si nous imaginons qu'ils forment ensemble un nouveau « système planétaire », nous voici munis de nouvelles possibilités explicatives... C'est entendu. Un petit inconvénient cependant : il n'y a pas de raison pour que cela finisse.

Au reste, le diamètre du noyau se calcule. Or, les calculs montrent qu'il est, tout compte fait, beaucoup trop petit pour « contenir » le nombre d'électrons que la théorie oblige de lui assigner. Et cette difficulté d'un contenant plus petit que le contenu, c'est le coup de grâce ! Le « noyau atomique », tel que le représentait la théorie de Bohr, ne peut plus vivre. Dans ce noyau, l'électron paraît se dissoudre, changer de nature, tout en conservant sa charge électrique.

C'est pourquoi Niels Bohr, lui-même, a dit, au Congrès de Rome : « Mon atome n'est plus qu'un jouet... ».

Est-ce la fin de l'« atomisme » ?

S'il faut rejeter, comme un déchet, l'atome de Bohr, la notion d'atome peut-elle persister en physique ?

Voici, en quelques mots, comment les savants tentent encore de sauver cette notion millénaire qui, depuis les philosophes grecs, paraissait essentielle à l'esprit pour expliquer les lois internes et même l'existence de la matière.

Dans *la Science et la Vie* (1), l'éminent physicien, Maurice de Broglie, nous a expliqué comment son frère, Louis de Broglie, a réussi à étudier le mouvement des « corpus-

cules » par une mécanique nouvelle traitant ces corpuscules comme s'ils étaient « pilotés » par des « ondes ». C'est la *mécanique ondulatoire*.

M. Louis de Broglie, en substituant ses ondes aux électrons, a retrouvé les lois de l'atome de Bohr.

Puis le physicien allemand Schrödinger,

par un perfectionnement de cette « mécanique ondulatoire », a appliqué aux ondes corpusculaires les lois du hasard, autrement dit le calcul des probabilités, déjà si fécond en d'autres domaines de la physique. Tant et si bien qu'à l'heure actuelle, les physiciens de la nouvelle école ne parlent plus d'électrons circulant sur des trajectoires précises (orbites) au sein de l'atome. Ils calculent la « probabilité » pour que tant ou tant d'électrons (dans les atomes complexes) se trouvent dans telle « région » de l'atome. Et cette interprétation mathématique de l'atome offrant des avantages, c'est elle qui se substitue à l'ancien « atome-système planétaire » si clair, si satisfaisant pour l'intelligence, qu'on le voit s'en aller avec regret.

En réalité, l'atome n'est plus qu'une fiction mathématique.

Nul savant ne prétend le « voir » de façon intuitive.

La conclusion qui s'impose : la science physique doit reviser ses définitions

Comme je demandais à M. Léon Brillouin ses impressions, au sortir du Congrès de Rome, il m'a répondu : « Décidément, il semble bien que, dans ces opérations mathématiques, l'électron lui-même disparaît, se dissout.

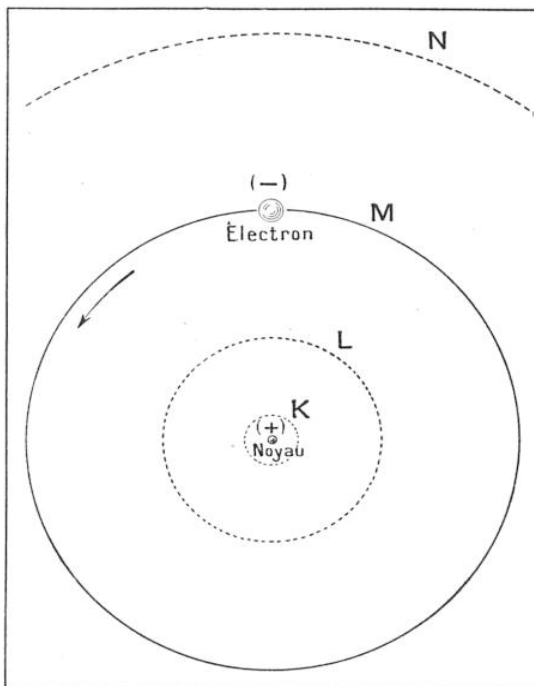


FIG. 6. — STRUCTURE SCHÉMATIQUE DE L'ATOME DE L'HYDROGÈNE, D'APRÈS LA THÉORIE DE NIELS BOHR

Un électron (—) tourne autour d'un noyau (+) composé d'un seul proton. Les orbites que peut suivre l'électron sont précisées dans l'espace K, L, M, N, etc..., et, s'il vient à quitter l'une d'elles, il doit passer instantanément sur l'une des autres. Ces sauts correspondent chacun à l'émission de l'une des raies du spectre (quand l'électron tombe vers le centre) et à l'absorption, par l'hydrogène, de la lumière correspondante (si l'électron remonte du centre vers la périphérie).

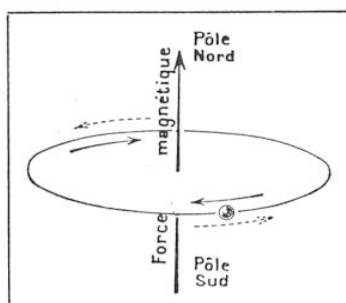


FIG. 7.
UNE ORBITE
FERMÉE PAR-
COURUE PAR
L'ÉLECTRON
ÉQUIVAUT A
LA CRÉATION
D'UN CHAMP
MAGNÉTIQUE
AU SEIN DE
L'ATOME

La translation de l'électron (particule négative), qu'indique la flèche en trait plein, correspond à un courant électrique de sens inverse (flèche à trait pointillé). Un tel courant fermé donne, par les règles ordinaires de l'électromagnétisme, un aimant fictif dont l'axe est dirigé comme l'indique la figure.

Peut-être y a-t-il dans tout ce jeu de formules une illusion subjective, un mirage intellectuel, qu'il s'agirait de déceler. En d'autres termes, il faudra peut-être réviser les définitions de l'électron, du noyau et de l'atome lui-même.

Et c'est là, à mon sens, une parole philosophique éminemment profonde.

Pour le philosophe, l'échec périodique de toute mécanique à base de corpuscules est fatal, parce que l'analyse de la matière en corpuscules sans cesse dédoublés (ce que les anciens appelaient déjà *dichotomie*) procède, en effet, d'une « loi » inéluctable de l'intelligence et non de la nature. Et Henri Bergson a montré depuis longtemps comment, dès que le mathématicien se donne un simple « point matériel » pour en faire la mécanique, ce « point » emporte avec lui l'empreinte de

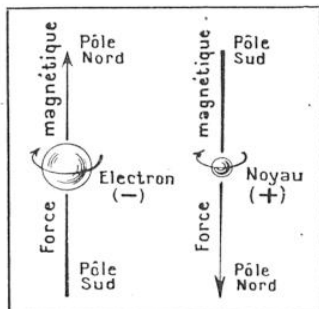


FIG. 8. — UN ÉLECTRON (PARTICULE NÉGATIVE) OU UN PROTON (PARTICULE POSITIVE), QUI TOURNENT SUR EUX-MÊMES

DONNENT LIEU ÉGALEMENT À LA FORMATION DE DEUX CHAMPS MAGNÉTIQUES

Les raisons théoriques de ce fait sont, ici, les mêmes que pour le champ magnétique formé par l'orbite. Les « charges » électriques des corpuscules considérés sont, en effet, en mouvement par la rotation de leur support. Il s'ensuit donc la formation de champs magnétiques dirigés en sens inverse, puisque les électricités du proton positif et de l'électron négatif sont de signes contraires.

la conscience qui le crée. C'est cette empreinte que le physicien retrouve au bout de ses calculs les plus savants et dans lesquels il semble enfin vouloir redécouvrir, comme dit M. Léon Brillouin, « l'illusion subjective ».

C'est donc maintenant que va commencer la véritable révolution de la science physique, dès qu'un savant heureux aura mis en évidence ce mirage qui rend inextricables les équations de la physique moderne. Tout

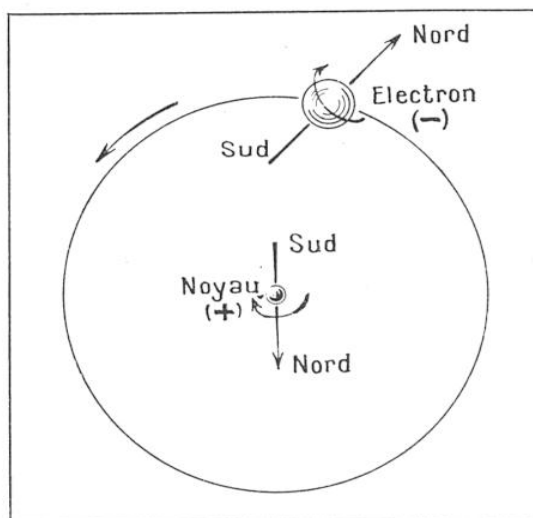


FIG. 9. — LES TROIS CHAMPS MAGNÉTIQUES EN PRÉSENCE DANS L'ATOME ET DONT LES RÉACTIONS MUTUELLES PROVOQUENT LES PERTURBATIONS DES ORBITES (OBSERVÉES PAR LE DÉDOUBLEMENT DES RAIES DANS LES SPECTRES DE CERTAINS CORPS)

Un premier aimant (perpendiculaire au plan du tableau) est donné par la circulation de l'électron sur l'orbite. Un second est donné par la rotation de l'électron. Un troisième par la rotation du noyau (formé d'un proton). Ces trois aimants fictifs réagissent mutuellement dans leurs déplacements relatifs, comme feraient des aiguilles de boussoles. Il s'ensuit des perturbations particulièrement visibles dans le spectre de certains corps.

le travail qui s'est fait de 1900 à nos jours ne serait donc qu'un travail de déblaiement, « de démolition », comme le dit si justement M. Eddington — l'astronome-physicien de Cambridge — bien qu'il défende aux philosophes d'entrer sur le chantier, en attendant peut-être que ceux-ci, retournant brusquement la pancarte, y écrivent : « Prière aux physiciens de sortir »... juste le temps de savoir de quoi on parle, comme le préconisait déjà Blaise Pascal.

JEAN LABADIÉ.

CLASSIFICATION DES ÉLÉMENTS SELON LA CONSTITUTION DE LEURS ATOMES										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hydrogène 1	Hélium 4									
3 Lithium 6.9	4 Glinium 9.1	5 Bore 10.9			6 Carbone 12	7 Azote 14	8 Oxygène 16	9 Fluor 19	10 Néon 20.2	
11 Sodium 23	12 Magnésium 24.3	13 Aluminium 27			14 Silicium 28.3	15 Phosphore 31	16 Soufre 32	17 Chlore 35.5	18 Argon 39.9	
19 Potassium 39.1	20 Calcium 40.1	21 Scandium 45.1			22 Titane 48.1	23 Vanadium 51	24 Chrome 52	25 Manganèse 54.9	26 Fer 55.8	27 Cobalt 58.9
29 Cuivre 63.5	30 Zinc 65.4	31 Gallium 69.7			32 Germanium 72.4	33 Arsenic 74.9	34 Sélénium 79.2	35 Brome 79.9	36 Krypton 83.9	
37 Rubidium 85.4	38 Strontium 87.6	39 Yttrium 88.9			40 Zirconium 91	41 Columbium 93	42 Molybdène 96	43 Marsurum 101.7	44 Ruthénium 101.7	45 Rhodium 102.9
47 Argent 107.9	48 Cadmium 112.4	49 Indium 114.8			50 Étain 118.7	51 Antimoine 121.8	52 Tellure 127.3	53 Iode 126.9	54 Xénon 130.2	
55 Césium 132.8	56 Baryum 137.4	57 Lanthane 138.9			58 Cérium 140.2	59 Praséodyme 140.9	60 Néodyme 144.3	61 —	62 Samarium 150.4	63 Europium 152
69 Thulium 168.4	70 Ytterbium 173.6	71 Lutécium 175			72 Celtium 178	73 Tantale 181.5	74 Tungstène 184	75 Rhénium 186.3	76 Osmium 190.9	77 Iridium 193.1
79 Or 197.2	80 Mercure 200.6	81 Thallium 204.4			82 Plomb 207.2	83 Bismuth 209	84 Polonium	85 —	86 Radon 222	
87 —	88 Radium 226.9	89 Actinium 227.9			90 Thorium 232.2	91 Brevium	92 Uranium 238.2			

DANS CETTE CLASSIFICATION DES QUATRE-VINGT-DOUZE ÉLÉMENTS, LES ATOMES PLACÉS SUR UNE MÊME LIGNE ONT LE MÊME NOMBRE DE COUCHES D'ÉLECTRONS; CEUX D'UNE MÊME COLONNE ONT LE MÊME NOMBRE D'ÉLECTRONS PÉRIPHÉRIQUES. AU-DESSUS DU NOM DE L'ÉLÉMENT, EN ITALIQUE, EST INSCRIT LE NOMBRE TOTAL D'ÉLECTRONS DE L'ATOME; AU-DESSOUS, SON POIDS ATOMIQUE

COMMENT LES RAYONS X ONT PERMIS D'IDENTIFIER LE RHÉNIUM ET LE MASURIUM

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Depuis que le chimiste russe Mendeleef imagina la classification périodique des éléments chimiques, qui, de l'hydrogène à l'uranium, comprend quatre-vingt-douze cases, dont presque toutes sont remplies par des éléments parfaitement connus, les savants disposent d'une méthode rationnelle pour la recherche des éléments encore inconnus. Parmi ceux-ci, les nos 43 et 75 de la classification Mendeleef ont été isolés par deux Allemands, Walter Noddack et Ida Tacke, depuis 1926, et dénommés, par eux, le masurium et le rhénium. Une très intéressante méthode, fondée sur l'étude du spectre des rayons X produits par le choc de rayons cathodiques sur ces éléments formant anticathode, a permis d'identifier avec précision le rhénium (n° 75) et le masurium (n° 43). Dans la classification de Mendeleef, seules les cases 85 et 87 restent vides. N'annonce-t-on pas cependant que deux savants américains auraient découvert, récemment, l'élément 87 ?

Grâce à la loi de Mendeleef, la chimie ne procède plus au hasard

LORSQUE la science chimique s'est constituée, elle caractérisait ses produits élémentaires, qu'elle appelait les *corps simples*, par un certain nombre de réactions chimiques ; ces méthodes analytiques furent fécondes, mais l'habileté expérimentale des chercheurs ne pouvait s'appuyer sur aucune règle ; la découverte de l'analyse spectrale, elle-même, tout en apportant une aide précieuse aux recherches, ne permettait pas de les diriger.

Il n'en va plus de même aujourd'hui,

grâce à la classification périodique des éléments, proposée par le chimiste russe Mendeleef, vers 1864 ; les progrès de la science y ont amené de nombreuses retouches, qui l'ont perfectionnée en conservant son principe. La périodicité des éléments apparaît lorsqu'on les dispose, dans l'ordre des poids atomiques croissants, suivant un tableau formé de huit colonnes, dont je reproduis ci-après les trois premières lignes. Le numéro d'ordre de chaque élément s'appelle le *numéro atomique N* ; il représente, d'après les données actuelles de la science, le nombre des électrons planétaires qui tournent autour du noyau. En dessous, figure le *poids*

N = 1 Hydrogène A = 1							
N = 2 Hélium A = 4	N = 3 Lithium A = 6,9	N = 4 Glucinium A = 9,1	N = 5 Bore A = 10,9	N = 6 Carbone A = 12	N = 7 Azote A = 14	N = 8 Oxygène A = 16	N = 9 Fluor A = 19
N = 10 Néon A = 20,2	N = 11 Sodium A = 23	N = 12 Magnésium A = 24,3	N = 13 Aluminium A = 27	N = 14 Silicium A = 28,3	N = 15 Phosphore A = 31	N = 16 Soufre A = 32	N = 17 Chlore A = 35,5
N = 18 Argon A = 39,9	N = 19 Potassium A = 39,1	N = 20 Calcium A = 40,1	N = 21 Scandium A = 45,1	N = 22 Titane A = 48,1	N = 23 Vanadium A = 51	N = 24 Chrome A = 52	N = 25 Manganèse A = 54,9

LES TROIS PREMIÈRES LIGNES DE LA CLASSIFICATION DE MENDELEEF

atomique A , rapporté à l'hydrogène (1).

Le tableau se prolonge ainsi jusqu'à son dernier terme $N = 92$, l'uranium, de poids atomique 238. En le considérant, on constate sans peine que chaque colonne réunit des corps qui présentent entre eux d'indéniables analogies : les gaz rares dans la première, les métaux alcalins dans la seconde, les alcalino-terreux dans la troisième, et ainsi de suite. L'interprétation de cette loi périodique constitue, d'ailleurs, un des plus beaux succès de l'atomistique moderne, et ainsi, la loi empirique suggérée par Mendeleef est devenue l'expression d'une vérité profonde.

En continuant le tableau ci-dessus, on rencontre bientôt des difficultés de divers ordres, mais dont la plupart peuvent être écartées en laissant dans le tableau des cases blanches, correspondant à des éléments encore inconnus. Ces trous dans la liste sont de précieux indices pour la recherche de nouveaux éléments, puisqu'on peut prévoir, d'après la colonne à laquelle ils appartiennent, les propriétés chimiques générales du corps inconnu, et même son poids atomique approximatif, qui doit s'encadrer entre ceux de l'élément précédent et du suivant. Cette précieuse considération a déjà rendu d'incalculables services ; elle a permis, en 1923, la découverte du *celtium*, que les Allemands nomment *hafnium*, grâce à laquelle le trou de la case $N = 72$ s'est trouvé bouché.

Si on examine, dans son état actuel, cette table de Mendeleef, on constate l'existence de cases blanches aux numéros atomiques $N = 43, 61, 75, 85$ et 87 . Il résulte de là que le nombre des éléments inconnus serait de cinq, et même seulement de quatre, car 61 , appartenant au groupe des terres rares,

(1) Ou, plus rigoureusement, obtenu en prenant $A = 16$ pour le poids atomique de l'oxygène.

paraît avoir été isolé tout récemment. Mais, sur ces quatre corps simples, il en est deux qui ont de grandes chances d'être radioactifs : ce sont ceux dont les numéros atomiques, 85 et 87 , s'encadrent, avec l'émanation ($N = 86$) entre le polonium ($N = 84$) et le radium ($N = 88$) : tous ces corps de poids atomique élevé, jusqu'à l'uranium ($N = 92$) sont, en effet, radioactifs, et il suffirait que les deux éléments inconnus eussent des périodes très petites (un millionième de seconde, par exemple, comme le radium C') pour que leur isolement devint

un problème inabordable.

Au contraire, 43 et 75 doivent être des corps stables ; leur position dans la colonne de manganèse permet de prévoir pour ces éléments des propriétés voisines de celles de ce dernier métal ; c'est pour cela que Mendeleef, en 1869, avait prédit leur existence en leur attribuant les noms d'*ekamanganèse* et de *divi-manganèse*, qui évoquaient leur

parenté. Or, ce sont précisément ces deux termes manquants qui ont été isolés, en 1926, par deux chimistes allemands : Walter Noddack et Ida Tacke.

Découverte et propriétés du rhénium et du masurium

Il était, à priori, très vraisemblable que les métaux de numéros atomiques 43 et 75 devaient se trouver, à l'état très dilué, dans les minéraux actuellement connus, car ceux-ci ont été très soigneusement analysés, et des doses notables d'un corps nouveau n'auraient pu échapper. Les chimistes allemands décidèrent de s'adresser aux minéraux dont la composition est à la fois la plus variée et la plus incertaine, à savoir la mine de platine et les terres rares. Ils traitèrent ces corps, ayant toujours en vue d'obtenir un métal de propriétés analogues à celles du

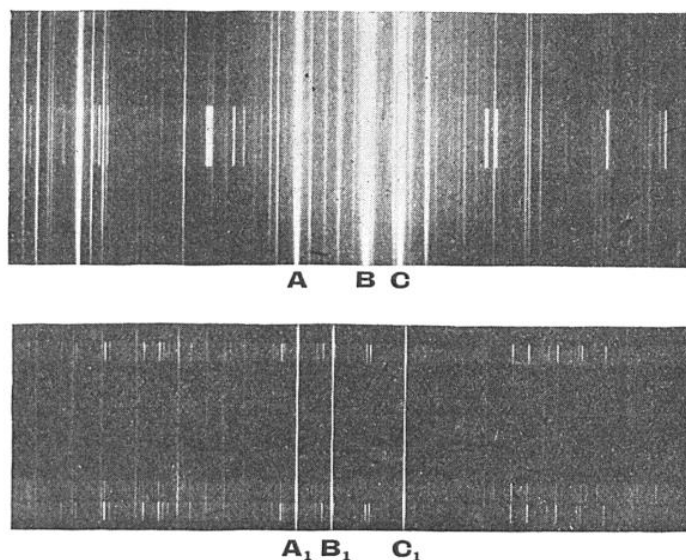
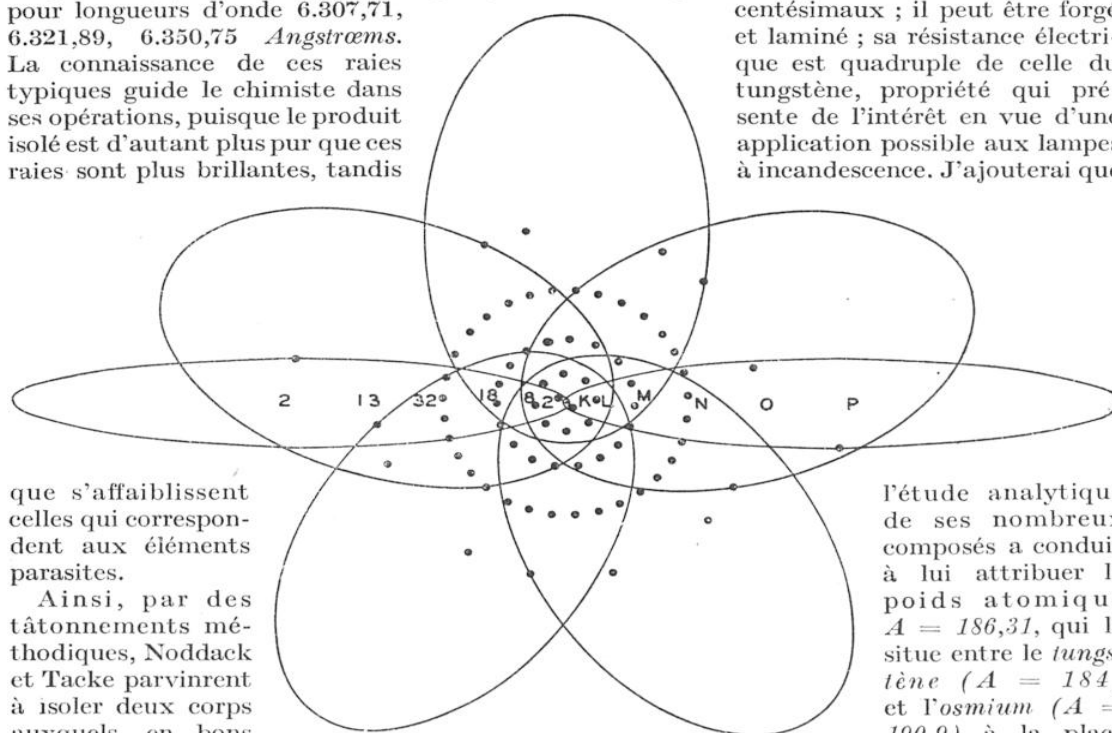


FIG. 1. — LE SPECTRE D'ARC DU RHÉNIUM COMPORTE DEUX GROUPES DE TROIS RAIES (A B C DANS L'ULTRA-VIOLET, A₁ B₁ C₁ DANS L'INFRAROUGE)

manganèse et, opérant par concentrations croissantes, finirent par obtenir des liqueurs où l'existence des corps nouveaux se révélait par l'analyse spectrale. Le plus abondant de ces corps était caractérisé, dans le spectre d'arc de la figure 1, par deux *triplets* (c'est-à-dire par deux groupes de trois raies), l'un, dans l'ultra-violet, correspondant aux longueurs d'onde 3.451,88, 3.460,47, 3.464,72 *Angströms* (1); l'autre, dans le rouge, ayant pour longueurs d'onde 6.307,71, 6.321,89, 6.350,75 *Angströms*. La connaissance de ces raies typiques guide le chimiste dans ses opérations, puisque le produit isolé est d'autant plus pur que ces raies sont plus brillantes, tandis

1 gramme en 1929, et, dès 1930, on envisageait une production annuelle de 120 kg. Par une évolution inverse, le prix du gramme de rhénium passait de 250.000 francs en 1928, à 12.500 francs en 1929 et à 75 francs en 1930.

Cette production presque massive a permis de déterminer avec précision les propriétés chimiques et physiques du nouveau corps. Son point de fusion, un peu inférieur à celui du tungstène, est voisin de 3.167 degrés centésimaux; il peut être forgé et laminé; sa résistance électrique est quadruple de celle du tungstène, propriété qui présente de l'intérêt en vue d'une application possible aux lampes à incandescence. J'ajouterai que



que s'affaiblissent celles qui correspondent aux éléments parasites.

Ainsi, par des tâtonnements méthodiques, Noddack et Tacke parvinrent à isoler deux corps auxquels, en bons Allemands, ils donnèrent les noms de *rhénium* et de *masurium*, afin de rappeler que le Rhin et les lacs Masuriens forment les deux limites de leur patrie. Acceptons avec sang-froid cette protestation contre le corridor polonais, en ne retenant que le côté scientifique de cette belle découverte. La présence des deux nouveaux éléments a été signalée dans une centaine de minéraux, mais le masurium s'y trouve toujours dans un état d'extrême rareté; le rhénium, au contraire, est plus abondant. Aussi, s'attaquant de préférence à ce nouveau corps, les chimistes allemands réussirent à en isoler des quantités croissantes: en 1927, 2 milligrammes de rhénium avaient été obtenus à l'état pur; la quantité s'éleva à 120 milligrammes en 1928, à

l'étude analytique de ses nombreux composés a conduit à lui attribuer le poids atomique $A = 186,31$, qui le situe entre le tungstène ($A = 184$) et l'osmium ($A = 190,9$) à la place indiquée par le numéro atomique $N = 75$ (1). On croit même savoir que les 75 électrons plané-

FIG. 2. — REPRÉSENTATION DE L'ATOME DE RHÉNIUM, AVEC SES SIX COUCHES D'ÉLECTRONS ET LES TRAJECTOIRES ELLIPTIQUES DES SEPT ÉLECTRONS « DE VALENCE »

taires qui tournent autour du noyau positif, comme le représente la figure 2, se distribuent en six couches superposées, comprenant respectivement, à partir de l'intérieur, 2, 8, 18, 32, 13 et 2 électrons, dont 7, représentés dans le schéma ci-dessus, de l'atome de rhénium, par leurs trajectoires elliptiques, sont des « électrons de valence ».

Quant à son confrère, moins connu, le masurium, il convient de lui attribuer le numéro atomique $N = 43$, avec un poids atomique intermédiaire entre ceux du molybdène ($A = 96$) et du ruthénium ($A = 101,7$).

(1) Il contient, en réalité, deux isotopes, dont les poids atomiques sont 185 et 187.

(1) L'« Angström » vaut 1 dix-millionième de mm.

Une nouvelle méthode analytique par les rayons X

Ces résultats ont été confirmés par l'emploi d'une méthode qui a donné, depuis quelques années, des résultats assez intéressants pour qu'il soit utile d'en exposer le principe. On sait que, lorsque les rayons X, produits par le choc des rayons cathodiques contre une anticathode *A* (fig. 3), puis étroitement délimités par des diaphragmes *DD'*, sont reçus sur un cristal *C*, ils se *diffractent*, c'est-à-dire qu'une partie du rayon *AX* est renvoyée dans une direction *CY* qui dépend de la fréquence vibratoire *f* du rayonnement utilisé, et qui permet de mesurer cette fréquence (1) ; de cette propriété résulte la possibilité d'analyser un spectre de rayons X, comme on analyse, avec un spectroscopie et un réseau, un spectre lumineux. Ce spectre contient un certain nombre de radiations, qui dépendent de la matière formant l'anticathode *A*, et qui la caractérisent bien mieux que le spectre lumineux ne caractérise le corps qui l'émet, grâce à une loi remarquable découverte par le physicien anglais Moseley.

Pour comprendre le sens de cette loi (justifiée d'ailleurs par des considérations théoriques qui n'ont pas leur place ici), reportons-nous à la courbe de la figure 4 ; les divers points marqués sur cette courbe ont été obtenus en portant verticalement (suivant les ordonnées) le numéro atomique *N* des divers corps simples placés sur l'anticathode, et horizontalement (suivant les abscisses), la racine carrée $\sqrt{f}$ de la fréquence des rayons X correspondant à une radiation déterminée.

Comme on le voit immédiatement, tous ces points se placent sur une ligne droite. Dès lors, si on a affaire à un élément nouveau, comme le rhénium ou le masurium, une opé-

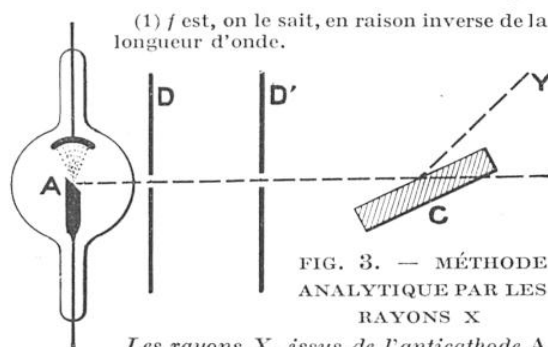


FIG. 3. — MÉTHODE ANALYTIQUE PAR LES RAYONS X

Les rayons X, issus de l'anticathode *A* et délimités par les diaphragmes *D D'*, sont diffractés par le cristal *C* dans une direction *CY*, qui dépend de la fréquence des vibrations, fonction elle-même de la nature de l'anticathode *A*.

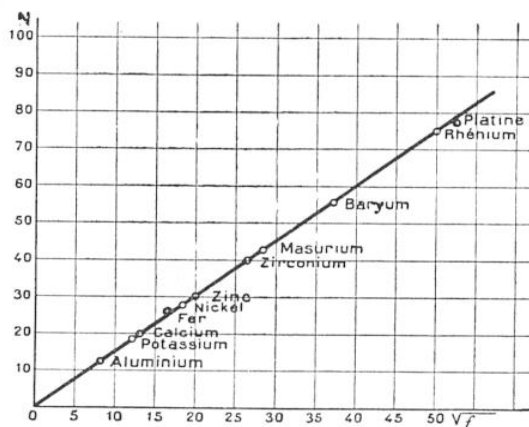


FIG. 4. — SI L'ON PORTE EN ORDONNÉES LES NUMÉROS ATOMIQUES *N* DES ÉLÉMENTS ET EN ABCISSES LA RACINE CARRÉE DE LA FRÉQUENCE DES RAYONS X CORRESPONDANT À UNE VIBRATION DÉTERMINÉE, ON OBTIENT UNE LIGNE DROITE (LOI DE MOSELEY)

ration simple permettra d'en déterminer le numéro atomique ; il suffira d'en couvrir, même par une pellicule mince, la surface de l'anticathode *A* et de mesurer la fréquence *f* du rayonnement X ; cette mesure fixera la position, sur la droite, du point correspondant à ce nouvel élément, et, par suite, la valeur de *N* sera déterminée. Appliquée aux nouveaux métaux, cette méthode a bien donné les valeurs 43 et 75, de telle sorte que l'identité de ces éléments est désormais incontestable.

Ainsi, abstraction faite des cases vides 85 et 87, la liste de Mendeleef est désormais complète (1). Est-ce à dire qu'il ne reste plus de corps simples à découvrir ? Pas nécessairement. L'uranium, de numéro atomique 92, qui termine actuellement cette liste, n'en est peut-être pas le dernier terme ; en tout cas, on ne connaît pas de raison qui s'oppose à l'existence d'atomes plus pesants. La loi de Mendeleef n'est peut-être elle-même, comme beaucoup d'autres, qu'une vérité partielle et révisable. Pour l'instant, la découverte de nouveaux éléments semble peu probable ; si elle se produit, elle nous conduira à modifier profondément nos idées directrices ; mais la route du progrès scientifique est jonchée des débris des vieux systèmes ; suivant la belle parole de Duclaux, c'est parce qu'elle n'est jamais sûre de rien que la science avance toujours.

L. HOULLEVIGUE.

(1) L'élément 87 aurait été découvert récemment en Amérique, par deux savants, Papish et Wainer, de l'Université Cornell.

UN CHEF-D'ŒUVRE D'EXPLOITATION INDUSTRIELLE ET AGRICOLE : LES INDES NÉERLANDAISES

Par G. ANGOULVANT

GOUVERNEUR GÉNÉRAL HONORAIRE DES COLONIES

L'Exposition coloniale vient de fermer ses portes. Elle nous a permis, surtout, de comparer les méthodes en usage dans les différents pays colonisés par les différentes nations, et de juger de leur valeur par leurs résultats. A ce point de vue, les Indes Néerlandaises constituent un démonstratif exemple et un merveilleux modèle d'exploitation coloniale. Java, Sumatra, Bornéo, la Nouvelle-Guinée sont la base même de la prospérité hollandaise. Si les Pays-Bas connaissent l'admirable essor qui marque leur développement économique depuis le début du siècle, c'est aux applications scientifiques qu'ils le doivent. Elles ont permis d'utiliser notamment deux des matières premières les plus précieuses du monde : le pétrole, le caoutchouc. Pays de faible étendue, la Hollande a su, cependant, par une organisation rationnelle, toujours en liaison avec le progrès moderne, donner à ces îles de la Sonde, — qui représentent, à elles seules, la moitié de l'Europe (sauf la Russie), — une place prépondérante dans l'économie du monde. L'Européen qui débarque à Batavia, est tout d'abord frappé par l'organisation scientifique qui se manifeste de toutes parts, sous forme de laboratoires scientifiques, où de nombreux chercheurs consacrent leurs travaux aux richesses naturelles du sol : riz, thé, caoutchouc, café, tabac, sucre, quinquina, kapok, poivre, etc... Et ceci explique cela : un rendement agricole vraiment remarquable dans toutes ces belles possessions néerlandaises. Le domaine des industries minérales, pourvues de l'outillage le plus perfectionné, réalise également un excellent rendement, qui domine toute la production : pétrole, charbon, étain en constituent les éléments fondamentaux. Plus de 5 millions de tonnes de produits pétrolifères sont exportés chaque année ; près de 2 millions de tonnes de charbon et 36.000 tonnes d'étain sont extraits annuellement de l'empire colonial néerlandais. (Ces statistiques se rapportent à l'année 1929.) Le gouverneur général Angoulvant, l'une des personnalités qualifiées qui connaît le mieux le domaine colonial hollandais, a bien voulu en exposer ici la prestigieuse situation.

LA Hollande, nation petite si l'on ne considère que son territoire, mais grande par son histoire et forte des admirables qualités de ses fils, possède, à trente jours de ses ports maritimes, un empire asiatique d'une étendue égale à la moitié de l'Europe moins la Russie, soixante fois plus grande, par conséquent, que sa métropole et huit fois plus peuplée.

Si la progression de la natalité ne décroît pas dans l'archipel, et surtout à Java, où la densité de la population dépasse parfois cinq cents habitants au kilomètre carré, et si l'humanité ne subit pas sur les confins du Pacifique des cataclysmes dévastateurs, la Hollande verra, dans un demi-siècle, doubler le nombre de ses sujets, qui atteindra alors les cent millions.

L'archipel aux milliers d'îles comprend,

à côté de Java, grande seulement comme le tiers de la France, mais plus peuplée qu'elle, et parvenue à un rare degré de développement, de vastes territoires insulaires comme Sumatra, qui a l'étendue de Madagascar et dont la mise en valeur est déjà fortement amorcée ; comme Bornéo et la Nouvelle-Guinée, qui offrent, à l'action méthodique et tenace des Hollandais, un champ magnifique, et, à leur colonisation, des perspectives d'avenir presque infinies. Ils ont devant eux plus de cinquante ans d'efforts à fournir pour lesquels rien ne leur manquera, ni la main-d'œuvre des réservoirs humains de Java et du Sud de la Chine, ni le capital international attiré par les profits déjà réalisés, ni l'expérience acquise au cours des trois derniers siècles.

C'est dans l'organisation agricole que les

Hollandais ont vraiment affirmé leur maîtrise incontestable. Qu'il s'agisse du régime agraire, ou de celui de la main-d'œuvre, de l'irrigation, des services agricoles officiels et des stations d'essais privées, il n'y a que des éloges à leur distribuer. Le régime foncier, tout en consolidant les droits de jouissance perpétuelle et héréditaire des indigènes, préserve ceux-ci de l'usurier arabe ou chinois et de l'accapareur européen, en laissant à l'Etat le domaine éminent qu'il n'aliène jamais. Le régime agraire empêche également la création de « latifundia » (1) en n'autorisant que des locations de plus ou

privées, entretenues exclusivement aux frais des planteurs et industriels syndiqués, et dont le fonctionnement appelle une admiration sans réserve. On s'explique, dans ces conditions, l'énorme développement de l'agriculture indigène et européenne qui produit la presque totalité du quinquina, du poivre et du kapock de la consommation mondiale, une bonne partie de celle du sucre, du caoutchouc et du coprah, et, bientôt, de l'huile de palme, au détriment de notre Afrique-Occidentale enlisée dans des méthodes archaïques.

Qu'il s'agisse des mines, des forêts, de l'élevage, on retrouve les mêmes méthodes



LA RÉCOLTE DU RIZ, PRÈS DE MAOS, DANS L'ÎLE DE JAVA

moins longue durée, toujours à titre onéreux. L'irrigation indigène et celle d'Etat se développent concurremment. La main-d'œuvre indigène et les employeurs sont judicieusement protégés par une réglementation minutieuse.

Quant au secret de la réussite des Hollandais, il est très simple.

Ce sont des esprits avant tout épris de méthode ; ils ont horreur de l'improvisation, du système D si en honneur chez nous ; ils croient à la science dont ils ont fait la servante de l'agriculture et de l'industrie, celles-ci s'étant mises d'elles-mêmes à la remorque de la science, et ils font un large emploi de techniciens bien rétribués et considérés. Les Services agricoles d'Etat, consacrés à la science abstraite, et solidement organisés, documentent, instruisent, vulgarisent et préparent la voie aux stations d'essais

(1) Grandes propriétés territoriales.

rationnelles et les mêmes heureux résultats.

En deux mots, les causes du succès des Hollandais peuvent être résumées ainsi :

*Des disciplines scientifiques remarquables ;
Une discipline individuelle et collective
dans l'application des disciplines scientifiques.*

Une organisation agricole parfaite

Les services administratifs et techniques centraux sont groupés à Buitenzorg, à 55 kilomètres de Batavia, autour du jardin célèbre du même nom. Ils comprennent : une inspection des cultures indigènes, qui a grandement contribué à accroître le rendement des plantations des autochtones ; un établissement d'enseignement agricole supérieur destiné à former les moniteurs dont a besoin l'inspection ; un bureau de statistique qui, par ses publications, guide les recherches des services techniques ; un bureau

d'économie agricole qui, par ses études sur les grandes cultures dans le monde, est appelé à éclairer les techniciens ; un institut de phytopathologie, qui étudie les maladies cryptogamiques et veille à ce que l'on n'introduise pas, avec les semences, des maladies de plantes ; une station expérimentale qui a pour objectif de fournir des renseignements scientifiques et de se livrer à des essais d'ordre pratique, et qui comprend des laboratoires d'agrogéologie, de microbiologie, de botanique et de chimie ; un jardin de culture et un jardin de sélection ; des plantations du gouvernement pour le quinquina

à titre onéreux, des analyses. Elle coûte, en réalité, peu de chose.

Par contre, des stations d'essais privées, c'est-à-dire créées et entretenues par les planteurs syndiqués, sont nombreuses et relèvent d'un même organisme, le « Syndicat général agricole », qui dispose d'un budget annuel de deux millions et demi de florins, soit 17 millions de francs. Je me bornerai à citer les principales :

La station d'essais de l'A. V. R. O. S., à Médan, qui a pour but l'étude approfondie de toutes les cultures sur la côte est de Sumatra : la station pour le thé à Buitenzorg ; les sta-



RÉCOLTE DE LA CANNE À SUCRE DANS L'ÎLE DE JAVA

avec station d'essais à Tjinjroan, d'hévéas et de gutta-percha ; l'Institut botanique de Buitenzorg, dont fait partie le jardin botanique du même nom avec le jardin de montagne de Tjibodas, l'herbarium et le musée pour la botanique systématique, le laboratoire botanique, le musée et le laboratoire zoologique, le laboratoire pour l'exploration de la mer à Batavia ; des publications annuelles dont certaines en trois langues.

Mais le gouvernement concentre de plus en plus son activité dans l'entretien d'institutions consacrées à la science pure, abstraite, dans les services et laboratoires de Buitenzorg. En dehors d'eux, le gouvernement ne possède plus que la station d'essais de Tjinjroan, près de Bandoeng, à 1.800 mètres d'altitude, qui est rattachée à la plantation de quinquina et qui a pour objet de se livrer à toutes investigations utiles et d'effectuer,

tions pour le caoutchouc (culture et préparation) à Buitenzorg ; la station de Malang, pour l'étude scientifique des cultures des montagnes, principalement le café et le caoutchouc ; la station de Besoeke (île de Java), pour les cultures du tabac indigène et du caoutchouc ; la station pour le tabac indigène à Soerakarta ; la station de Déli, près de Médan, pour le tabac de cape, culture qui est un monopole de Sumatra.

L'Institut du sucre est un modèle du genre

Mais la reine des stations d'essais est l'Institut du sucre, à Pasoeran.

Dans sa forme actuelle, il date de 1904 ; il comprend trois sections : culture, chimie et industrie. Les recettes sont constituées par une redevance à l'hectare payée par les planteurs syndiqués et par les produits

des analyses et des ventes de boutures. Malgré la crise, son budget atteint encore 1.200.000 florins, soit 8.400.000 francs.

Les régions sucrières sont divisées en inspections dont les chefs, par leurs déplacements constants, maintiennent une liaison étroite entre les exploitants et l'Institut. Ils veillent à l'exécution des instructions impératives et minutieuses de l'Institut sur le choix des engrais, l'emploi des espèces, les procédés culturels et de fabrication. Ils rendent compte des résultats obtenus et apportent leurs propres suggestions.

Qu'il s'agisse de statistiques, de cultures, d'analyses ou de dessins techniques, il est fait un large emploi des indigènes, qui démontrent quel parti on peut tirer de leur intelligence et de leur travail patient et minutieux. Certains laboratoires ne comptent qu'un Européen ou deux, mais ceux-ci ont sous leurs ordres vingt à trente indigènes.

L'Institut possède une carte géologique de Java, ainsi qu'un relevé, par parcelles, de la composition des sols en production et de ceux en repos temporaire par suite de la rotation triennale, et aussi de ceux qu'il serait possible d'utiliser.

Ainsi documenté par le premier service, un deuxième étudie les engrais complémentaires qu'il faudra employer dans chaque parcelle déterminée. Un troisième recherche, étant donnés ces deux premiers éléments, les meilleurs procédés culturels et s'efforce de produire les hybrides qui résisteront le mieux à la maladie et donneront le plus grand rendement ensuite. Les sortes ainsi obtenues sont ensuite vulgarisées d'office. On a examiné près de quatre mille sortes et, il y a quelques années, on en a trouvé une nouvelle dont le rendement a dépassé tout ce que l'on avait obtenu jusque-là.

Mêmes méthodes dans la fabrication.

Chaque usine a son laboratoire en liaison avec les laboratoires de l'Institut.

Un bureau d'ingénieurs recherche les améliorations à apporter à l'outillage et peut sur l'heure dresser, pour chaque nouvelle usine, un projet faisant état des derniers perfectionnements.

Un bureau de statistiques où les machines à calculer, utilisées par des indigènes, fonctionnent électriquement, établit les moyennes qui permettront de tenir au courant les exploitations sucrières des résultats de leur gestion et de ceux des autres, et de rectifier les points faibles de leurs propres culture et fabrication.

Les résultats d'un tel effort sont-ils vraiment tangibles ? Il n'est pas possible d'en douter quand on considère la progression des rendements en sucre à l'hectare, obtenus depuis près d'un siècle. C'est ainsi que la production est passée de 1 tonne et demie à l'hectare en 1831 à 14-15 en 1929, alors qu'on

n'obtient que 14 tonnes à Hawaï, 6 tonnes seulement au Queensland, 3 tonnes à Cuba et 2 tonnes et demie en Louisiane.

Je ne m'étendrai pas sur les autres stations d'essais, sinon pour attester le caractère pratique de leurs recherches. Pour le thé, on a étudié, par exemple, les meilleurs modes d'emballage ; pour le caoutchouc, les meilleurs coagulants, les machines à presser les plus parfaites, les emballages les plus sûrs.

Sans doute, un tel effort coûte très cher. Mais les résultats obtenus compensent largement les sacrifices consentis par les planteurs. Quant au gouvernement, les services de vulgarisation et d'inspection, ainsi que les laboratoires et les jardins d'essais, consacrés à la science pure, qu'il entretient, exigent plus de 100 millions, auprès desquels les crédits des budgets de nos colonies font

PRODUITS	Quantité en tonnes	Valeur par millions de florins (1)	Quote-part des entreprises maritimes	Quote-part des indigènes
Sucre.....	2.946.440	312	99 %	1 %
Caoutchouc.....	261.494	233	64 %	36 %
Produits du cocotier..	—	116	10 %	90 %
Tabac.....	73.750	86	94 %	6 %
Thé.....	72.450	86	78 %	22 %
Café.....	80.702	68	31 %	69 %
Poivre.....	28.447	49	1 %	99 %
Manioc (cossettes et tapioca).....	»	21	14 %	86 %
Fibres textiles d'agave.	56.686	21	100 %	zéro
Produits de kapok....	»	16	4 %	96 %
L'huile du palmier et graines d'éleis.....	»	12	100 %	zéro
Écorce de quinquina..	10.296	9	100 %	zéro
Noix d'arec.....	46.689	9	zéro	100 %

(1) Le florin vaut 7 francs.

TABEAU MONTRANT LA PART TRÈS IMPORTANTE DE LA PRODUCTION INDIGÈNE DANS LA PRODUCTION TOTALE DE PRODUITS VÉGÉTAUX DES INDES NÉERLANDAISES

triste figure ; mais ces dépenses ont leur contre-partie, car recettes et dépenses s'équilibrent, dans les ressources tirées des plantations de caoutchouc et de quinquina, et de l'exploitation des forêts. Et c'est ce que je vais examiner maintenant.

Les plantations de caoutchouc du gouvernement, réparties dans les différents districts de Java, ont, dans une certaine mesure, contribué au développement de la culture de l'hévéa ; car beaucoup d'expériences pré-

c'est elle qui entretient la station d'essais dont j'ai déjà parlé. Elle rapporte net, par an, près de 7 millions.

Les grands produits végétaux

Grâce à leurs institutions scientifiques, telles qu'aucun pays au monde ne peut en montrer de semblables, les Indes néerlandaises devaient tenir une place importante dans l'économie mondiale, et le tableau ci-dessous démontre notamment le rang qu'elles



PRÉPARATION DU CAOUTCHOUC SUR LA CÔTE EST DE L'ÎLE DE SUMATRA

cieuses y ont été faites en collaboration avec les stations d'essais ; mais elles constituent, avant tout, une affaire commerciale dont l'organisation est, autant que possible, semblable à celle d'une affaire privée.

Il existe aussi, à Jipitir (île de Java), une plantation de gutta-percha, dont les récoltes sont satisfaisantes.

Mais c'est surtout la plantation de quinquina de Tjinjiroan qui offre le plus d'intérêt au point de vue financier.

Elle comprend 1.000 hectares et est cependant loin de constituer un monopole, puisqu'elle fonctionne à côté de cent trente plantations privées, mais elle est la plus importante et fournit 10 % de la production, et

occupent parmi les pays producteurs de matières premières végétales.

En 1929, les Indes néerlandaises ont fourni :

- 93 % de la production mondiale en quinquina ;
- 78 % de la production mondiale en kapok ;
- 70 % de la production mondiale en poivre ;
- 29 % de la production mondiale en caoutchouc de plantation ;
- 16 % de la production mondiale en sucre de canne.

Et elles ne sont encore qu'à l'aurore de leurs destinées. Java, seule des îles de l'Archipel, semble avoir atteint son plein développement et ne plus pouvoir réaliser que

des progrès continus, mais lents. Par contre, Sumatra, triomphe de la colonisation européenne, ne voit l'effort — un effort international — ne porter sur sa mise en valeur que depuis une quarantaine d'années ; et la mise en valeur de Bornéo et de la Nouvelle-Guinée est à peine amorcée. La Hollande a donc encore devant elle une tâche immense dont l'accomplissement, malgré la vitesse acquise et les énormes moyens d'action dont elle dispose, peut absorber son activité pendant un demi-siècle.

Java est la vieille colonie, surpeuplée presque à l'excès, où la main-d'œuvre est abondante et peu onéreuse, où il est difficile, à moins qu'on ne construise auparavant de grands et coûteux travaux d'irrigation, de trouver encore des terrains pour des usines à sucre nouvelles, et où l'on doit se contenter d'améliorer ce qui existe. Sumatra, au contraire, grande comme les quatre cinquièmes de la France, n'a que neuf millions d'habitants, clairsemés sur une aussi vaste superficie, et d'ailleurs travailleurs inhabiles et paresseux. Force a été de recourir largement à l'immigration. Il y a en permanence, à Sumatra, rien que dans le gouvernement de la Côte orientale, plusieurs dizaines de milliers de Chinois et plus de cent mille Javanais, population délicate à manier et qui coûte cher, étant données les précautions minutieuses imposées par le gouvernement pour son recrutement, son hygiène, son hospitalisation et son rapatriement.

Le tableau page 112 montre éloquemment l'importance comparée de la colonisation européenne et de la production indigène. En 1929, la valeur totale de l'exportation des produits agricoles se montait à 7 milliards 500 millions, la part des grandes entreprises européennes s'élevant à 63 % et celle de la population indigène, à 37 %.

Sans entrer dans le détail de chaque culture, voici leurs principales caractéristiques.

Les grandes cultures des Indes néerlandaises

Canne à sucre. — Les Indes néerlandaises, et plus particulièrement Java, sont, avec les Indes anglaises, les plus grands producteurs de sucre de l'Extrême-Orient. Grâce à la discipline imposée par l'Institut de Pasouran, culture et fabrication sont conduites avec une méthode scientifique remarquable, dans des exploitations d'une étendue parfois considérable. La superficie consacrée à la canne a quintuplé depuis 1840, employant actuellement près de 150.000 ouvriers et près de 5.000 Européens, soit 12 % de la

la population européenne de la région.

Le caoutchouc. — Il n'est pas de culture qui se soit développée plus rapidement que celle de l'hévéa, surtout à Sumatra ; plus de 5 milliards de capitaux, d'origine internationale, y ont été engagés. La même rigueur scientifique que pour la culture de la canne à sucre domine la culture de l'hévéa. Aussi, les plants obtenus par la sélection donnent-ils deux ou trois fois autant de caoutchouc que l'ancien mélange de variétés. Les indigènes se sont mis également à cultiver l'hévéa. La production de leurs exploitations familiales, inférieure, il est vrai, en qualité et qu'il faut purifier et standardiser à Singapour, a même atteint la moitié de la production européenne, plus onéreuse comme prix de revient. Aussi le développement des plantations indigènes inquiète-t-il à bon droit les entreprises européennes, car il est un obstacle à une restriction volontaire généralisée qui, seule, permettrait le relèvement indispensable des cours.

Tabac. — Cette culture est pratiquée à la fois à Java, par les indigènes qui produisent du tabac commun, et sur la côte orientale de Sumatra, à Déli, dans des exploitations européennes qui, sur un sol exceptionnellement riche, et sous un climat particulièrement favorable, produisent un tabac de bel aspect dit de cape, pour le revêtement des cigares, et qui constitue un quasi monopole.

Café. — L'ancien café de Java (Arabica), qui joua un rôle si important au siècle précédent, a été presque entièrement détruit par la maladie des feuilles. Le café qui, de nos jours, est le plus cultivé, est le Robusta, importé d'Amérique en 1901. C'est une espèce productive, peu sensible à la maladie des feuilles, et n'exigeant pas beaucoup du sol, mais dont la qualité est loin d'égaler celle de l'Arabica. Il est, en grande partie, cultivé par les indigènes.

Thé. — Le thé est cultivé surtout à une altitude de 700 à 2.000 pieds ; il exige une grande abondance de pluies. L'espèce dont la production a assuré le développement des entreprises est l'Assam, amélioré par des sélections et dont l'arome est fort agréable. L'exportation a quintuplé depuis 1910. Le capital engagé atteint presque le milliard et les Indes néerlandaises paraissent être, compte tenu du sol, du climat, de la main-d'œuvre et de la direction scientifique, le pays où la culture du thé est le plus susceptible de s'étendre, sans craindre la surproduction, puisque la consommation ne cesse de s'accroître dans le monde.

Le cacaoyer et le cocotier se développent

également exploitations indigènes, mais c'est surtout le *palmier à huile*, cultivé méthodiquement avec des espèces sélectionnées et traité dans des usines fort bien outillées, qui s'est développé et est appelé à un brillant avenir, si toutefois la crise des matières grasses, provoquée par l'abondance des huiles de poisson, n'en restreint pas l'extension actuelle.

Le manioc est une plante très importante pour les indigènes, d'abord comme plante alimentaire, et ensuite comme plante commerciale, dont les tubercules sont traités par les Chinois et les indigènes dans des fabriques fort simples où elles sont converties en plaques séchées (cossettes). On les traite aussi dans les grandes fabriques européennes pour obtenir le produit connu sous le nom de « perles », farine de tapioca, etc.

Le kapok est surtout cultivé dans les petites plantations indigènes, mais on le récolte aussi dans quelques grandes exploitations européennes. On emploie la fibre principalement pour bourrer les ceintures de sauvetage et les matelas, tandis qu'avec les graines on fait une bonne huile et que le déchet constitue un excellent engrais.

L'agave est cultivé à la fois par les Européens et les indigènes, et sa fibre est employée dans la fabrication des cordages.

Les essences à parfum, pour lesquelles on utilise principalement la citronnelle.

Les épices, dont il n'y a plus guère d'exploité que le poivre, dont la culture se

trouve presque entièrement entre les mains des indigènes.

Le riz constitue l'aliment principal de la nourriture indigène. A Java et à Madoura, sa culture couvre plus de la moitié de la superficie des terres des autochtones. La production s'élève à environ 3 millions et demi de tonnes de riz décortiqué. Cependant cette

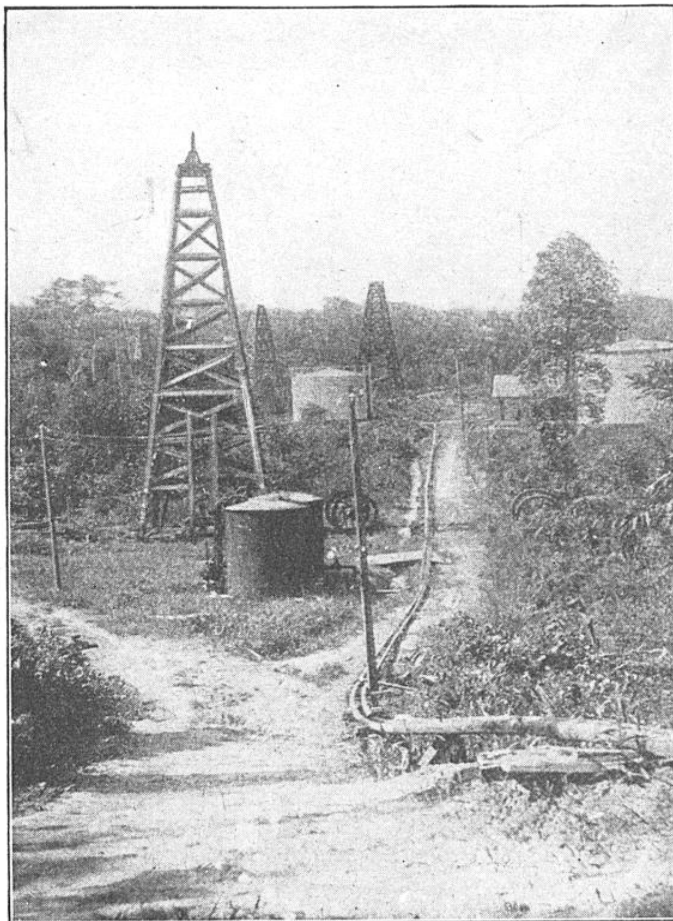
quantité n'est pas suffisante pour les besoins locaux, et on est obligé, chaque année, d'en importer environ 200.000 tonnes. Toutefois, comme le riz de Java est de qualité supérieure, il y a exportation de riz contre importation de riz indochinois, d'une moindre valeur.

Grâce aux efforts du gouvernement, par l'extension et l'amélioration du système d'irrigation, grâce aussi au fumage à l'aide d'engrais chimiques et à la propagation des variétés les plus productives, la culture du riz a fait de grands progrès. Cette production atteint, à Java, par hectare,

1.700 kilogrammes environ de riz décortiqué, quantité qui n'est dépassée qu'en Espagne, au Japon et en Italie.

Le maïs est, à côté du riz, l'aliment indigène le plus important et même, dans certaines régions très sèches, l'aliment principal. Il occupe environ un quart des cultures indigènes et on en exporte 200.000 tonnes par an.

L'élevage. — Bien que ce soit l'agriculture qui tienne le premier rang aux Indes néerlandaises, l'élevage du bétail n'y est pas négligé ; son but principal est l'élevage des bêtes de



EXPLOITATION DE PÉTROLE A TARAKAN (BORNEO)

trait ; l'élevage des animaux de boucherie est d'une importance beaucoup moins grande.

Forêts, industries et mines

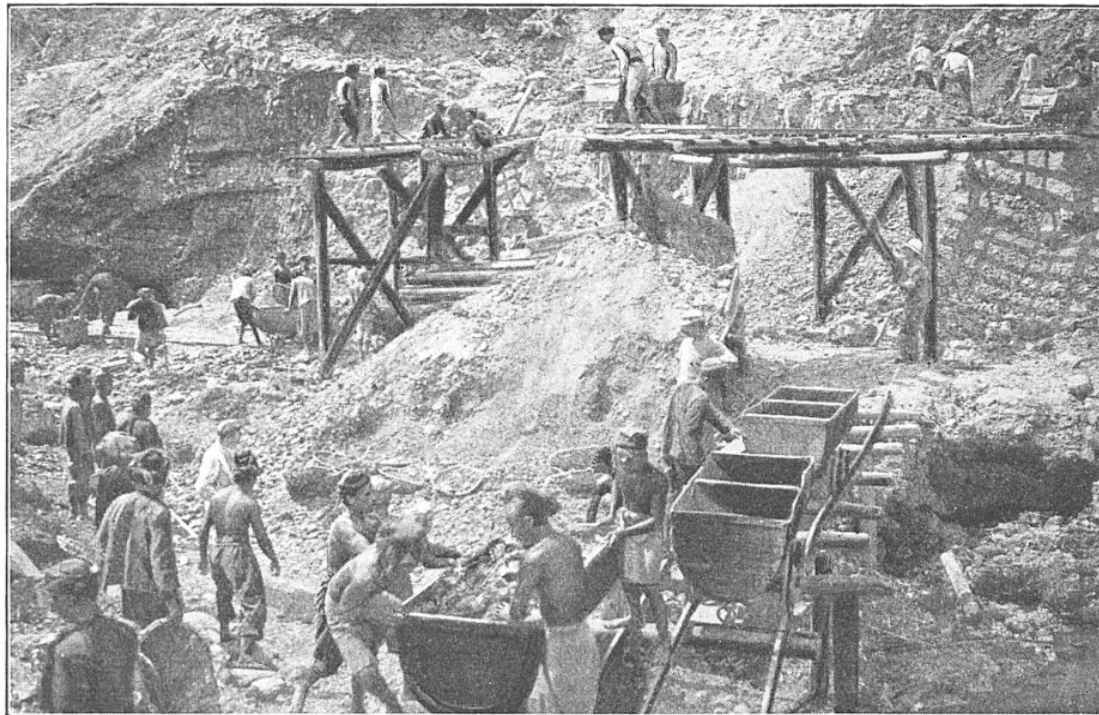
Depuis plus de quatre-vingts ans, des agents forestiers expérimentés exercent leur activité à Java, assurant la préservation des bois sauvages et contrôlant l'exploitation des forêts de teck (djati).

Le teck fait l'objet d'une exploitation méthodique, principalement d'État, et dont

perficie, dans les possessions extérieures. Une station d'essais est installée à Buitenzorg.

Quant à l'industrie, elle est surtout extractive et s'intéresse principalement au pétrole, au charbon et à l'étain ; on peut encore citer les huileries, savonneries, usines à décortiquer le riz, fabriques de papier.

La presqu'île de Malacca et les îles qui en sont le prolongement produisent la moitié de l'étain du monde. Aux Indes néerlan-



A DERIAN (SUMATRA), EXPLOITATION A CIEL OUVERT D'UN GISEMENT DE HOUILLE

les revenus, qui atteignent plus de 50 millions de francs, compensent la majeure partie des dépenses des services agricoles. On procède constamment à de nouvelles plantations, car l'âge convenable pour l'abatage étant de quatre-vingts ans, il est nécessaire de préparer l'avenir. La superficie des forêts de teck dépassait, en 1929, 776.700 hectares.

Quant aux bois sauvages, ils sont surtout réservés, moins pour la valeur de leur produit que pour l'influence hydrologique qu'ils exercent ; et, dans ce but, on reboise sans cesse les montagnes dénudées. L'abatage n'a lieu que sur autorisation et sous la surveillance du service forestier.

Ils couvrent 1.650.000 hectares à Java et 120 millions d'hectares, soit 68 % de la su-

daïses, on l'exploite dans l'île de Banka, en régie d'État, et dans l'île de Biliton, en association entre l'État et des particuliers, et à Singakep, par l'entreprise privée, mais partout selon la méthode la plus scientifique et la plus intensive. Il a été extrait, en 1929, 36.000 tonnes d'étain dont 32.000 à Banka.

Le charbon est exploité par le gouvernement en partie au moyen de la main-d'œuvre pénale, à Ombilin, près de Padang, également près de Palenbang, toujours à Sumatra, et dans une île au large de Bornéo ; il existe aussi des houillères exploitées par l'initiative privée et qui extraient presque la moitié du tonnage de l'État. On estime les gisements de charbon à 6 milliards de tonnes ; l'extraction a été, en 1929, de

1.700.000 tonnes, dont un million par l'État.

Mais c'est surtout l'industrie du pétrole qui a pris un développement extraordinaire à Bornéo, Sumatra et Java. Il serait trop long d'en retracer l'histoire, aussi agitée que jeune. Je me bornerai à dire qu'au point de vue de la valeur argent, les huiles minérales et leurs sous-produits constituent, au même titre que la canne à sucre, la principale richesse d'exportation des Indes néerlandaises (plus de 5 millions de tonnes en 1929). Cette

ingéniosité, fut certainement parmi les meilleures de l'Exposition.

Mais la crise, qui ébranle les entreprises les plus solides jusque dans leurs fondements, dans le monde tout entier, a atteint gravement les Indes néerlandaises, semant les ruines comme dans la vieille Europe et le Nouveau Monde. Il ne pouvait en être autrement. Les affaires coloniales, plus jeunes et plus fragiles que les autres, devaient davantage souffrir. Mais j'ai une



EXTRACTION DE MINÉRAIS D'ÉTAIN, A BANKO (SUMATRA)

industrie est entre les mains de la Royal Dutch, de la Standard Oil et de quelques petites sociétés indépendantes.

De cet exposé, forcément succinct, de l'activité économique des Indes néerlandaises se dégage une impression de méthode, de discipline et de puissance. La foule, qui s'est pressée dans le magnifique pavillon de l'Exposition coloniale, reconstruit dans des conditions extraordinaires de rapidité, après l'incendie qui a détruit le premier édifice et ses merveilleuses collections, en partie reconstituées grâce au dévouement patriotique de tous, a certainement eu le sentiment qu'elle avait devant elle la synthèse d'une des plus grandes œuvres de colonisation du monde. La présentation, d'une rare

confiance absolue dans le redressement des Indes néerlandaises, pour les raisons mêmes de leur succès : les disciplines scientifiques par lesquelles leurs techniciens arriveront à réduire les prix de revient, la discipline qu'observeront les producteurs dès que les techniciens auront commandé. La colonisation hollandaise s'adaptera, si c'est nécessaire, à un nouvel état de choses, je veux dire aux nouveaux prix imposés à la production. Elle s'adaptera plus rapidement qu'ailleurs, et mieux que quiconque, elle trouvera, là encore, la récompense de ses méthodes. Et puis n'est-elle pas placée sous la belle devise qui, sous le Lion néerlandais, figure dans les armes de la métropole : « Je maintiendrai. »

G. ANGOULVANT.



VOICI UNE EXPLOITATION D'ALLUVIONS ANCIENNES, PAR LA MÉTHODE HYDRAULIQUE, A LA MINE D'OR DE LA GRANGE, PRÈS DE WEAVERVILLE, EN CALIFORNIE (ÉTATS-UNIS)

Chacun des moniteurs hydrauliques, gigantesques lances d'arrosage de 25 centimètres de diamètre, débite plus de 50 mètres cubes d'eau par minute. Sous ces puissants jets d'eau, le gravier se désagrège et est entraîné jusqu'aux « sluices » où l'or se dépose.

L'EXTRACTION MODERNE DE L'OR

Par J. ORCEL

DOCTEUR ÈS SCIENCES
ASSISTANT DE MINÉRALOGIE AU MUSÉUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS

Les méthodes d'extraction de l'or, purement physiques tant qu'il s'agissait de récupérer le précieux métal des alluvions où il se trouve disséminé à l'état libre, se sont peu à peu modifiées au fur et à mesure que les gisements exploités renfermaient l'or sous une forme de plus en plus complexe. Ces méthodes font aujourd'hui appel à des procédés chimiques (amalgamation au mercure, traitement au cyanure de potassium), qui assurent à l'extraction aurifère le maximum de rendement. Par ailleurs, les appareils de broyage, de lavage et de criblage ont subi des perfectionnements importants au cours de ces dernières années. Notre collaborateur, spécialiste averti dans ce domaine, qui a déjà exposé ici (1) l'état actuel des gisements aurifères dans le monde, nous montre comment les progrès de la technique permettent aujourd'hui de traiter les minerais d'or dans les meilleures conditions d'exploitation (outillage mécanique, main-d'œuvre, prix de revient).

Les divers minerais d'or peuvent être classés en deux grandes catégories : les alluvions et les filons, auxquelles correspondent deux classes de procédés de traitement. Ces procédés se sont progressivement compliqués ; car, à mesure que l'exploitation des gisements avance, les minerais deviennent de plus en plus complexes et difficiles à extraire. Pour les alluvions, comme pour les filons, nous décrirons donc les méthodes de traitement dans leur ordre chronologique, en insistant sur les plus modernes.

Comment on traite les alluvions

Le plus ancien appareil de lavage est certainement la *batée*. La plus simple est la batée chinoise, formée de quatre petites planchettes en bois dur, assemblées en forme de prisme, dont l'angle au sommet est de 140° environ. La *batée nègre* (fig. 1) est en forme de cône très aplati, de 30 à 70 centimètres de diamètre. On la charge d'alluvions, qu'on remue dans l'eau pour les débourber ; puis on lui fait subir des mouvements giratoires et des secousses, qui éliminent les parties légères, jusqu'à ce qu'il ne reste plus que le sable noir et l'or.

Le *pan américain* est une sorte de cuvette en fer, ayant la forme d'un tronc de cône, et dont le fond présente, près des bords, une rainure semi-circulaire, afin de retenir les parcelles d'or.

Tous ces appareils ne servent plus, depuis longtemps, qu'à terminer un lavage au

sluice, ou bien à estimer la teneur d'une alluvion ou d'un filon de quartz à or libre, à défaut d'analyse chimique.

Pour opérer sur de plus grandes quantités de sables, on utilise le *sluice*. C'est un canal rectangulaire en bois, incliné, composé de plusieurs boîtes en planches s'emboîtant les unes dans les autres (fig. 2), et dont le fond est muni de dispositifs ou arrêts transversaux (tasseaux de bois appelés *rifles*), capables de retenir l'or à mesure que les matières étrangères qui l'accompagnent sont entraînées par l'eau. La longueur du sluice est donc fonction de la quantité d'eau nécessaire à l'entraînement des alluvions, c'est-à-dire de la grosseur des cailloux qu'elles renferment et de la proportion des matières à débourber. Certains dépassent ainsi 100 mètres.

Dans beaucoup de cas, on place du mercure derrière les rifles pour amalgamer l'or fin. Un sluice usé doit toujours être brûlé, car il contient de l'or logé dans les fentes du bois, parfois en quantité suffisante pour payer un sluice neuf.

Un perfectionnement remarquable, apporté aux sluices par des ingénieurs russes, consiste à employer un « rifle » constitué par des fils métalliques de 3 millimètres de diamètre, espacés de 6 à 7 millimètres, et qui crée de petits tourbillons éminemment favorables au captage de l'or. La longueur totale du sluice ne dépasse pas 3 à 4 mètres. Ce système de sluice permet de laver 15 mètres cubes, soit environ 30 tonnes, en dix heures de travail. Contrairement aux anciens

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 160, page 297.



FIG. 1. — A GAUCHE, BATÉE NÈGRE ; A DROITE, BATÉE CHINOISE POUR LE LAVAGE DES ALLUVIONS AURIFÈRES

sluices encombrants et lourds (leur poids atteignait quelques dizaines de tonnes), le poids de ce nouveau sluice ne dépasse pas 300 kilogrammes ; il peut donc être facilement déplacé et servir à faire des prospections « payantes ». La quantité d'eau, conditionnée par la quantité d'argile contenue dans les sables à laver, ne saurait dépasser 2 à 3 mètres cubes par tonne d'alluvions, ce qui est un sérieux avantage dans les pays secs. Enfin, l'emploi de ces appareils a montré qu'ils retiennent 95 % de l'or contenu dans les sables lavés, alors que les installations les plus parfaites d'anciens sluices ont un rendement maximum de 80 %. Dans ce cas, le traitement d'alluvions renfermant 0 g 5 par tonne devient possible. En parlant de cette invention (1), M. Laffitte faisait ressortir l'avantage qu'on aurait à employer ce système de sluice dans les rivières de France, dont un si grand nombre sont aurifères, telles que la haute Garonne, l'Allier, l'Aude, l'Isère, etc., qui charrient, au minimum, 1 g 5 d'or par tonne. Avec le sluice en question, en prenant 30 tonnes par jour et en acceptant la teneur de 1 g 5, on obtient 45 grammes d'or par jour, soit une recette de 675 francs. Trois personnes étant suffisantes pour alimenter le sluice, on voit l'intérêt que présente son emploi, qui permettrait de voir renaître, chez nous, l'intéressant métier d'orpailleur.

Les premières tentatives d'exploitation des alluvions aurifères par *dragues* ne sont guère anciennes ; on n'en a pas d'indication avant 1865. Leur emploi n'a commencé à devenir général que vers 1885 ; mais c'est seulement vers 1894 qu'apparaissent les dragues perfectionnées. Les organes essentiels d'une drague moderne sont les suivants : la coque, la chaîne à godets, le trommel, les tables de récupération de l'or, l'élévateur ou *stacker*, les pompes et le treuil de papillonnage (fig. 3).

À l'avant de la coque est ménagée une cavité appelée *puits*, dans laquelle se trouve l'*élinde*, poutre qui porte la *chaîne à godets*. La forme des godets doit être

(1) Conférence faite à la Chambre syndicale des Ingénieurs.

assez évasée pour permettre à l'alluvion, le plus souvent argileuse, de bien se décoller au moment où ceux-ci se renversent sur le tourteau supérieur, au-dessus du *trommel* ; sans cette précaution, on repasserait toujours la même alluvion. La contenance des godets varie de 75 à 100 litres. En sortant des godets, les alluvions tombent dans le trommel débourbeur, large caisse cylindrique, ou tronconique, en tôle perforée, tournant autour de son axe légèrement incliné sur l'horizontale. La surface perforée du trommel est fortement irriguée à l'intérieur et même, parfois, à l'extérieur. Son diamètre varie de 1 m 50 à 2 mètres et sa longueur de 4 à 8 mètres ; il tourne à la vitesse de 8 à 10 tours par minute. Les sables, qui ont traversé les trous du trommel, sont assez fins et bien délayés pour passer sur les *tables de récupération*. Ces tables sont en tôle et ont une surface étagée (3 étages au moins). Elles sont recouvertes de tapis de coco et de métal déployé, qui arrêtent l'or et les sables noirs. La récupération sur ces tables peut atteindre le taux remarquable de 90 et même 95 %.

Les stériles, provenant des couches d'alluvions situées au-dessus de la couche aurifère, ne passent pas sur certaines dragues par le trommel et les tables. On les fait tomber directement des godets sur un transporteur à courroie, ou métallique, qui les porte à l'élévateur de queue. L'élévateur de queue, ou *stacker*, évite l'ensablement de la drague, quelle que soit sa position. Il est constitué par une courroie en caoutchouc se déplaçant sur des galets ou rouleaux ; la poutre qui la soutient est placée en porte à faux à l'arrière de la drague, et s'en écarte de 8 à 20 mètres. La vitesse du *stacker* doit être plus grande que celle des godets de la drague.

Pour manœuvrer une drague, on la fait pivoter au moyen de câbles fixés sur le rivage, en lui imprimant un mouvement alternatif pour que les godets puissent attaquer les différentes parties du gravier. On donne à ce mouvement le nom de *papillonnage*.

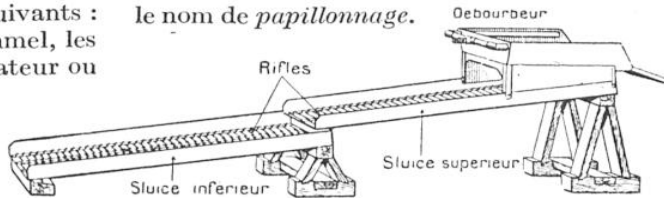


FIG. 2. — SCHÉMA D'UN « SLUICE », COMPOSÉ DE BOITES EN BOIS S'EMBOITANT LES UNES DANS LES AUTRES

Les « rifles » (tasseaux de bois) retiennent l'or, tandis que les matières étrangères sont entraînées par un courant d'eau.

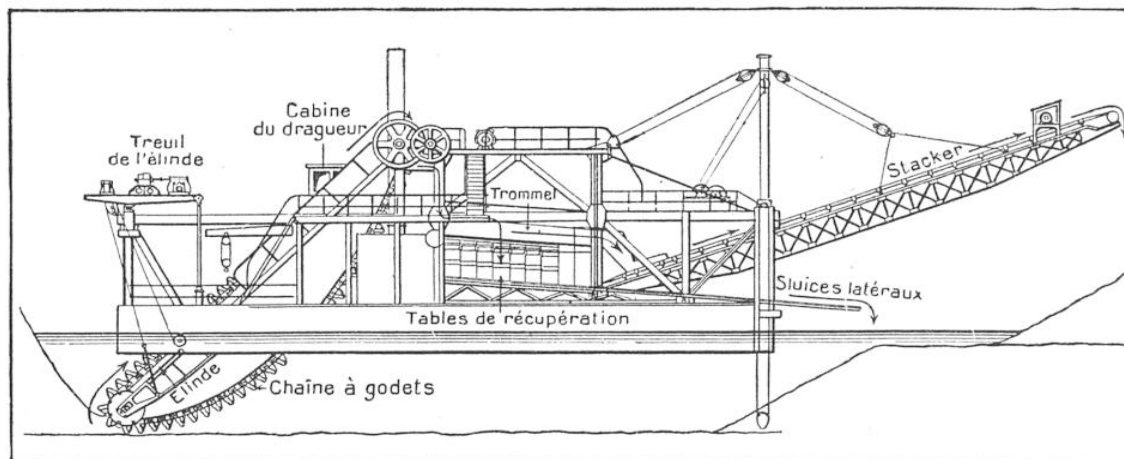


FIG. 3. — SCHÉMA D'UNE DRAGUE POUR L'EXPLOITATION DES ALLUVIONS AURIFÈRES

L'exploitation des alluvions congelées

Il peut arriver, en Sibérie et dans l'Alaska, que l'on ait à exploiter des alluvions congelées. Il est à remarquer, tout d'abord, qu'il est possible d'exploiter ces alluvions en souterrain, au-dessous des parties stériles, car, d'une part, ces terrains sont imperméables aux eaux de surface et, d'autre part, le remblayage devient ainsi inutile ; on peut même supprimer le boisage. La principale méthode de dégelage employée est celle dite des « pointes ». De la vapeur, fournie par une chaudière portable, circule dans des tuyaux aboutissant à un tube terminé en pointe. On enfonce la pointe à mesure que le dégelage se produit, et on allonge les tuyaux qui amènent la vapeur. On peut ainsi foncer des puits assez profonds et creuser des galeries d'abatage. Les parties non dégelées, situées entre celles qui ont subi l'action des pointes, se détachent facilement au pic. Les alluvions extraites pendant l'hiver sont stockées dans des silos et lavées au sluice pendant l'été.

De puissants jets d'eau désagrègent les alluvions anciennes

Les alluvions anciennes, telles que celles des anciens chenaux aurifères de la Californie, ont été exploitées par la méthode hydraulique. On utilise pour cela le *moniteur hydraulique* (fig. 4), qui n'est autre qu'une gigantesque lance d'arrosage. C'est un tuyau recourbé autour d'une genouillère, qui lui

permet de prendre différentes positions ; son embouchure a 0 m 10 à 0 m 25 de diamètre et peut envoyer 40 à 50 mètres cubes d'eau par minute. La masse d'eau qui sort du moniteur, attaque les alluvions à flanc de coteau, sur 40 à 60 mètres de haut. Si elles sont durcies, on y creuse

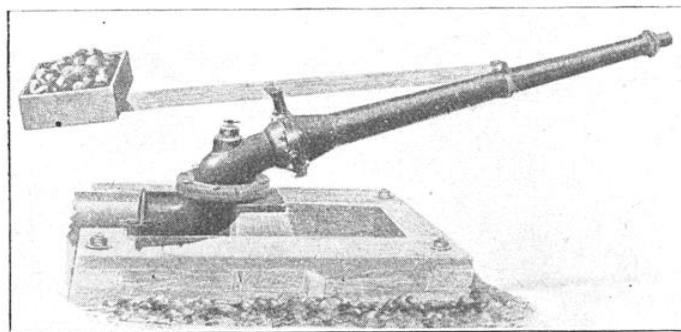


FIG. 4. - MONITEUR HYDRAULIQUE, GIGANTESQUE LANCE D'ARROSAGE POUVANT DÉBITER PLUS DE 50 MÈTRES CUBES D'EAU PAR MINUTE, UTILISÉ POUR DÉSAGRÉGER LES ALLUVIONS ANCIENNES, AVANT LEUR TRAITEMENT POUR L'EXTRACTION DE L'OR

des tunnels et on ménage latéralement des chambres de mines que l'on fait sauter. Le torrent de graviers désagregés est dirigé jusqu'aux sluices, dans une tranchée creusée au milieu du rocher. La longueur totale de ces sluices peut dépasser 1 kilomètre. Pour employer cette méthode, il faut, évidemment, avoir à sa disposition une grande quantité d'eau. En Californie, tout un sys-

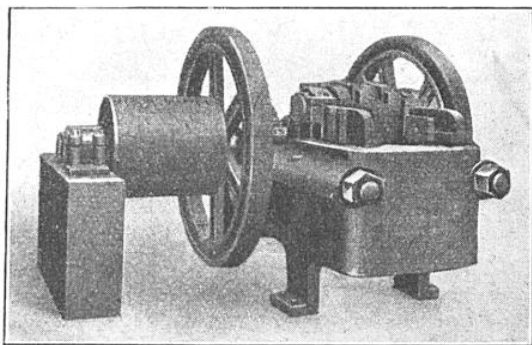


FIG. 5. — VUE D'UN CONCASSEUR A MACHOIRES POUR LE TRAITEMENT DES FILONS DE QUARTZ A OR LIBRE

tème de digues et d'aqueducs permettait d'utiliser l'eau des rivières Yuba, American, Feather, etc., et de les diriger sur les exploitations. Les réservoirs de ces rivières avaient ensemble une capacité de 2.500 millions de mètres cubes.

Comment on exploite les filons de quartz à or libre

Les anciens exploitèrent uniquement des filons de quartz à or libre, les plus souvent visibles ou situés au voisinage de zones à or visible. N'ayant aucun appareil de broyage, ils brisaient les blocs avec des masses de fer et les réduisaient ensuite en poudre fine sur des meules en pierre dure.

Une autre méthode primitive de broyage et d'amalgamation, qui fut en usage au Mexique pendant plus de trois cents ans, est celle qui utilisait l'*arrastra*. L'*arrastra* était composée de quatre meules plates, se déplaçant sur une piste circulaire de 3 à 6 mètres de diamètre, pavée de grosses pierres cimentées entre elles. Ces quatre meules (pesant chacune environ 300 kilogrammes) étaient mises en mouvement par un manège à chevaux ou une roue hydraulique. Le quartz, déjà grossièrement concassé, est introduit sur la piste avec un peu d'eau, pour former une pulpe liquide, sur laquelle on répand du mercure au cours de l'opération. Le rendement des *arrastras* est remarquable, même avec certains minerais pyriteux.

Les méthodes modernes d'exploitation mettent en jeu toute une série d'appareils perfectionnés ; nous nous bornerons à indiquer le principe des plus usités et des plus caractéristiques d'entre eux. Le traitement comprend les phases suivantes : concassage, broyage, amalgamation et concentration :

cette dernière opération s'impose dans le cas de minerais déjà plus complexes, renfermant de la pyrite de fer.

Il est toujours nécessaire de briser les gros blocs qui viennent de la mine, avant de les broyer en particules fines. Cette opération s'appelle le *concasage*. Un triage préalable ne joue qu'un rôle très restreint dans le cas des quartz aurifères, l'or étant généralement invisible. On emploie généralement, pour cette opération, les concasseurs à mâchoires (fig. 5 et 6).

Le *broyage* est la réduction du minerai en parties fines. L'appareil le plus usité aujourd'hui est encore le *pilon et son mortier*. On donne le nom de *bocard* à une batterie de pilons (fig. 7 et 8). Les mortiers sont en fonte dure ; ils pèsent environ 2 à 3 tonnes, leur base étant très épaisse (10 à 15 centimètres), pour recevoir les choes. Les pilons (de 400 à 500 kilogrammes généralement), le plus souvent au nombre de cinq et munis d'une base (sabot) en acier chromé, frappent sur cinq dés en acier chromé, à base carrée, leur faisant face, et reposant sur le fond du mortier. Les parois du mortier sont protégées par des plaques d'acier ; les tiges des pilons sont mises en mouvement à l'aide d'un arbre à cames. La sortie du minerai se fait à l'avant du mortier, à travers un tamis. On emploie aussi des bocards où chaque pilon de 900 kilogrammes possède son mortier. Le broyage se fait également dans d'autres appareils, appelés *moulins chiliens* (broyeurs à meules verticales (fig. 9) dérivant de l'*arrastra*) et *moulins Huntington*

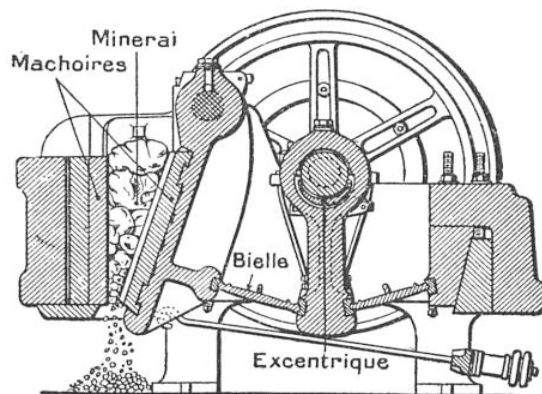


FIG. 6. — SCHÉMA D'UN CONCASSEUR A MACHOIRES, UTILISÉ POUR BRISER LES GROS BLOCS VENANT DE LA MINE D'OR

Les mâchoires du concasseur sont recouvertes d'une plaque d'acier au manganèse très résistant, dont l'épaisseur est fonction des dimensions que l'on désire obtenir pour le produit concassé.

(broyeurs à force centrifuge) (fig. 10). Les moulins chiliens sont actuellement très employés au Congo belge.

Les *tube-mills* (fig. 11) ont pris maintenant un grand développement ; ils complètent le travail des broyeurs, lorsque le minerai doit être cyanuré. Ce sont des tubes de fer garnis intérieurement de plaques de fonte dure, ou d'acier chromé, remplaçables après usure.

Le tube tourne autour de son axe placé horizontalement ; l'écrasement est produit à l'aide de galets de silex.

Le broyage s'exécute toujours dans un courant d'eau. Quand, exceptionnellement, on veut broyer à sec, il est préférable d'utiliser d'autres appareils, tels que les broyeurs à boulets.

On commence souvent l'*amalgamation* dans les appareils de broyage. Pour la produire, on fixe au mortier une plaque de cuivre amalgamée à l'avant, sous le tamis, et,

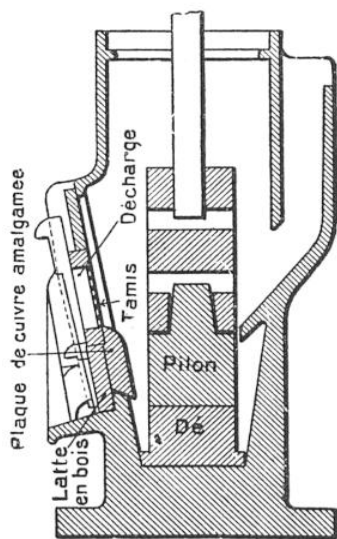


FIG. 7. — COUPE D'UNE AUGE DE BOCARD POUR LE BROYAGE DES MINERAIS AURIFÈRES

La base du pilon est en acier chromé, ainsi que le dé. L'amalgamation de l'or est commencée dans cet appareil même, grâce à une plaque de cuivre amalgamé supportée par une latte en bois.

souvent, une seconde plaque à l'arrière. Quand les mortiers n'ont pas de plaques, on peut y produire de l'amalgame en plaçant du mercure à l'intérieur ; il vient alors se loger dans des rainures ménagées le long des garnitures de protection. L'amalgamation se continue ensuite sur des plaques de cuivre posées sur des tables inclinées ayant la largeur de la batterie.

La récolte de l'amalgame déposé sur les plaques intérieures des mortiers se fait,

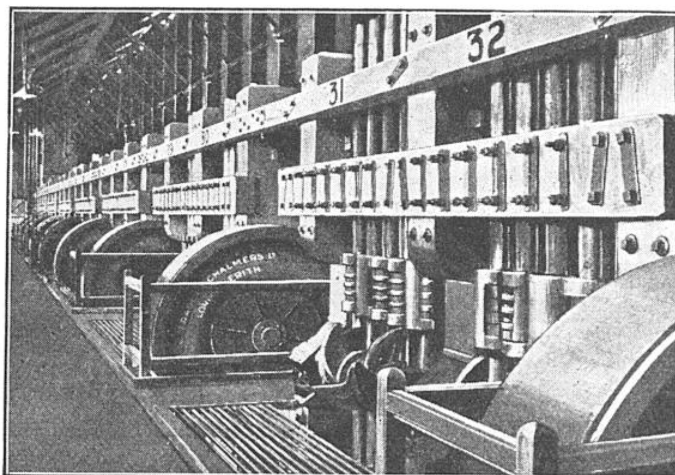


FIG. 8. — VUE INTÉRIEURE D'UNE BATTERIE DE PILONS COMPORTANT 300 UNITÉS, POUR LE BROYAGE DU MINÉRAI, DANS UNE MINE D'OR SUD-AFRICAINE

suivant la richesse des minerais, tous les quinze jours ou tous les mois, quand on nettoie complètement le mortier. Une fois par semaine, on récolte l'amalgame sur les plaques extérieures, en l'enlevant au moyen de grattoirs en acier ou en bois.

Revenons à la pulpe qui, sortie des tamis du bocard, s'échappe des plaques d'amalgamation ; elle contient toujours un peu d'amalgame et des globules de mercure. On a imaginé plusieurs appareils pour les retenir, mais le meilleur de tous est le *piège à mercure*. Il se compose d'une caisse en bois, ou d'un pot en fonte, que l'on place à l'extrémité inférieure de la plaque d'amalgamation. La pulpe tombe dans le piège et sort par un déversoir, en abandonnant les matières les plus lourdes qu'une ouverture fermée par un bouchon permet d'évacuer.

Dans les grandes usines où l'on a à manier des quantités importantes d'amalgame, on emploie un pan spécial (*clean-up-pan*) pour son nettoyage. L'amalgame liquide provenant du pan est porté sur une table spéciale de lavage placée dans un local fermé. On promène une lance donnant de l'eau sous pression à travers le liquide ; les matières étrangères montent à la surface, l'eau est siphonnée, et on enlève ces matières après lavages répétés avec une éponge ou un morceau de flanelle, jusqu'à ce que la surface du métal soit bien brillante. Ces écumes seront repassées au pan dans une nouvelle opération. Le mercure est comprimé sous l'eau, dans une peau d'agneau mégissée, bien mouillée. On ne cherche à obtenir que des

boules d'amalgame ne dépassant pas 1 kilogramme, car, au-dessus de ce poids, il est impossible d'exprimer la totalité du mercure. Le mercure résultant de la compression de l'amalgame renferme toujours une petite quantité d'or, qui n'est pas perdue, puisqu'elle reste dans le mercure en circulation.

Pour retirer l'or de l'amalgame, on opère par distillation dans des cornues en fonte hermétiquement fermées, appelées *retortes* ; la durée de l'opération varie avec le poids de la charge ; elle est généralement comprise entre deux et quatre heures. Une cornue peut durer trois ans.

L'éponge aurifère qu'on obtient dans la cornue est fondue dans un fourneau à vent. Le métal fondu est coulé dans des lingotières.

La *concentration* est la séparation, par ordre de densité, dans un courant d'eau, des particules du minerai pulvérisé. La nécessité d'une concentration ne se fait sentir qu'avec des quartz aurifères ne contenant plus uniquement de l'or libre, mais aussi des sulfures, le plus souvent de la pyrite aurifère. Elle se fait, soit dans des tamis ou des trommels, soit dans les *spitzkasten* (caisses pointues) utilisées dans le Harz, soit sur des *tables à secousses*.

Les minerais complexes exigent des traitements spéciaux

Il y a environ quarante ans, les minerais d'or étaient presque exclusivement traités par amalgamation. Beaucoup de gisements, dans lesquels le métal précieux se trouve dans des minerais non amalgamables, restaient inexploités. Mais, depuis les beaux résultats obtenus par la cyanuration au Transvaal (1889), l'industrie de l'or s'est complètement transformée.

C'est à 1888 que remonte la première tentative d'application du cyanure de potassium à la récupération de l'or dans les résidus de l'amalgamation, en se basant sur

la propriété que possède ce réactif de dissoudre le précieux métal.

Dans ce procédé, le minerai est mis en digestion dans une solution de cyanure de potassium. L'or est précipité des solutions cyanurées au moyen de copeaux de zinc. A la sortie des bacs de cyanuration, elles se rendent dans des cuves munies de filtres, puis dans des extracteurs, ou caisses en planches, renfermant des copeaux de zinc. La consommation totale de cyanure varie de 250 à 280 grammes par tonne de minerai et celle du zinc est d'environ 100 grammes.

L'or doit être raffiné

L'or obtenu par le travail des mines et des usines de traitement, s'appelle le *bullion* ; il est en lingots. Le raffinage comprend la *fusion* et le *départ*, ou séparation de l'or et de l'argent.

La *fusion* s'effectue dans des creusets de graphite, où l'on fait fondre, avant d'introduire le *bullion*, un peu de borax et de nitre, pour scorifier les terres. On élimine l'antimoine et l'arsenic en remuant le bain avec une barre de fer, puis on asperge le bain

avec du sel ammoniac et du sublimé corrosif ; les bas métaux disparaissent à l'état de chlorures. On coule la masse fondue dans des moules, et, avant refroidissement, on en détache les lingots que l'on nettoie au marteau.

La séparation de l'or (*départ*) peut se faire par plusieurs méthodes ; nous parlerons seulement de la méthode à l'acide nitrique. On procède d'abord à l'*inquartation*, ou fusion avec une proportion d'argent telle que l'or ne forme plus qu'un quart de l'alliage. Cette proportion est nécessaire à la dissolution complète de l'argent par l'acide nitrique. L'alliage fondu est versé doucement, pour qu'il prenne la forme granulée. Les granules sont chauffés, pendant plusieurs heures, avec de l'acide nitrique, dans des cuvettes de porcelaine ; l'argent, le cuivre, le zinc donnent des nitrates ; le précipité

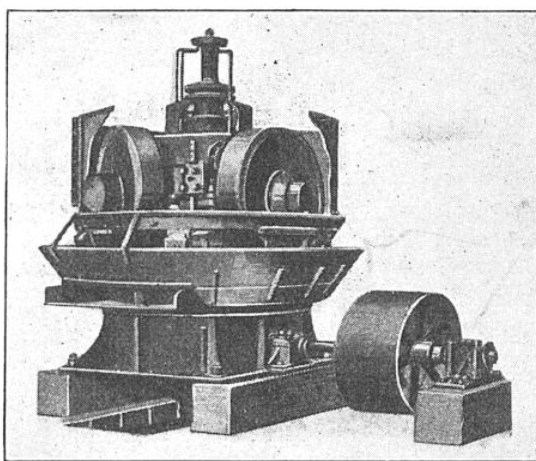


FIG. 9. — BROYEUR A MEULES VERTICALES, APPELÉ AUSSI MOULIN CHILIEN, POUR LE TRAITEMENT DES MINERAIS AURIFÈRES

Le poids total de la partie mobile, meules et accessoires, peut atteindre 10 tonnes, pour un diamètre de broyeur de 2 mètres.

d'or pulvérulent est lavé, séché, fondu et coulé en lingots, à 997 ou 998 millièmes.

L'or et ses alliages

Les usages de l'or sont bien connus. Les principaux sont les monnaies et l'orfèvrerie. Pour ces usages, il est nécessaire de l'allier à d'autres métaux, qui lui communiquent de la dureté ou changent sa couleur. Parmi les nombreux alliages que peut donner l'or avec les autres métaux, les seuls qui aient reçu une application industrielle sont ceux qu'il forme avec l'argent et le cuivre.

Alliages d'or et d'argent. — La couleur de ces alliages est variable, suivant la teneur en argent ; elle est :

Jaune ..	de 0 à 25 %	d'argent.
Verte ...	de 25 à 50 %	—
Blanche.	de 50 à 100 %	—

L'or vert, généralement employé, est à 30 % d'argent. Les titres légaux des alliages de joaillerie sont 0,92, 0,84 et 0,75 (18 carats). Les alliages monétaires sont au titre de 0,9, pour beaucoup de pays.

Alliages d'or et de cuivre. — Les alliages se ternissent à l'air, proportionnellement à la teneur en cuivre. Les alliages de bijouterie renferment 75 à 84 % et 92 % d'or ; les alliages monétaires sont à 90 %.

Alliages d'or, d'argent et de cuivre. — Ces alliages sont très employés pour les soudures (or : 63 à 43 % ; argent : 23 à 32 %) et la joaillerie (or : 30 à 50 % ; argent : 6 à 40 %). Les couleurs des principaux de ces alliages sont les suivantes :

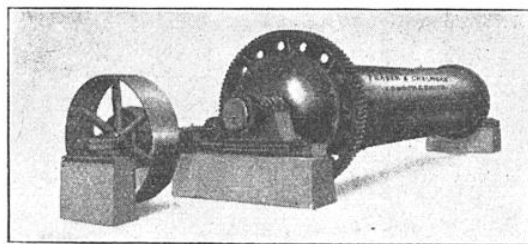


FIG. 11. - « TUBE-MILL », OU MOULIN HORIZONTAL, SERVANT A LA PULVÉRISATION DES MINÉRAIS AURIFÈRES DESTINÉS A ÊTRE CYANURÉS

L'écrasement du minerai est assuré par des galets de silex placés à l'intérieur du tube en fer, qui tourne autour d'un axe horizontal.

	Or	Argent	Cuivre
Jaune.....	1.000	»	»
Rouge	750	»	250
Vert	750	250	»
Rose	750	200	50
Or anglais jaune	750	125	125
— blanc	750	150	100
— très blanc..	750	190	60

Comme autres usages de l'or, citons les sels d'or pour la photographie, le filet d'or pour la porcelaine, l'or dentaire, autrefois à 22 carats, actuellement à 24 (100 %) pour être plus malléable. Certains sels d'or (notamment les thiosulfates) ont été préconisés récemment avec succès dans le traitement de la tuberculose, par injections hypodermiques.

* * *

Nous avons vu, au cours de cet exposé, comment les méthodes primitives d'exploitation de l'or se sont progressivement modifiées, à mesure que les gisements mis en œuvre renfermaient l'or sous une forme de plus en plus complexe et, par suite, difficile à traiter. Les grands gisements sont extrêmement localisés, et il est vraisemblable que les plus importants d'entre eux sont déjà connus. Que deviendra la production mondiale de l'or quand ils s'appauvriront ? La nécessité rendra les inventeurs ingénieux, et ils pourront se rappeler qu'il reste encore à leur disposition l'or contenu en quantités infinitésimales dans l'eau de la mer (30 milligrammes par tonne) ; il constitue, d'après une évaluation de M. L. de Launay, une réserve totale de 7.500.000 milliards de francs, le calcul étant fait en réduisant, par prudence, la teneur à 0 mg 3 par tonne. Nous terminerons sur cette vision audacieuse, qui paraît actuellement bien chimérique.

J. ORCEL.

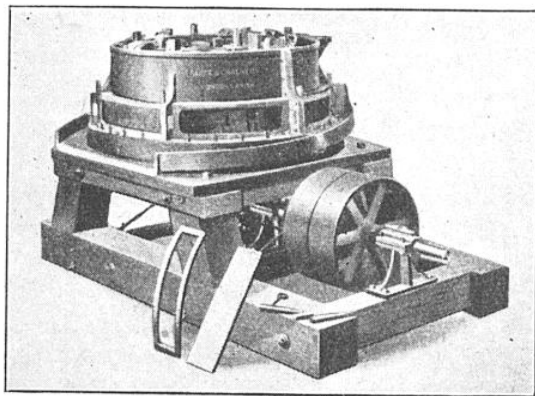


FIG. 10. — VUE D'ENSEMBLE D'UN BROYEUR A FORCE CENTRIFUGE, APPELÉ ÉGALEMENT « MOULIN HUNTINGTON », UTILISÉ POUR LE TRAITEMENT DES MINÉRAIS AURIFÈRES

Les minerais broyés sont entraînés, au fur et à mesure, à travers un tamis par un courant d'eau.

LE MOTEUR A HUILE LOURDE A CONQUIS LE VÉHICULE INDUSTRIEL

Par A. CAPUTO

Le moteur à huile lourde, genre Diesel, a conquis la traction industrielle et commerciale sur route (camions et cars). Désormais, les lourdes charges sont transportées rapidement — plus rapidement même que par voie ferrée — et à bon compte — au tarif égal et même inférieur à celui des chemins de fer — en utilisant notre magnifique réseau routier. Cette évolution marquée dans nos moyens de transport par « poids lourds » a, par contre, entraîné la multiplication des roues et des essieux (moteurs et porteurs). Mais son succès est dû surtout aux progrès techniques réalisés dans la fabrication des pneumatiques, car on peut affirmer sans exagération que ce succès de nos « poids lourds » rapides est, avant tout, le triomphe du « pneu ».

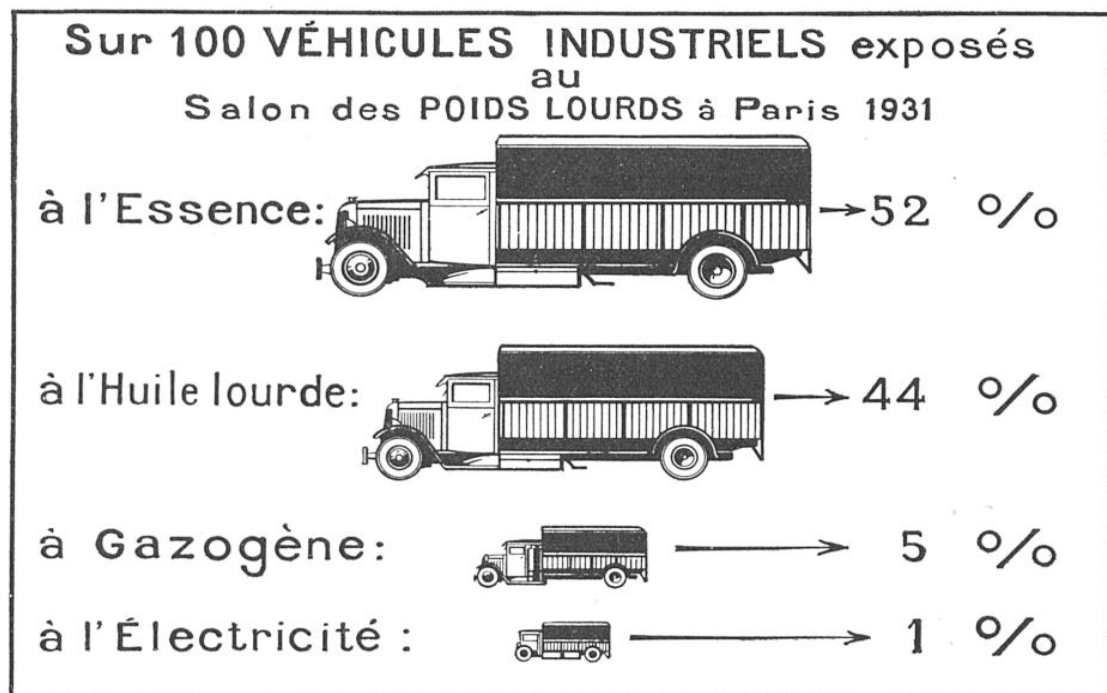
L'essor du moteur à huile lourde

Voici dix ans, le moteur à huile lourde, employé sous la forme de Diesel et de semi-Diesel dans l'industrie et la marine, parut aux techniciens spécialistes eux-mêmes inapplicable à la locomotion, en raison de son régime lent et, par suite, de son poids très élevé.

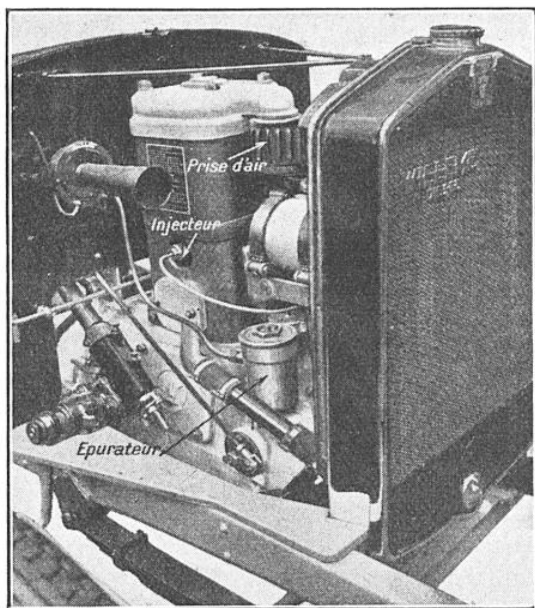
La combustion ne se déroulant pas avec

la rapidité de l'explosion, on doutait de pouvoir accélérer la vitesse de rotation du Diesel et de parvenir à en faire un *moteur léger*. Or, sur l'automobile, le « poids mort » doit être réduit au minimum.

Voici cinq ans, la confiance revint, et de nombreuses études furent poursuivies. On s'aperçut alors que, si le problème était difficile, sa solution n'était cependant pas impossible. Aujourd'hui, le Diesel rapide est



CE TABLEAU DU POURCENTAGE DES VÉHICULES INDUSTRIELS EXPOSÉS AU DERNIER SALON DE PARIS DÉMONTRE LE DÉVELOPPEMENT DU MOTEUR DIESEL SUR LES « POIDS LOURDS »



CE MOTEUR A COMBUSTION INTERNE, MONO-CYLINDRIQUE, POUR CAMIONNETTES, NE CONSOMME QUE SIX LITRES DE COMBUSTIBLE (HUILE LOURDE) AUX CENT KILOMÈTRES

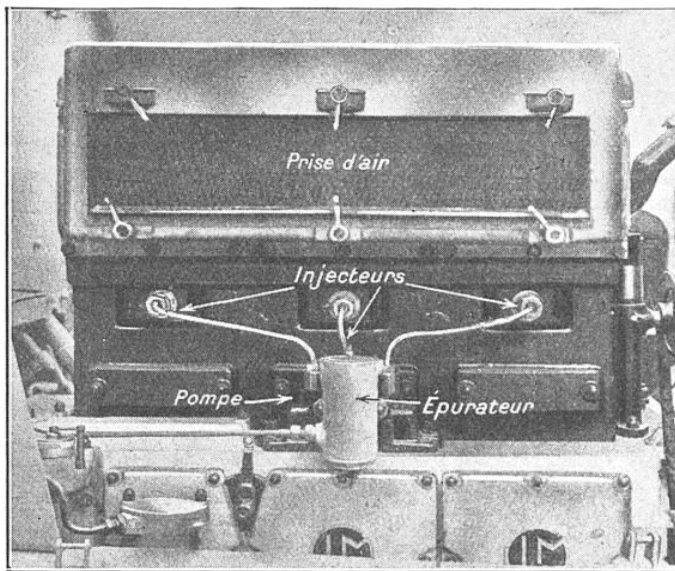
construit en série et il apporte une exceptionnelle économie dans les dépenses de combustible. Sans atteindre encore les régimes très élevés du moteur à explosions, le Diesel rapide tourne aisément à 1.500 et 1.800 tours à la minute. Son poids, de 9 à 10 kilogrammes par cheval, lui permet de figurer sur le camion sans faire preuve d'infériorité par rapport au prestigieux moteur à essence, tributaire d'un carburant très onéreux. En effet, alors que l'essence coûte de 1 fr 60 à 1 fr 80 le litre, le gas oil, de densité 0,870 — qualité courante — utilisé dans les Diesel rapides, coûte environ 600 francs la tonne au détail et 540 francs environ, quand il est acheté en grosse quantités. De plus, le rendement du moteur à huile lourde, en raison des compressions élevées qu'il autorise, est nettement supérieur au rendement du moteur à explosions.

En effet, tandis qu'un cheval-heure consomme, dans le moteur à essence, 240 à 300 grammes de carburant, selon les qualités

techniques du moteur, la même puissance est fournie par le moteur à huile lourde, avec 200 à 240 grammes de gas oil seulement. En moyenne, l'économie réalisée par l'emploi du gas oil est d'environ 60 %.

Par contre, les pièces du Diesel doivent être plus robustes que celles correspondantes d'un moteur à essence. On aura recours à des métaux spéciaux, à des traitements délicats, et la fabrication ne souffre aucune médiocrité, d'où une exécution plus chère. Certains accessoires, comme l'équipement électrique, doivent être de tout premier ordre. Car, si les départs sont aisés, il faut donner au moteur une impulsion vigoureuse et, par conséquent, disposer d'une batterie de grande capacité et bien rechargée. La majoration de prix du véhicule résultant de ces considérations, au même véhicule à essence, peut atteindre de 15 à 30 %.

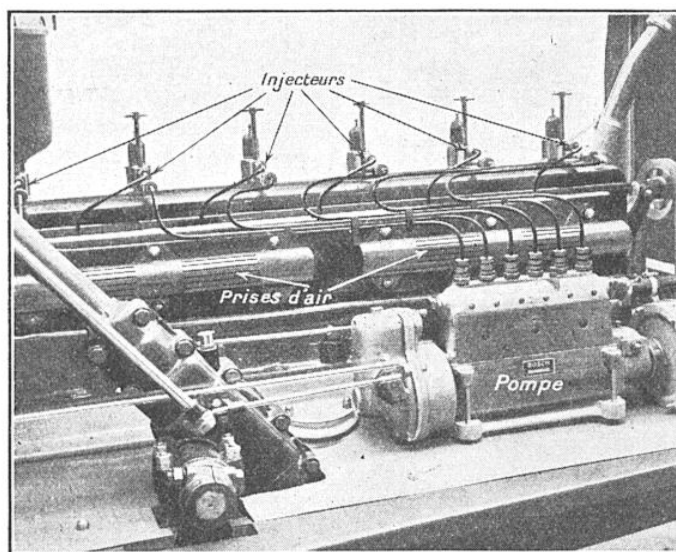
De plus, comme le moteur à huile lourde est, par son principe même, un moteur à haute pression, on pouvait redouter une fatigue rapide de ses organes. Grâce à une fabrication très soignée, aujourd'hui, certaine firme, qui a plus d'un millier de véhicules de ce genre en circulation, a pu enregistrer déjà des services de 70.000 à 80.000 kilomètres sans l'obligation de révisions onéreuses qui auraient contre-balançé désavantageusement le gain procuré par la meilleure utilisation d'un combustible bon marché. Evidemment, le Diesel rapide, s'il per-



CE DIESEL RAPIDE A TROIS CYLINDRES ET A DEUX TEMPS FOURNIT UN COUPLE MOTEUR AUSSI RÉGULIER QU'UN SIX CYLINDRES A QUATRE TEMPS

met de monter aisément les côtes et s'il répond bien à la demande d'un effort, n'a pas encore le fonctionnement très doux et silencieux du moteur à essence : il cogne et fume souvent aux reprises ; l'odeur de son échappement est assez désagréable ; son combustible, le gas oil, tache irrémédiablement les vêtements et les carrosseries. C'est là un obstacle sérieux pour son emploi sur les voitures de tourisme.

Néanmoins, il n'y a pas de raison pour que de nouveaux perfectionnements ne lui soient pas apportés et qu'il ne puisse bientôt rivaliser avec le moteur à essence, travaillé



DIESEL RAPIDE SIX CYLINDRES, QUATRE TEMPS, SANS SOUPAPES, POUR LES TRANSPORTS RAPIDES SUR ROUTE

par nos constructeurs d'automobiles depuis plus de quarante années.

Tout comme pour le moteur à essence, on utilise, avec le Diesel, les cycles à deux et à quatre temps. Le cycle à deux temps prend avec le Diesel un intérêt particulier, car on n'a pas à craindre de perte de gaz frais par l'échappement, le moteur n'aspirant que de l'air pur. On

ne saurait, actuellement, donner des précisions sur les formes de culasse répondant le mieux aux conditions les plus favorables à la combustion. Les formes étudiées sont très différentes : chambres de précombustion, chambres d'emmagasinement d'air,



CAMION DE 40 CH A SIX ROUES, DONT QUATRE MOTRICES

Les quatre roues motrices assurent une remarquable adhérence sur le sol, par suite de la souplesse avec laquelle elles « portent » sur le terrain, même très accidenté.

chambres à grande turbulence, chambres chaudes. L'examen de tous ces systèmes nous entraînerait trop loin.

Les roues multiples et les pneus géants

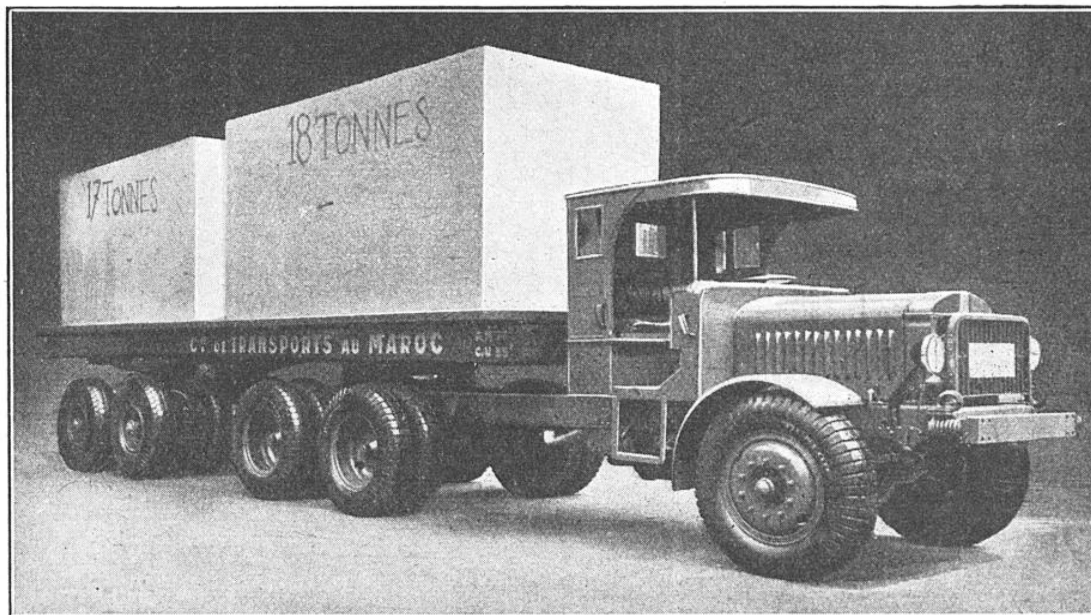
L'évolution des poids lourds vers une capacité de transport (charge utile) de plus en plus grande a entraîné l'augmentation du nombre de roues, du diamètre des pneus.

C'est ainsi que de nombreux châssis à six roues possèdent un ou deux essieux moteurs. De même, la combinaison du tracteur et de

C'est au progrès du pneu que l'on doit, d'ailleurs, la possibilité d'établir maintenant des services rapides de transports sur routes.

Voici quatre ans, nous possédions comme gros pneus des 185 millimètres gonflés à haute pression. Aujourd'hui, nous disposons de pneus de 230 millimètres et plus, gonflés à une pression moindre.

Deux constatations doivent être faites immédiatement : avec des 1.085×185 , par exemple, jumelés, le poids de l'essieu chargé ne devait pas dépasser 5.600 kilogrammes.



LES DIX-HUIT PNEUMATIQUES DE CE CAMION, QUI PÈSE À VIDE 14 TONNES, PERMETTENT LE TRANSPORT DE CHARGES POUVANT ATTEINDRE 35 TONNES.

la remorque est de plus en plus employée. Tracteur et remorque ont été conçus pour faciliter les transports qui nécessitent de longs chargements et déchargements. Ainsi, une remorque peut être en chargement et une autre en déchargement, tandis que le tracteur circule avec une troisième remorque. On économise ainsi deux camions et deux conducteurs.

Mais la route aurait souffert de l'augmentation de la vitesse, si les roues ne portaient pas régulièrement sur le sol. Les pneus géants et des dispositifs spéciaux ont résolu le problème.

On a pu voir, au dernier Salon, des trains de tracteurs et des remorques possédant jusqu'à dix-huit roues. L'un d'eux, qui pèse 14 tonnes à vide, peut transporter 35 tonnes, ce qui porte le train complet à 49 tonnes.

Avec des 42×9 , type courant maintenant, le poids de l'essieu en charge peut atteindre 9.100 kilogrammes (42×9 représentant des *inches*, soit la mesure anglaise correspondant à 0 m 025399 ; le 42×9 correspond donc, en millimètres, à $1.067 \times 228,6$).

Résultat : on peut normalement augmenter la charge. La pression de gonflage étant moins élevée, le pneu s'échauffe moins quand le véhicule roule vite. Avec des 185 gonflés à haute pression, on était obligé, après quelques centaines de kilomètres — et parfois moins — parcourus à grande vitesse, de renforcer la pression ou de la réduire, afin d'éviter l'éclatement. Avec des pressions relativement moins élevées, on peut rouler actuellement plus vite et sans crainte, à condition de respecter les conseils des fabricants pour le choix du pneu approprié à



GRACE AU CAMION RAPIDE, DES TRANSPORTS SUR ROUTE A GRANDE DISTANCE ET A GRANDE VITESSE SONT AUJOURD'HUI QUOTIDIENNEMENT EFFECTUÉS

la charge et pour sa pression normale de gonflage.

Résultat : *on peut normalement rouler plus vite*. Si l'on ajoute que les pneus à talons ont disparu et qu'on n'a plus à s'inquiéter des déjantages (avec les jantes à base creuse) ; que des pneus de poids lourds peuvent accomplir plus de 50.000 kilomètres, on admirera sans réserve les efforts des fabricants de pneus. Les techniciens du pneu ont même battu les techniciens de la mécanique. Le progrès du pneu est en avance sur le progrès de la mécanique.

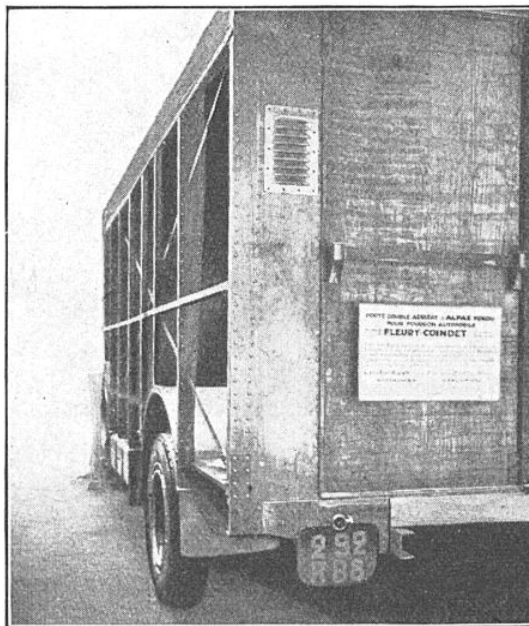
C'est ainsi que, maintenant, un camion de 20 ch, chargé de 5 tonnes de charge utile, peut soutenir, sur Paris-Brest, Paris-Marseille, de 45 à 60 kilomètres à l'heure de moyenne et filer à 80 à l'heure. Un camion à six roues, chargé de 12 tonnes, peut supporter le 50 à l'heure.

Le pneu moderne a donc permis le *service rapide* pour les livraisons à longues distances. C'est

là un point important pour l'industrie et le commerce, qui intéresse autant le producteur que le consommateur.

La recherche de la légèreté

Les progrès de la métallurgie des alliages légers a permis de réaliser un gain de poids et, par suite, de charge utile, considérable.



L'UTILISATION DES ALLIAGES LÉGERS (DURALUMIN ET ALPAX) A PERMIS DE GAGNER SUR CETTE CAISSE DE CAMION RAPIDE 1.500 KILOGRAMMES DE CHARGE UTILE

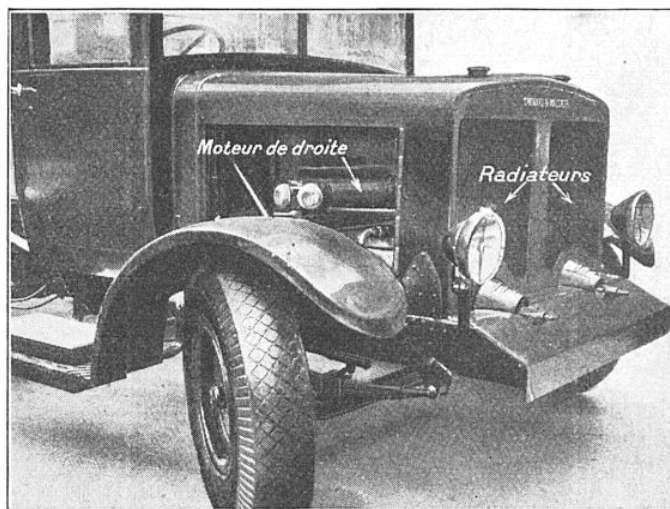
Ainsi, une caisse de camion rapide, dont l'armature est constituée par des poutrelles en duralumin avec tendeurs — comme on exécute une coque d'avion — et dont le revêtement extérieur est en tôle de duralumin, recouverte à l'intérieur de bois contre-plaqué, avec une porte arrière double en alpax fondu, ne pèse que 800 kilogrammes.

Un tel genre de caisse, exécuté de façon classique en bois et tôle d'acier, pèserait 2.300 kilogrammes. *C'est donc 1.500 kilogrammes de charge utile que le camion pourra emporter de plus*. Sa capacité de 5 tonnes

est ainsi immédiatement portée à 6 t 5. Signalons encore la recherche de la légèreté dans les roues. Les roues à voile plein en alpacas remplacent les roues en tôle d'acier : gain, 20 kilogrammes par roue. Sur les huit roues d'un camion à roues arrière jumelées et possédant deux roues de rechange, le gain est de 160 kilogrammes, et c'est encore 160 kilogrammes de charge utile de bénéfice.

Vers le plus grand confort dans l'aménagement des cars

L'intérieur des cars est, aujourd'hui, remarquablement aménagé en vue de pro-

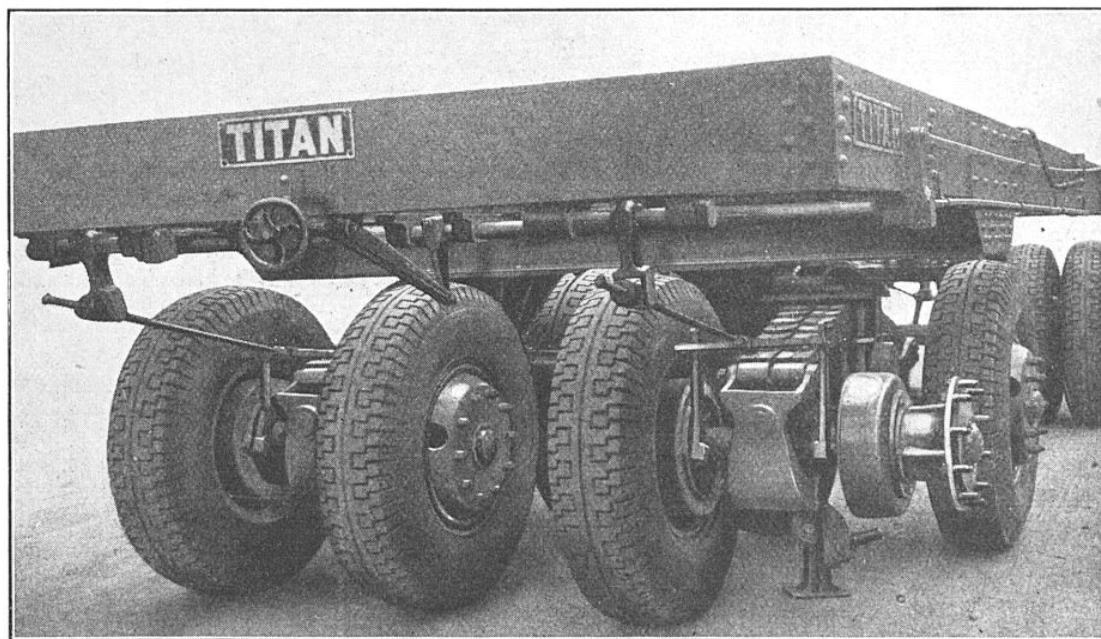


CE VÉHICULE COMPORTE DEUX MOTEURS, DONT LA MISE EN MARCHÉ SIMULTANÉE OU SÉPARÉE ASSURE UNE GRANDE SOUPLESSE DE FONCTIONNEMENT

curer aux passagers le plus grand confort possible.

Les mécanismes se dissimulent le plus discrètement possible, afin de laisser le maximum d'emplacement à la carrosserie. Le siège du conducteur est parfois reporté sur le flanc du moteur, qui est recouvert d'une calotte amovible permettant d'atteindre ses différents organes.

Plus de capot ; l'avant de la caisse rappelle le tramway. On a sacrifié le luxe de la présentation à l'utile. De cette façon, l'empattement est court. Un car à trente places assises peut virer dans un rayon extérieur de 6 m. 50 ; il possède donc la plus



POUR ASSURER LA « PORTÉE » DES PNEUMATIQUES SUR LE SOL, LES ROUES JUMELÉES SONT MONTÉES ICI SUR DE COURTS ESSIEUX ARTICULÉS À L'EXTRÉMITÉ DES RESSORTS

On a enlevé la roue de droite pour permettre de mieux voir le montage d'un de ces essieux.

grande maniabilité. Certains cars pour excursions et camping comportent même une terrasse munie de fauteuils en rotin.

Quelques véhicules particuliers

Une vieille maison spécialiste du tracteur a équipé un de ses modèles de deux moteurs placés côte à côte sous le capot.

Chaque moteur a sa transmission propre et chacun attaque un pont moteur particulier.

Le tracteur possède deux roues avant directrices et quatre roues arrière motrices, dont deux seulement sont actives lorsqu'un seul des moteurs est utilisé.

Si un seul moteur peut suffire à tirer la charge, on laisse le second au repos; mais, que survienne un passage difficile, ou que l'on se trouve obligé de transporter une charge exceptionnellement lourde, il suffit de mettre les deux moteurs en marche pour doubler la puissance.

Quand on emploie des roues jumelées garnies de très gros pneus, ceux-ci ne portent pas toujours normalement sur le sol. Il en résulte une fatigue pour le pneu trop chargé et un appui de moins grande surface, qui peut provoquer un arrachement du revêtement de la route. Sur plusieurs types de remorques, on monte les roues jumelées non pas côte à côte, mais sur de courts essieux articulés à l'extrémité des ressorts de suspension. Les roues restent ainsi constamment et normalement en contact avec le sol et suivent les dénivellations avec une grande souplesse. Il en résulte une meilleure répartition de charge et une moindre usure de la chaussée.

On ne saurait oublier, dans ce rapide coup d'œil d'ensemble, le camion électrique et le camion gazogène.

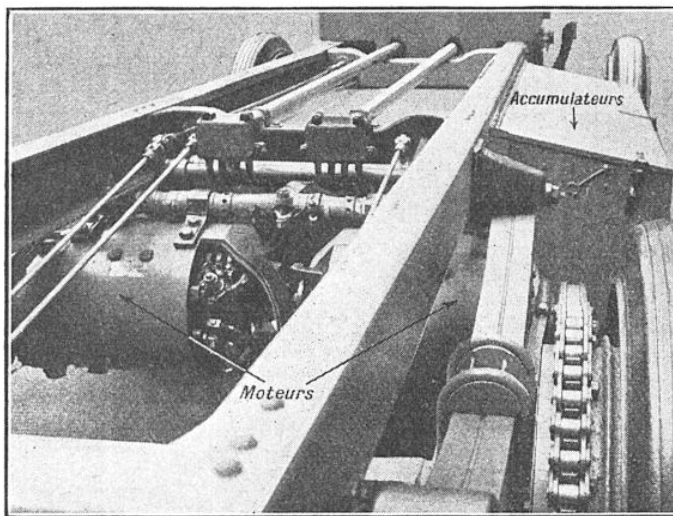
Le *camion électrique* convient surtout aux transports à courte distance et à vitesse modérée. Il n'est pas conçu pour se substi-

tuer au camion à essence, mais bien plutôt pour remplacer le cheval. Pour les transports et livraisons en ville, les transports navettes, ceux de voirie, l'enlèvement des ordures ménagères, c'est la solution économique par excellence. Une quinzaine de villes françaises ont déjà adopté le camion électrique pour le ramassage des ordures. Son prix d'achat est assez élevé, mais son amortissement peut s'étendre sur douze années.

Les constructeurs de *gazogènes* sont peu nombreux. Cependant, l'équipement des camions en vue de l'usage de combustibles

solides est maintenant tout à fait satisfaisant. Il ne s'agit plus d'adaptation hâtive sur des camions existants, mais d'une étude consciencieuse. La cylindrée et la compression du moteur sont établies en vue de l'alimentation au gaz pauvre.

On s'adresse au charbon de bois ou au bois. Après avoir critiqué le ravitaillement di-



VOICI UN DES DERNIERS MODÈLES DE CHASSIS DE CAMION ÉLECTRIQUE PRÉSENTÉ AU SALON DE PARIS

rect au bois, on y revient aujourd'hui, car on supprime ainsi un intermédiaire : le charbon de bois. Une maison spécialiste a innové un système de dégoudronnage du gaz produit et une alimentation automatique en air au ralenti et en charge, qui constituent de très intéressants perfectionnements. Par ailleurs, on expérimente avec succès un four pour la préparation rapide du bois vert en excellent combustible à gazogène, qui permettra encore au procédé de se développer. Remarque intéressante : les manipulations du bois sont toujours très propres à l'encontre de celles du charbon, et c'est là un avantage pratique appréciable.

Telles sont les tendances qui ont apparu dans la construction des « poids lourds », à la dernière Exposition de Paris. Par-dessus tout, le moteur à combustion interne, alimenté en huiles lourdes, a conquis un rang qu'il ne pourra qu'améliorer.

A. CAPUTO.



Le dernier progrès de la science chronométrique

L'heure de l'Observatoire

Il faut tout régler, tout prévoir pour réussir... Et vous réussirez pour peu que votre temps soit bien distribué, pour peu que vous soyez exact.

Chronomètre de haute précision ayant obtenu un bulletin de 2^{me} classe à l'Observatoire National de Besançon : avec boîte métal chromé, garanti in-rouillable, diamètre 50 mm. **598 fr.**

*Facilités de Paiement
sont accordées
dans certains cas.*

Le bulletin d'Observatoire est signé du Directeur de cet Etablissement; de plus, chaque chronomètre contrôlé porte un poinçon de garantie (tête de Vipère) appliqué sur une partie visible du mouvement.

Consultez également les catalogues "Grosse Horlogerie" n° 31-65 B et "Bijouterie-Orfèvrerie", n° 31-65 C. Echange de montres anciennes. Envois à condition.

Le chronomètre SARDA vous y aidera, il vous apporte la plus indiscutable des garanties: son bulletin de réglage de l'Observatoire Chronométrique et Astronomique National de Besançon. Pour l'obtenir, il a été soumis à des épreuves très sévères de position et de température; des épreuves telles qu'après en avoir triomphé, il ne craindra aucun des dangers auxquels votre activité peut l'exposer.

Ce chef-d'œuvre de la science horlogère, la firme SARDA se devait d'en entreprendre la fabrication. Mis au point par des techniciens éprouvés - nos chronomètres sont appelés à rendre des services appréciés et sans défaillance.

Commandez directement le modèle ci-contre (prix de propagande) ou choisissez le boîtier à votre goût dans le superbe album n° 31-65, qui contient, en outre, 400 modèles de montres en tous genres, pour Dames et Messieurs.

Demandez donc, sans engagement, l'envoi de cette superbe documentation aux établissements

SARDA

BESANÇON

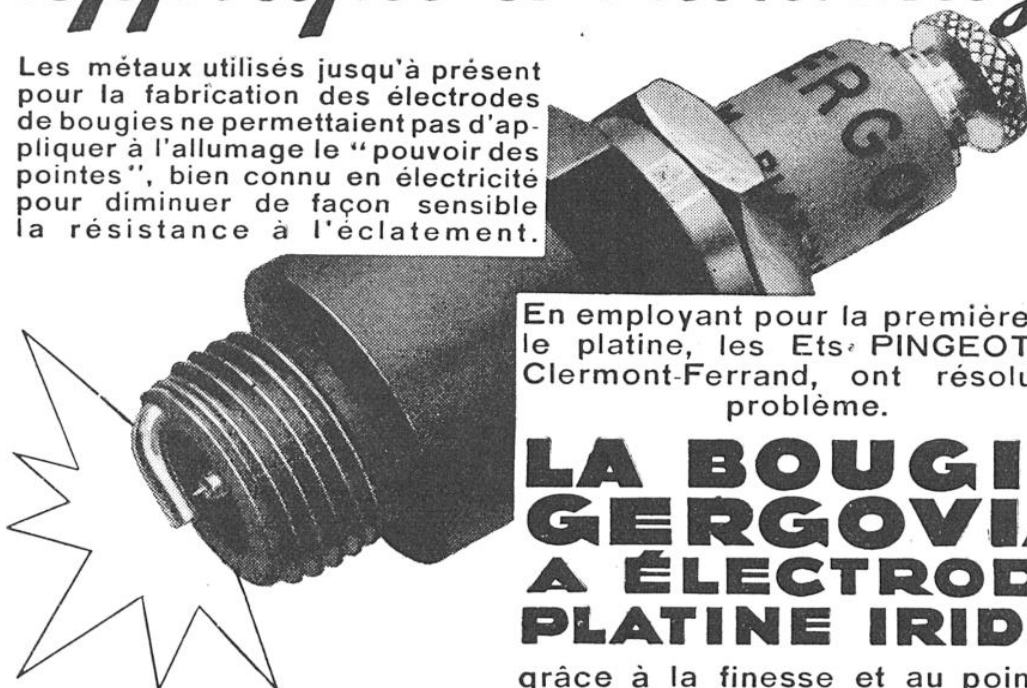
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION



*le pouvoir
des pointes*

appliqué à l'allumage

Les métaux utilisés jusqu'à présent pour la fabrication des électrodes de bougies ne permettaient pas d'appliquer à l'allumage le "pouvoir des pointes", bien connu en électricité pour diminuer de façon sensible la résistance à l'éclatement.



En employant pour la première fois le platine, les Ets PINGEOT de Clermont-Ferrand, ont résolu le problème.

LA BOUGIE GERGOVIA A ÉLECTRODE PLATINE IRIDIÉ

grâce à la finesse et au point de fusion élevé de son électrode, donne une étincelle intense, aux compressions les plus élevées et aux plus hautes températures, sans provoquer d'auto-allumage. C'est la bougie idéale des moteurs poussés.

Bougie GERGOVIA à électrode platine :

PRIX : 24 frs

Bougie GERGOVIA à électrode ordinaire :

PRIX : 16 frs

ACCESSOIRES DE QUALITE

GERGOVIA

Etablissements H. PINGEOT - Clermont-Ferrand
Dépôt à PARIS, 31, rue Brunel

UN PROCÉDÉ PHOTOMÉCANIQUE VRAIMENT MODERNE : LAROTOGRAVURE

Par Georges DEGAAS

De plus en plus la roto gravure, ou gravure en creux, — par opposition avec la similigravure en relief (1), — est utilisée pour l'impression, notamment des grands périodiques modernes, auxquels elle permet de donner une présentation artistique du plus bel effet. Si son principe en est simple, puisqu'il consiste à graver en creux un cylindre de cuivre, grâce à l'action combinée de la lumière avec celle d'agents chimiques appropriés, sa technique en est particulièrement délicate. Les creux les plus profonds ne dépassent pas, en effet, quelques centièmes de millimètre, et il faut cependant que l'encre ne soit déposée que dans ces creux seulement. Les machines modernes ont atteint, à cet égard, un degré de perfection vraiment remarquable. Un spécialiste en la matière expose ici la technique spéciale de ce procédé photomécanique.

Qu'est-ce que la roto gravure ?

LA roto gravure est un procédé d'impression sur papier de la classe des procédés *en creux*, à l'égal de la taille-douce et de l'eau-forte, dont il dérive. Au point de vue schématique, si nous le comparons aux procédés en relief (genre typographie, par

par des cloisons ayant toujours la même épaisseur, quelle que soit la tonalité.

Il en résulte qu'après encrage, le cliché en relief (fig. 3) aura tous ses points et noirs mats recouverts d'une couche d'encre d'épaisseur, mais de surface variable, qui se déposera sur le papier lors de l'impression et donnera, par l'illusion d'optique signalée

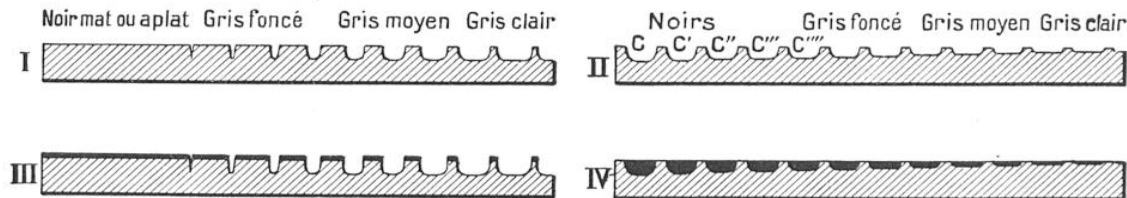


FIG. 1, 2, 3 ET 4. — COUPES SCHÉMATIQUES D'UN CLICHÉ TYPOGRAPHIQUE (I ET III) (SIMILIGRAVURE) ET D'UN CLICHÉ POUR ROTOGRAVURE (II ET IV), AVANT ET APRÈS ENCRAGE

exemple), nous constaterons tout de suite que le cliché typographique (similigravure) vu en coupe (fig. 1) est formé de points très serrés, allant jusqu'à l'aplat pour donner les noirs mats (à gauche), et de plus en plus espacés pour donner, par illusion d'optique et à la distance normale de vision, la gamme des gris : foncé, moyen et clair.

Les points ou traits d'un cliché *en relief* ont donc des surfaces *variables* suivant la tonalité à obtenir.

Le cliché ou cylindre pour roto gravure, au contraire (fig. 2), est formé par des cuvettes ou cellules (C, C', C'', C''', etc.) d'égal surface, mais de profondeur variable, séparées

ci-dessus, la gamme des diverses tonalités. La couche d'encre ainsi déposée a une épaisseur infinitésimale, inappréciable sur le papier.

Le cliché en creux, au contraire (fig. 4), après encrage, aura chacune de ses cuvettes emplie d'encre, mais proportionnellement à chaque creux, ce qui donnera, sur le papier, des épaisseurs variables, donc d'intensité également variable. A cela s'ajoutent le velouté et la profondeur dus à ces épaisseurs d'encre.

Le résultat final est une impression très puissante, très modelée, ayant un aspect généralement mat et d'un très bel effet artistique.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 12, page 369.



FIG. 5. — LA RETOUCHE DU CLICHÉ POSITIF SUR VERRE

Aucune retouche n'étant possible sur le cylindre gravé, c'est sur le cliché positif, avant gravure sur le cylindre, que l'on exécute, avec le plus grand soin, toutes les modifications susceptibles de fournir au tirage une reproduction impeccable.



FIG. 6. — LE MONTAGE DE LA FORME LUMINEUSE SUR TABLE DE VERRE

Le monteur dispose les positifs sur verre et les cellophanes sur une glace transparente placée sur celle, dépolie, d'une table lumineuse à éclairage inférieur. Travail minutieux qui s'exécute suivant une maquette qui doit toujours être bien étudiée d'avance.

La photocopie en rotogravure

Il faut, avant tout, comme pour tout autre procédé, partir d'un document soigneusement approprié à la technique un peu spéciale du « creux » ou rotogravure. L'insolation définitive devant se faire sous un positif, à l'encontre des autres procédés photomécaniques (photogravure au trait, simili-gravure monochrome, phototypie, photolithographie, etc.), on devra procéder aux opérations suivantes :

1° Retoucher soigneusement le document photographique, fourni généralement

sous forme d'une épreuve au bromure ;

2° En établir un bon cliché négatif, que l'on retouchera s'il y a lieu ;

3° D'après ce négatif, on exécutera un positif sur verre, qui subira toutes les modifications, toutes

les retouches les plus minutieuses, car on ne peut jamais retoucher un cylindre gravé. Cette retouche sur positif (voir fig. 5) est faite par des praticiens très au courant du procédé et qui, au grattoir, allègent certains endroits et, au pinceau, renforcent ou maquillent certains autres ;

4° D'autre part, les textes d'articles, de légendes, d'annonces, etc.,

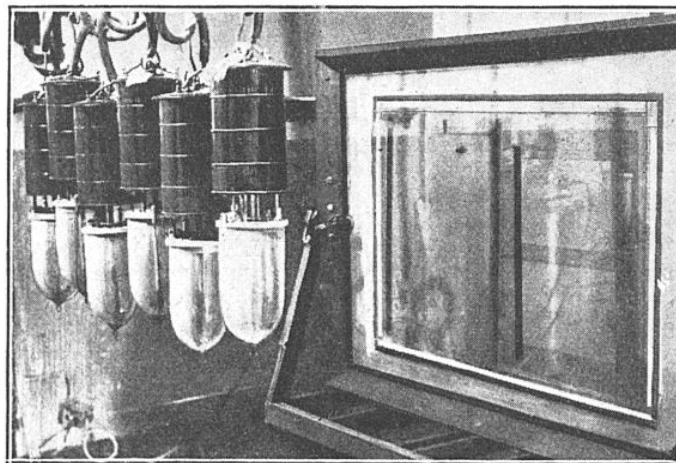


FIG. 7. — L'INSOLATION AVANT GRAVURE DU PAPIER AU CHARBON

La forme lumineuse et le papier au charbon sensibilisé sont disposés dans un grand châssis spécial, à pression pneumatique. L'insolation se fait durant dix à vingt minutes environ, suivant les sujets, à l'aide d'une batterie de puissantes lampes à arc, visibles à gauche de la figure.

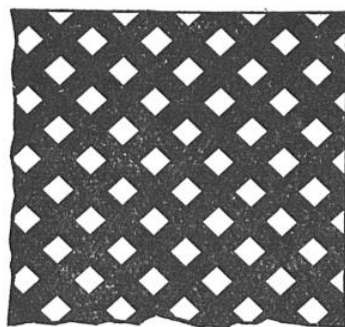


FIG. 8. - VUE EN PLAN D'UNE TRAME POUR SIMILIGRAVURE

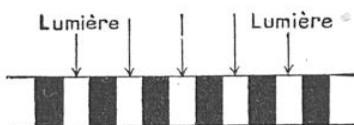


FIG. 9. - VUE EN COUPE D'UNE TRAME POUR SIMILIGRAVURE

toutes les instructions nécessaires à la mise en pages. Disposant le tout sur une glace transparente posée sur celle dépolie d'une table lumineuse, il procède, tel un metteur en pages d'atelier typographique, à la mise en place de tous les éléments : illustrations et textes à imprimer. Les différents éléments des pages ainsi montés sont maintenus en place par des bandes gommées ;

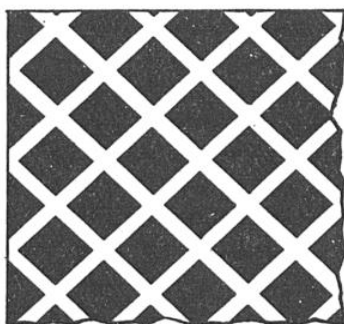


FIG. 10. - VUE EN PLAN D'UNE TRAME UTILISÉE POUR LA ROTOGRAVURE

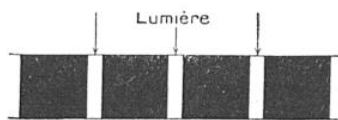


FIG. 11. - VUE EN COUPE DE LA TRAME CI-DESSUS POUR ROTOGRAVURE

sont imprimés en noir sur cellophane, avec une encre spéciale, et poudrés avec du noir de fumée impalpable. On obtient ainsi directement des cello-textes également positifs ;

5° Photographies et cello-textes positifs sont confiés au monteur (voir fig. 6), qui a reçu de la rédaction et du maquettiste

6° On sensibilise au bichromate d'ammoniaque du papier au charbon spécial. Le séchage en est très délicat et demande température et degré hygrométrique constants ;

7° Puis forme lumineuse (fig. 6) et papier au charbon sont disposés dans un grand châssis à glace forte et le tout est insolé devant une puissante batterie de

lampes à arc (voir la photographie, fig. 7).

Cette insolation se fait en deux temps : en premier lieu pour la forme elle-même, en second lieu avec une trame spéciale qui divisera l'image en une succession de petits carrés cloisonnés, qui détermineront ensuite la formation des cuvettes dont nous avons examiné l'utilité.

En quoi consiste le tramage

C'est la partie délicate du procédé ; aussi nous permettrons-nous d'insister un peu sur sa formation photomécanique.

La trame est un instrument spécial à la photogravure et qui est constitué par deux glaces parfaitement planes et sans défaut, gravées chacune dans un sens et qui, par collage, donnent une sorte de grillage, à travers lequel se fragmente une image à modelés continus ou demi-teintes. On en

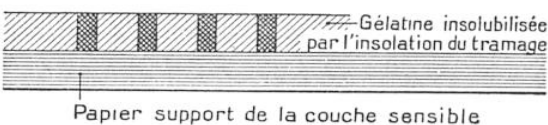
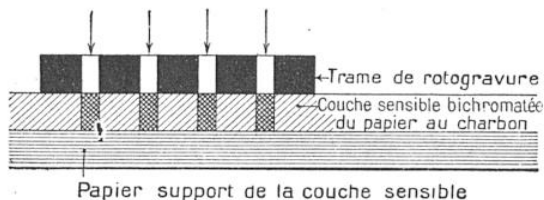


FIG. 12 ET 13. — LE MÉCANISME DU TRAMAGE EN ROTOGRAVURE

réalise actuellement de très grandes dimensions : 1 mètre $\times$ 1 m 50, par exemple, avec un prix moyen de 125.000 à 150.000 francs la pièce (environ 10 francs le cm^2).

La trame pour les clichés en relief (similigravure, par exemple), vue en plan (fig. 8), fournit un dessin de cette forme où les traits noirs sont égaux aux réserves blanches.

En coupe, elle donne l'image de la figure 9, les lignes noires ayant la même épaisseur que les carrés transparents pour permettre le jeu de la diffraction et de l'irradiation par la combinaison des formes de diaphragmes et des écartements de trame.

En rotogravure, on utilise des trames dans lesquelles les traits, transparents cette fois, sont, environ, le quart des carrés opaques (fig. 10). Il en résulte (fig. 11) de minces canaux lumineux qui opèrent la fragmentation par cellules dont nous avons parlé. Ainsi, le mécanisme du tramage peut être schématisé par la figure 12. Après insola-

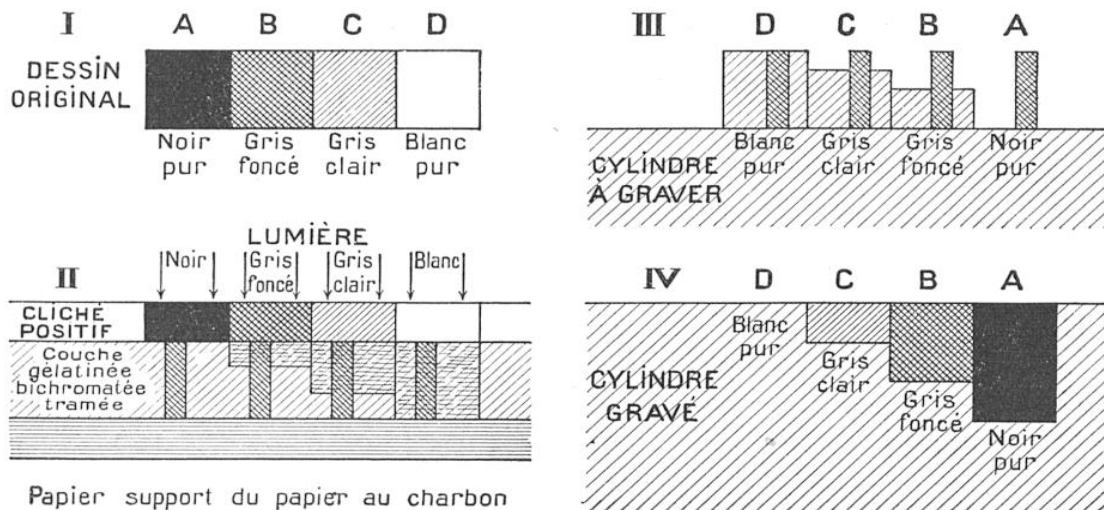


FIG. 14, 15, 16 ET 17. — VOICI LES DIFFÉRENTES PHASES DE LA GRAVURE D'UN CYLINDRE PAR LE PROCÉDÉ EN CREUX, APPELÉ ROTOGRAVURE

tion, la lumière ayant passé par les canaux lumineux de la trame a, suivant les propriétés de la gélatine bichromatée, insolubilisé une série de petites cloisons et, après le dépouillement habituel à l'eau tiède, on obtient de petites alvéoles dans le genre de la figure 13.

Si nous appliquons un tel papier au charbon, insolé et tramé, contre une surface de métal poli, cuivré, par exemple, nous obtiendrons un dépôt silhouetté, ayant, après le dépouillement, un aspect analogue au schéma suivant. En supposant que nous ayons choisi comme original un dessin du type de la figure 14, le positif fournira sur le papier au charbon un effet photochimique en provoquant des *pénétrations variables* de la lumière dans la couche tra-

mée de la gélatine bichromatée (fig. 15).

Le dépouillement nous donnera un relief, qui, appliqué sur métal (fig. 16), donc retourné par rapport au schéma précédent, nous montre le métal à nu en *A* (noir), peu couvert en *B* (gris foncé), un peu plus protégé en *C* (gris clair) et très protégé en *D* (blanc).

Si, à ce moment, nous faisons agir un mordant attaquant le cuivre (perchlorure de fer, par exemple), sa pénétration sera nulle en *D* (blanc du modèle), faible en *C* (gris clair), moyenne en *B* (gris foncé) et très forte en *A* (noir pur). On obtiendra alors des cuvettes ou alvéoles plus ou moins profondes qui correspondent bien au but que l'on recherche en rotogravure. Le cylindre prendra l'aspect suivant de la figure 17.

FIG. 18.
LA
PRÉPARATION
DES
CYLINDRES

Les cylindres, recouverts de cuivre galvanoplastique, sont passés au tour, pour obtenir un diamètre bien déterminé. On les grossit, finit et polit ensuite à l'aide de pierres abrasives, de grains et de textures différents. Sur la tourelle verticale est montée la tête à finir le glaçage du cylindre avec du papier au rouge d'Angleterre.

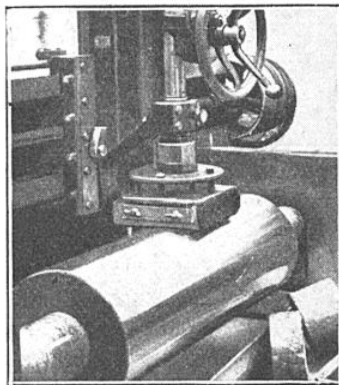
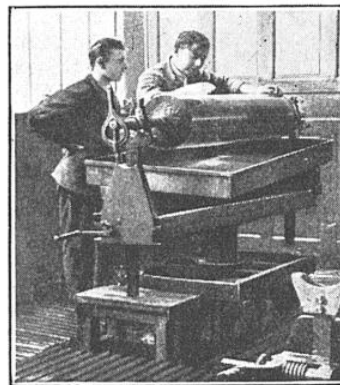


FIG. 19.
LA
MORSURE
DES
CYLINDRES

Les cylindres, recouverts de la couche gélatinée bichromatée développée, sont gravés par l'action de différentes solutions



de perchlorure de fer, qui, suivant les épaisseurs variables, détermineront des cellules plus ou moins profondes. Les cylindres doivent être manutentionnés, avec beaucoup de soin, sur des chariots spéciaux.

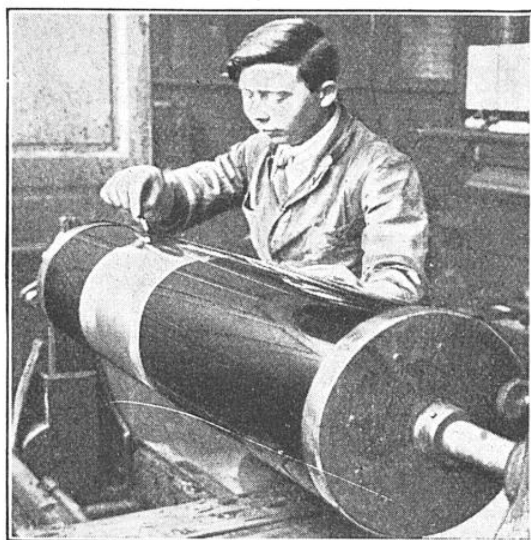


FIG. 20. — LE FINISSAGE DES CYLINDRES
Pour préserver certains endroits : marges, blancs, etc., de l'action de la morsure au perchlorure de fer, on vernit les cylindres avec un vernis à base de bitume de Judée. On procède également à certains filetages et petites retouches locales aidant à la meilleure présentation finale de l'impression.

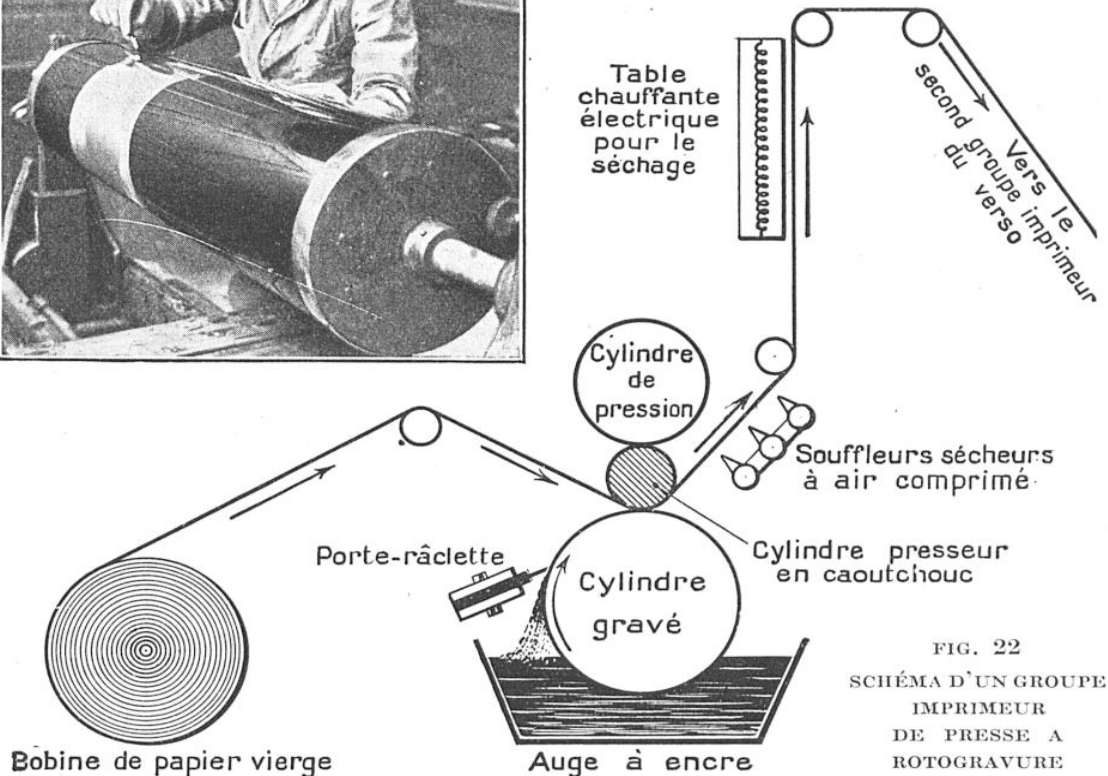


FIG. 22
SCHÉMA D'UN GROUPE
IMPRIMEUR
DE PRESSE A
ROTOGRAVURE

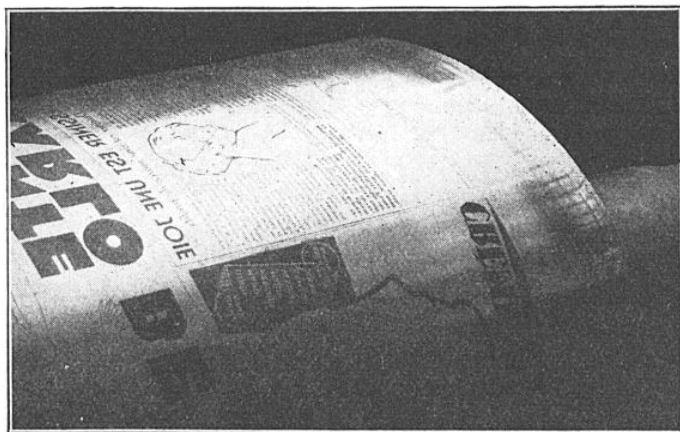


FIG. 21. — VUE D'UN CYLINDRE GRAVÉ
Après morsure du perchlorure de fer, le cylindre présente une série de gravures en creux des textes et des illustrations. Leur profondeur est excessivement faible et n'atteint que quelques centièmes de millimètre dans les noirs les plus intenses, comme ceux des lignes en caractères gras de la photographie ci-dessus.

La morsure des cylindres

Les cylindres (fig. 18) sont constitués par une âme d'acier recouverte de cuivre galvanoplastique fixe ou détachable (chemise ou virole). Ils sont rectifiés avec beaucoup de soin et polis à glace à l'aide de diverses pierres à dégrossir, à finir, à polir. Leur surface doit être comme un véritable miroir, sans aucune raie, sans aucun trou.

C'est sur cette surface parfaite que l'on applique la feuille de papier au charbon à travers la couche dépouillée de laquelle s'effectue (fig. 19) la morsure au perchlorure de fer bien neutre. Travail délicat, qui demande beaucoup de soin et d'habileté pour obtenir un travail régulier sur toute la surface du cylindre.

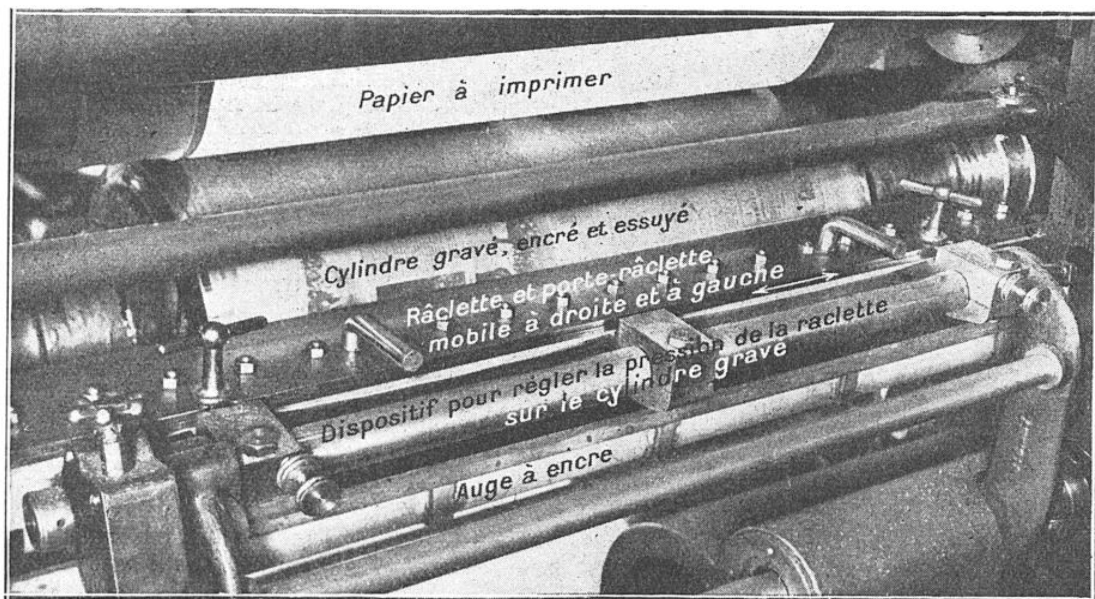


FIG. 23. — L'ENCRAGE DU CYLINDRE

Le cylindre gravé baigne dans l'encre liquide. L'excès d'encre est enlevé par la raclette et retombe dans l'auge. Il ne reste donc de l'encre que dans les creux gravés du cylindre, fortement pressé contre le papier.

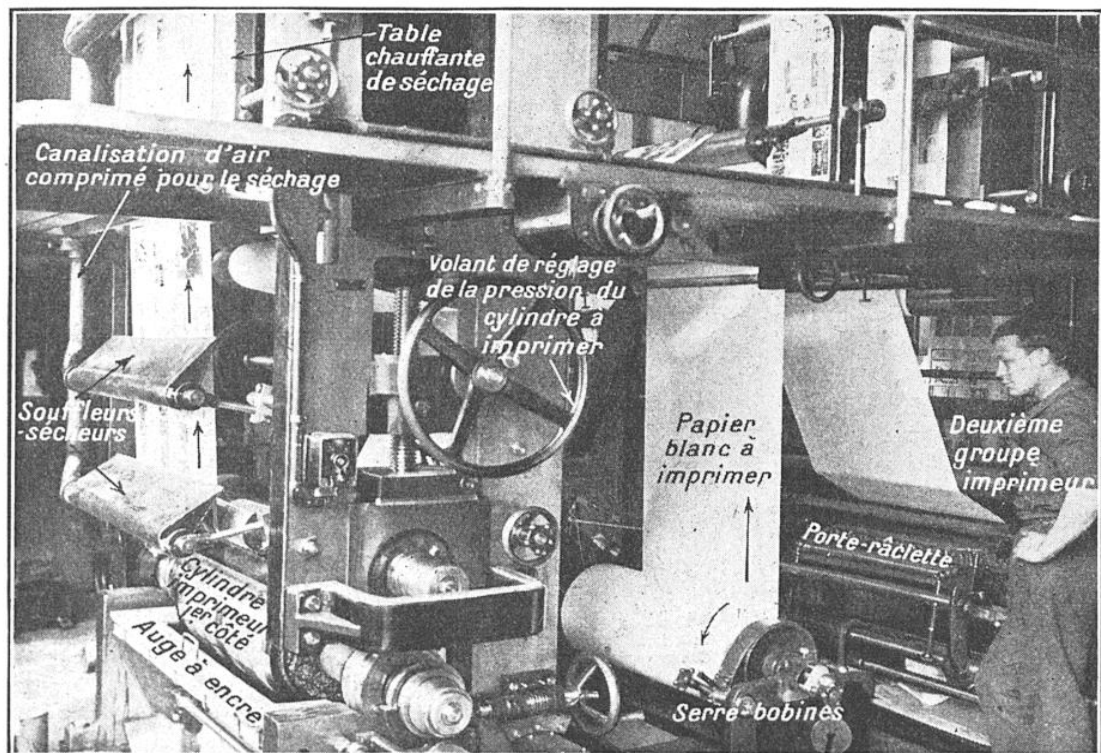


FIG. 24. — VUE D'ENSEMBLE DE LA PRESSE A IMPRIMER SUR PAPIER EN BOBINE

Une presse à imprimer comporte deux éléments imprimeurs correspondant au recto et au verso. Généralement, on accouple plusieurs de ces « duos » d'impression pour obtenir toutes les combinaisons à 16, 20, 24, etc., pages.

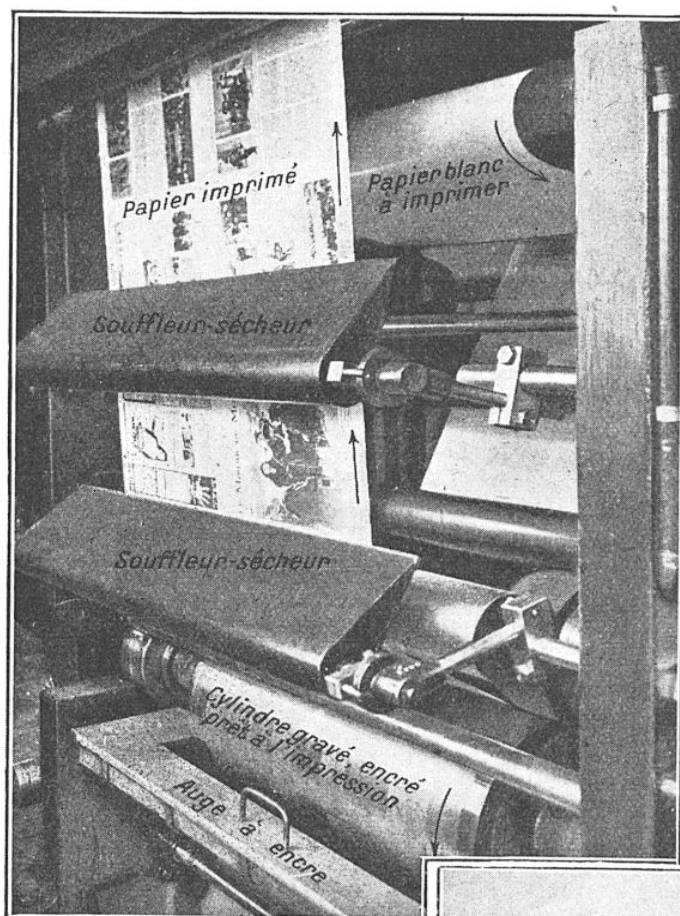


FIG. 25. — LE SÉCHAGE ACCÉLÉRÉ DE L'IMPRESSION

La vitesse de production pouvant atteindre près de 10.000 exemplaires à l'heure par cylindre, il faut faire sécher rapidement le véhicule volatil (xylol, ou benzine, ou essence) qui entre dans la composition de l'encre liquide. C'est le rôle de ces souffleurs-sécheurs, qui envoient de l'air froid ou chaud (suivant la saison) sur l'impression encore humide.

On utilise, suivant les cas, des solutions dont la densité varie de 36° à 42° Baumé, et tout l'art du graveur réside dans le choix judicieux de telle ou telle concentration pour obtenir un effet de gravure déterminé (fig. 20 et 21).

Voici enfin l'impression

C'est le principe de la presse à imprimer d'Oberkampff pour les étoffes qui est encore mis à

contribution, à la différence près que les cylindres, autrefois gravés au burin ou mécaniquement, le sont actuellement photomécaniquement (fig. 22).

L'encre employée est extrêmement liquide et se compose d'un pigment, très finement pulvérisé au broyeur à boulets ou *alcing*, tenu en suspension dans un liquide constitué par un léger vernis fortement dilué par un solvant volatil : toluol, xylol, benzol ou encore essence minérale ou d'automobile.

L'essuyage de l'encre en excédent (fig. 23) est effectué par un appareil aussi simple que possible, que l'on appelle la raclette ou « docteur ».

C'est une lame en acier, mince et très flexible, que l'on monte sur une armature rigide ou porteraquette, qui est ensuite placée contre le cylindre de la presse à imprimer.

Le frottement et la pression du cylindre, la nature des pigments de l'encre liquide finissent par déformer la partie de la raclette en contact avec le

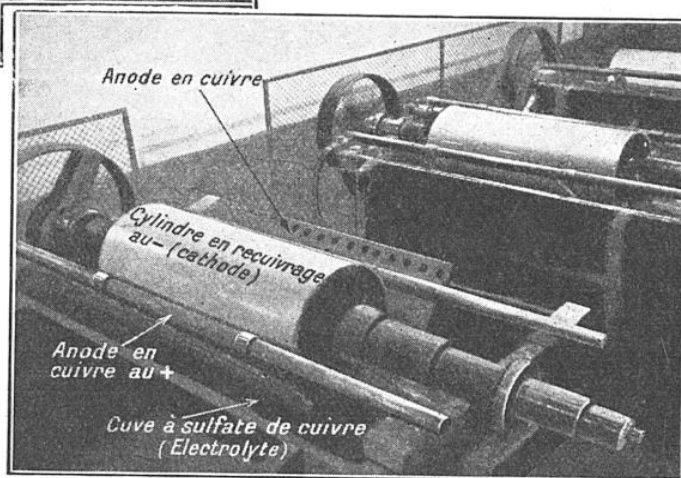


FIG. 26. — LE RECUIVRAGE GALVANOPLASTIQUE

Après un certain nombre d'opérations de gravure, effaçage et repolissage, les cylindres diminuent de diamètre, et il est nécessaire de reconstituer leur couche de cuivre par dépôt galvanoplastique. Le cylindre, mis en mouvement, étant disposé au pôle négatif de la source de courant, le cuivre s'y dépose régulièrement sur toute la surface. Opération qui demande beaucoup de surveillance pour obtenir un cuivre très homogène, absolument nécessaire à toute bonne technique de rotogravure.

cylindre imprimeur. D'où la nécessité de la rendre bien rectiligne par une rectification à la pierre.

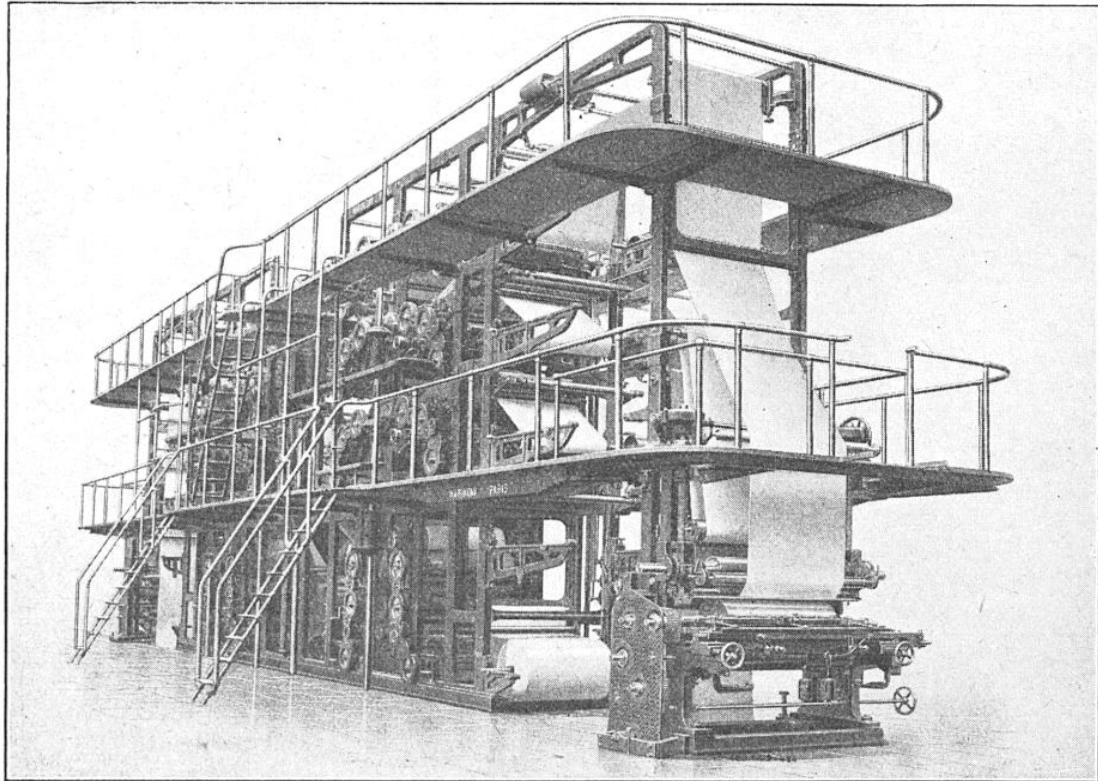
La pression de la raclette contre le cylindre imprimeur se règle avec beaucoup de précaution, pour ne pas endommager la gravure.

Le séchage de l'encre est accéléré par la combinaison de souffleurs-sécheurs à air comprimé et de tables chauffantes électriques qui enlèvent la presque totalité du liquide volatil (fig. 24).

Les derniers types de rotatives en creux polychromes sont même dotés de cylindres refroidisseurs à température constante, qui ont pour but de ramener le papier séché à chaud vers une température, toujours la même, favorisant la régularité du repérage.

Le recuivrage galvanoplastique

Après chaque impression, il faut effacer la gravure et enlever, de ce fait, quelques centièmes de millimètre d'épaisseur de



(Photo Etabl^{ts} Marinoni, S. A. C. M.)

ROTATIVE MIXTE COMBINANT L'IMPRESSION TYPOGRAPHIQUE ET L'IMPRESSION EN CREUX
Au premier plan, à droite, on aperçoit l'élément de la rotative en creux dont le papier imprimé, après s'être séché en haut de la presse, passe ensuite dans les éléments rotatifs typographiques, au centre.

Cette question du chauffage accéléré est un gros problème à résoudre lorsqu'il s'agit d'impressions polychromes sur papier continu, avec lequel on a toujours à craindre des allongements et retraits intempestifs. C'est pourquoi (fig. 24) une rotative à creux est dotée de divers dispositifs qui, en cours de tirage, permettent de rattraper ces variations du papier et facilitent l'exécution d'un travail à registre (concordance du recto et du verso) ou à repérage (concordance des couleurs d'un même côté) aussi impeccable que possible.

cuiivre. La couche ainsi utilisable est limitée à la diminution d'environ 1 millimètre de longueur sur la circonférence ou environ 0 mm 3 en diamètre par opération. Le recuivrage se pratique environ toutes les dix à quinze opérations, suivant les travaux. Il dure environ dix jours avec un dépôt de cuivre de 0 mm 3 à 0 mm 35 par jour sur le cylindre. A titre d'indication, pour un cylindre de 0 m 33 de diamètre sur 0 m 84 de long, il faut 4 volts sous 70 ampères (fig. 26).

Après le recuivrage, il faut dégrossir le cuivre galvanoplastique brut en le tournant

avec soin, puis le finir et le polir, de manière à accorder les cylindres par paires avec une tolérance maximum de 0 mm 5, pour avoir, sur la rotative, des développements circonférenciels aussi synchrones que possible.

Certaines presses sont à cylindres *pleins* : âme de fonte et d'acier tenant avec la couche galvanoplastique ; d'autres à cylindres dotés de chemises détachables, dont le transport est plus facile. Enfin, il existe des presses, particulièrement pour les tirages polychromes, ne travaillant qu'avec du papier en feuilles séparées, dont la surveillance est plus facile et permet un repérage beaucoup plus rigoureux.

L'avenir de la rotogravure

Actuellement, la plupart des grands périodiques hebdomadaires sont exécutés par la rotogravure dans la proportion de 75 à 80 %.

L'édition d'art et de grand luxe y a de plus en plus recours. La polychromie, également, prend, chaque jour, de plus en plus de développement, malgré de très grosses difficultés d'ordre technique, de matériel et de personnel.

Car ce procédé exige un matériel de tout premier ordre, servi par un personnel dont le goût sûr doit être complété par d'éminentes qualités professionnelles. Il ne souffre en aucune manière la médiocrité.

A côté des grandes rotatives, il existe des presses travaillant avec des planches de

cuivre mince, *détachables*, ayant une épaisseur d'environ 5/10 de millimètre.

De cette manière, l'imprimeur possède une grande liberté d'action, car :

1° Il n'a pas à s'occuper de la gravure des planches, opération faite exclusivement par les maisons de photogravure qui sont particulièrement outillées pour ce genre de travail ;

2° Il peut, en vue de « retirages » ulté-

rieurs, conserver ces feuilles minces gravées et les remettre sous presse sans nouveaux frais de gravure, comme avec les cylindres massifs ;

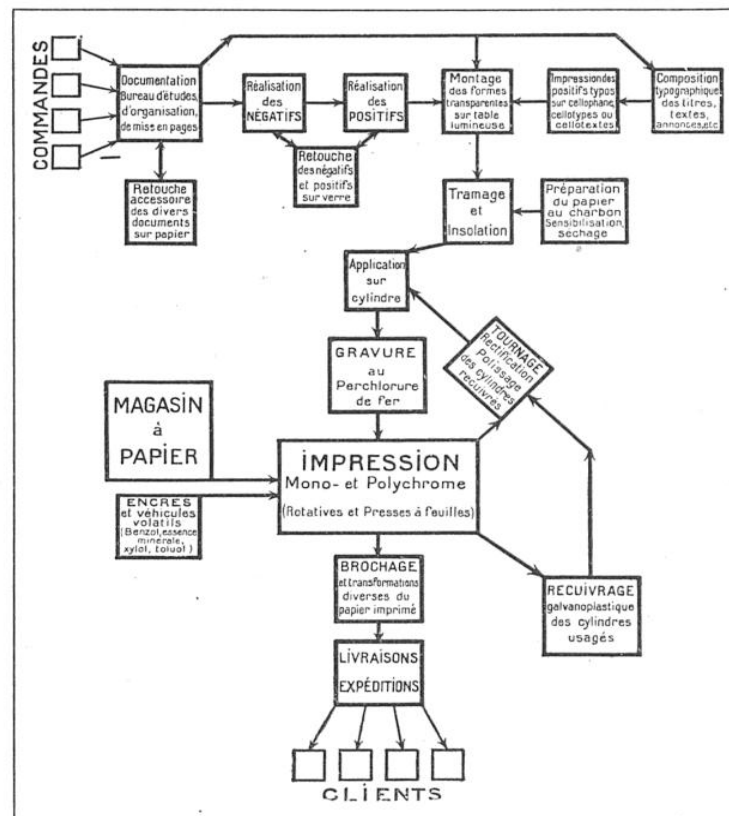
3° Il n'a plus à s'occuper de la coûteuse et si délicate pratique du recuvrage galvanoplastique des cylindres, qui demande une installation d'un prix élevé et toute une main-d'œuvre onéreuse.

Un sérieux accord entre constructeurs et photorotograveurs serait à souhaiter en vue du développement de l'em-

ploi de ces planches minces, si pratiques.

Il faudrait de plus, d'une manière générale, qu'à l'instar de ce qui se passe en Angleterre, Allemagne et États-Unis, existe un véritable enseignement professionnel et technique d'État pour former des collaborateurs scientifiquement éduqués, ainsi que cela se doit pour un procédé aussi délicat, dont maintes opérations confinent à la pratique de précision du laboratoire et qui, cependant, a pris une importance industrielle considérable.

G. DEGAAST.



SCHEMA D'ORGANISATION D'UNE ROTOGRAVURE

Toute l'imprimerie est une industrie complexe, mais la rotogravure, dont la technique confine à celle du laboratoire, nécessite encore plus de soins et d'attention.

DE L'APPAREIL MODERNE DE T. S. F. A L'ENREGISTREMENT DES DISQUES A LA PORTÉE DE TOUS

Par C. VINOGRADOW

INGÉNIEUR RADIO E. S. E.

ENVOYÉ SPÉCIAL DE « LA SCIENCE ET LA VIE » A LONDRES

La récente Exposition de Londres, consacrée à la radioélectricité, a mis en évidence deux tendances très nettes dans le domaine de la T. S. F. Les dispositifs de montage ayant fait leurs preuves ne craignent pas la concurrence, mais, par contre, on recherche de plus en plus la simplification des réglages et la meilleure présentation des appareils. Il faut noter également l'abondance des systèmes, qui permettent à chacun d'enregistrer soi-même sa propre voix sur un disque phonographique vierge. Ainsi, le phonographe et la T. S. F., qui, jadis, s'opposaient, semblent s'unir pour obtenir les réalisations phoniques les plus parfaites et les plus pratiques.

Le succès de l'Exposition annuelle de T. S. F. de Londres s'affirme d'année en année. Mais si les acheteurs ou les commerçants constatent avec plaisir une baisse des prix et une présentation des appareils de plus en plus luxueuse et industrielle, par contre, la technique semble offrir de moins en moins de nouveautés sensationnelles.

En effet, la prédominance des appareils ayant adopté des solutions « classiques » devient la caractéristique principale du marché actuel de la radio.

Parmi les réalisations s'écartant un peu de l'ordinaire, nous devons signaler cependant un ingénieux indicateur des stations, dû à Mac Grégor (fig. 1). Cet indicateur est constitué essentiellement par une grande carte d'Europe occupant le dessus de l'appareil. A l'emplacement de chaque station

d'émission, la carte est perforée d'un petit orifice pouvant être éclairé de l'intérieur par une petite ampoule de couleur. Chaque fois que l'accord du poste correspond à une station déterminée, une petite lumière rouge s'allume sur la carte à côté du nom de la station. La précision du commutateur est remarquable. Ce dernier, tout en possédant un nombre de contacts impressionnants, n'allume jamais deux lampes ensemble, ce qui

est d'autant plus surprenant que cet appareil sélectionne des stations extrêmement voisines dans l'échelle des longueurs d'onde.

Un autre appareil intéressant contient, dans un seul meuble de dimensions normales : un poste de T. S. F., un appareil de projection pour le cinéma parlant et enfin un phonographe (fig. 2). En effet, le véritable intérêt de

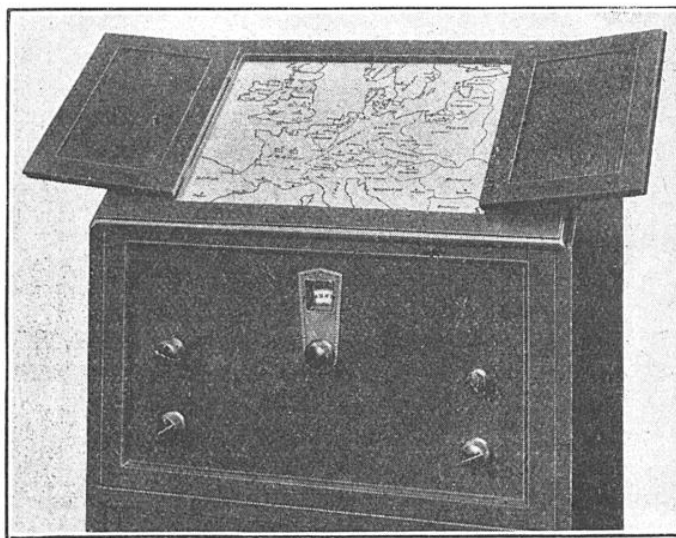


FIG. 1. — POUR RÉGLER CE POSTE SUR UNE ÉMISSION DÉTERMINÉE, IL SUFFIT DE TOURNER LE BOUTON DE RÉGLAGE JUSQU'À CE QU'UNE PETITE LAMPE S'ALLUME SOUS LA STATION DÉSIRÉE INDIQUÉE SUR LA CARTE



FIG. 2. — VOICI UN ENSEMBLE QUI COMPORTE NON SEULEMENT UN PUISSANT RÉCEPTEUR DE T. S. F. ET UN PHONOGRAPHE A PICK-UP, MAIS ENCORE UN PETIT APPAREIL DE PROJECTION CINÉMATOGRAPHIQUE

l'Exposition ne réside pas dans le fini et la réalisation des appareils de T. S. F., mais bien dans la fusion définitive du phonographe et du récepteur de T. S. F., et surtout dans l'enregistrement des disques par l'amatteur lui-même.

Les progrès accomplis par l'enregistrement électrique, depuis un certain temps, ont permis au phonographe de reprendre sa place d'honneur au foyer, à côté du poste de T. S. F. qui, à un moment donné, semblait le détrôner définitivement. Cette année, les appareils exposés nous permettent même de constater, non seulement une réconciliation de ces deux appareils, jadis ennemis, mais encore une alliance de plus en plus étroite, se traduisant par l'apparition d'un appareil unique appelé « radio-phonographe ».

C'est la belle sonorité de la reproduction électrique des disques par le « diaphragme

électrique » ou « pick-up », qui est à la base de ce rapprochement. En effet, le pick-up exigeant un amplificateur, il était logique d'utiliser comme tel les étages basse fréquence du récepteur de T. S. F. et même, ensuite, de réunir les deux appareils en un seul.

Par ailleurs, la vogue toujours croissante et justifiée de la reproduction électrique a incité le grand nombre de possesseurs de postes de T. S. F. à compléter leurs installations par un petit moteur de phonographe et un pick-up permettant la reproduction électrique du disque. Parmi les divers moteurs exposés, signalons le moteur synchrone, réduit à sa plus simple expression. Le *stator* est vissé sur la planche du phonographe même et c'est le plateau porte-disque qui joue le rôle du *rotor*. L'ensemble est à peine plus épais que le plateau ordinaire.

Mais le pick-up étant un instrument réversible, il était logique de penser à l'utiliser non seulement pour la reproduction, mais également pour l'enregistrement des

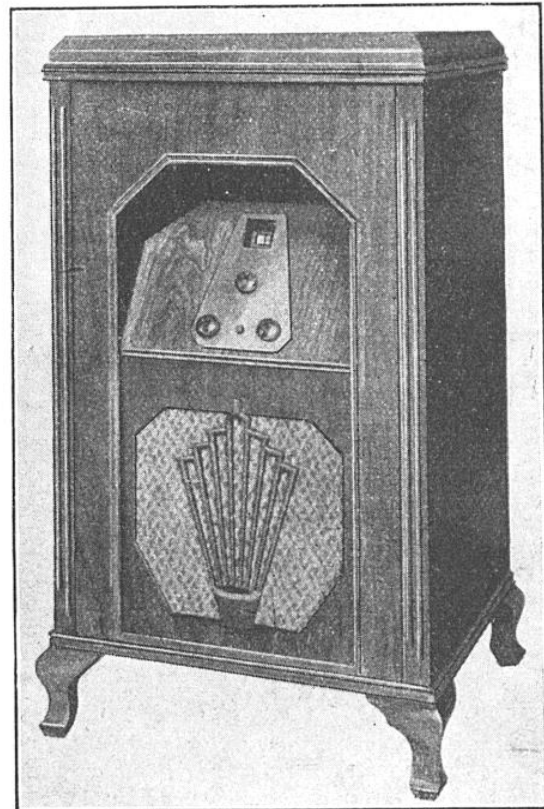


FIG. 3. — SUR CE MEUBLE, L'INCLINAISON DU PANNEAU CONTENANT LES ORGANES DE RÉGLAGE REND LA LECTURE FACILE ET LA MANŒUVRE AISÉE

disques chez soi, ceci étant d'autant plus facile à réaliser que tous les éléments nécessaires pour l'enregistrement sont réunis dans l'ensemble radiophonographe. Il faut ajouter simplement : un mécanisme donnant au pick-up l'avance nécessaire pour l'enregistrement en spirale sur le disque vierge, et un microphone pouvant attaquer la première lampe de T. S. F. et nécessaire pour les enregistrements personnels.

Le microphone (fig. 5), en série avec une petite batterie, est réuni à la prise pick-up d'un poste récepteur, à travers un transformateur. Le pick-up enregistreur se branche à la place du haut-parleur, dans les douilles correspondantes. Si on parle devant le microphone, les oscillations électriques ainsi produites dans le circuit du microphone sont transmises aux derniers étages du poste récepteur, qui les amplifie et les envoie dans les enroulements du pick-up. L'aiguille de ce dernier, en glissant sur la surface intacte du disque, y trace un sillon et enregistre ainsi la parole. Il est évident que le pick-up peut être aussi bien influencé, non seulement par les paroles dites devant le microphone, mais aussi par toute émission reçue par le poste. Il suffit, pour cela, d'enlever le microphone et d'accorder le poste sur une station dont on désire enregistrer l'émission. Pour la reproduction électrique, il suffit (fig. 6) de connecter les deux fils du pick-up à la prise correspondante du poste.

L'enregistrement des disques à la portée de tous

Nous assistons, aujourd'hui, à l'apparition des premiers appareils destinés au public. Leur établissement exigeait la solution de problèmes particulièrement délicats.

D'une part, il fallait que les disques vierges fussent en matière assez molle, pour permettre l'enregistrement et, d'autre part, suffisamment résistante pour permettre la reproduction.

Dans un premier système, on utilise les disques métalliques en alliage d'aluminium très doux. L'enregistrement se fait à l'aide d'une aiguille d'acier, ou même d'un style à diamant. Par contre, la reproduction doit être faite avec une aiguille de fibre. Ce système est actuellement le plus employé. Un autre système utilise les disques en matière à base d'acétate de cellulose. Immédiatement après l'enregistrement, le disque doit être enduit d'une solution spéciale, durcissant sa surface. La reproduction se fait également avec une aiguille en bois.

Un autre problème, aussi délicat à résoudre, était celui de l'entraînement du pick-up, étant donné surtout que les moteurs de nos phonographes sont ordinairement peu accessibles et ne possèdent pas un grand excédent de puissance. Il fallait également rendre le mécanisme d'entraînement adaptable à n'importe quel phonographe. Malgré ces difficultés, un grand nombre de solutions, toutes très ingénieuses et très satisfaisantes, ont été exposées à Londres. Il est encore bien difficile de se prononcer sur leur valeur relative.

La figure 7 montre une des nombreuses réalisations. L'enregistrement est effectué, sur les disques métalliques, par des aiguilles en acier. Le pick-up (5) est entraîné par une vis sans fin qui, elle-même, est mise en mouvement par une petite roue caoutchoutée roulant à frottement doux sur le plateau du phonographe (3). Pour l'enregistrement, l'ensemble formant le bras enregistreur se place dans un support spécial (1) fixé sur le plateau du phonographe.

Au moment de la reproduction, ce bras est simplement remplacé par un bras *porte pick-up* ordinaire, s'introduisant dans le même support. Le même pick-up est utilisé pour l'enregistrement et pour la reproduction. Seulement, l'aiguille d'acier (6) est remplacée par une aiguille en fibre de bois.

Une solution un peu différente est représentée par la figure 8. Ici, le pick-up enre-

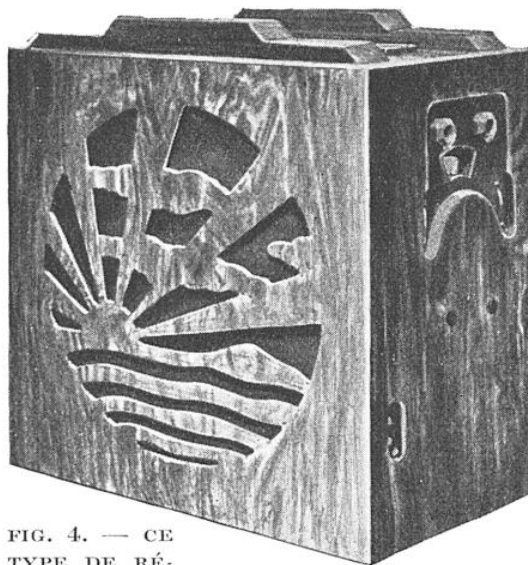


FIG. 4. — CE TYPE DE RÉ-CEPTEUR, TRÈS RÉPANDU EN ANGLETERRE, RENFERME, DANS UN VOLUME RÉDUIT, TOUS LES ORGANES DU POSTE

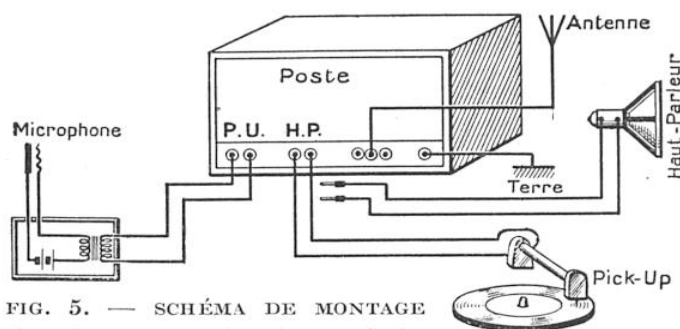


FIG. 5. — SCHÉMA DE MONTAGE UTILISANT UN POSTE DE T. S. F.

POUR L'ENREGISTREMENT ÉLECTRIQUE D'AMATEUR

Le courant microphonique, modulé par la voix, est amplifié par le poste avant d'agir sur le pick-up, qui grave les sillons sur le disque. On peut aussi enregistrer une émission reçue par le poste.

gisteur se fixe sur le bras même du phonographe ; il porte un petit crochet destiné à recevoir la vis motrice. L'équipage d'entraînement proprement dit est constitué par un petit bloc. Un manchon, fixé dans le bloc, se place sur le pivot central du plateau. Ce manchon attaque, à l'intérieur du bloc, un engrenage solidaire de la vis entraîneuse. Une lame métallique fixe le bloc au plateau même et l'empêche de tourner. Comme le système précédent, cet appareil utilise les disques en alliage d'aluminium, mais emploie, pour l'enregistrement, un style à diamant.

Pour la reproduction électrique de l'enregistrement effectué avec l'appareil, il suffit d'enlever l'équipage entraîneur et de remplacer le style enregistreur par une aiguille en fibre de bois.

Il y a lieu de noter ici que tous les disques enregistrés comme ci-dessus peuvent être reproduits non seulement électriquement par un pick-up, mais également par un diaphragme acoustique ordinaire muni, évidemment, d'une aiguille en fibre, pour ne pas détériorer le disque.

Tous ces appareils permettent non seule-

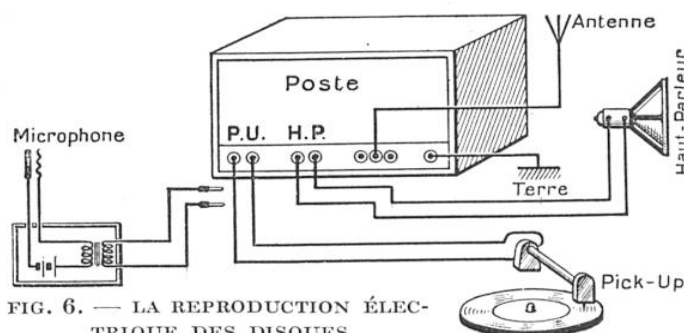


FIG. 6. — LA REPRODUCTION ÉLECTRIQUE DES DISQUES

Le microphone a été débranché. Le courant modulé du pick-up est amplifié par le poste avant d'agir sur le haut-parleur.

ment l'enregistrement électrique, mais également l'enregistrement acoustique direct, en utilisant, à la place du pick-up, un diaphragme enregistreur spécial. Ce dernier porte un petit cornet qui permet d'enregistrer toutes les paroles prononcées devant son embouchure. L'enregistrement est net, mais notablement plus faible que celui fait au pick-up.

Nous avons décrit dans *La Science et la Vie* (1) un appareil français utilisant un mécanisme d'entraînement quelque peu différent de ceux décrits précédemment. Le bras porte pick-up glisse le long d'une tige et est entraîné dans son mouvement de translation par une vis sans fin. La rotation de cette dernière

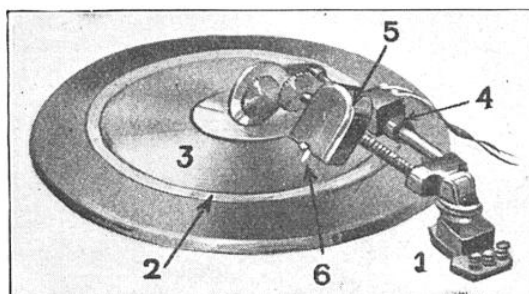


FIG. 7. — DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT ÉLECTRIQUE D'AMATEUR

Le pick-up 5 est guidé par une vis sans fin entraînée par la petite roue caoutchoutée qui s'appuie sur le plateau, vers son centre. L'aiguille 6 trace donc une spirale. — 1, support ; 2, plateau ; 3, disque à graver ; 4, glissière.

est provoquée par une roue reliée par une courroie à une autre petite roue fixée au centre du disque. Le mécanisme est absolument indépendant du bras ordinaire du phonographe et se fixe sur la planche supérieure de l'instrument.

L'enregistrement se fait sur les disques souples, en matière cellulosique devant être enduit d'un produit spécial, après enregistrement, pour durcir le sillon.

Nous allons maintenant décrire deux appareils enregistreurs utilisant, pour l'entraînement du diaphragme ou du pick-up, un pro-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 263.

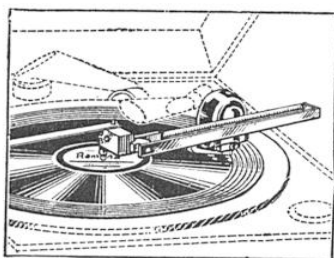


FIG. 8. — AUTRE DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT D'AMATEUR

C'est encore une vis sans fin qui oblige l'aiguille du pick-up à tracer une spirale sur le disque. Ici, c'est le bras acoustique lui-même du phonographe qui sert de support.

cédé bien différent de ceux décrits plus haut.

La figure 10 montre l'ensemble prêt pour l'enregistrement électrique. Comme on le voit, un disque ordinaire de 30 centimètres est posé sur le plateau du phonographe et c'est sur ce disque qu'est placé le disque en aluminium ; un petit tapis en caoutchouc facilite l'entraînement du petit disque par le grand. Le bras porte pick-up est muni d'un petit ressort portant, à son extrémité, une petite aiguille.

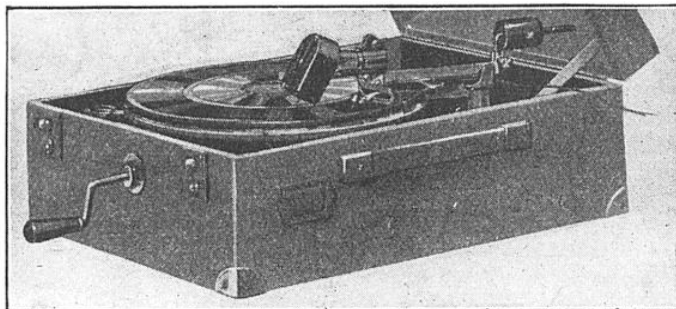


FIG. 10. — ICI, ON UTILISE UN DISQUE-GUIDE SPÉCIAL POUR ASSURER LE DÉPLACEMENT LATÉRAL DU PICK-UP



FIG. 9. - ENREGISTREUR COMPLET SANS PICK-UP

En parlant dans le cornet, l'aiguille du diaphragme trace les sillons sur le disque en aluminium placé au centre. Le mouvement latéral est obtenu en utilisant un disque ordinaire, sur lequel s'appuie une autre aiguille qui suit les sillons et entraîne le dispositif.

Quand les disques tournent, l'aiguille suit le sillon du grand disque et fait déplacer, de cette façon, le pick-up sur le disque en aluminium. Un contrepoids réglable, glissant le long du bras, permet de faire varier la pression du pick-up sur le disque en aluminium, de façon à permettre à l'aiguille en acier d'attaquer le disque dans les meilleures conditions. L'aiguille est en fibre de bois et ne peut pas endommager le disque-guide.

Voici enfin un autre enregistreur, basé sur le même principe, mais utilisé principale-

ment pour les enregistrements de la parole par le procédé acoustique direct. Il peut être monté sur un phonographe ordinaire et n'exige, pour son fonctionnement, ni pick-up ni amplificateur. Il est représenté sur la figure 9. Comme on le voit, c'est également un disque ordinaire qui est utilisé pour l'avancement de l'enregistreur. L'appareil proprement dit est constitué par un diaphragme acoustique, muni d'un style à diamant et d'un cornet acoustique. Un petit levier, muni d'un contrepoids à aiguille, suit le disque guide et fait avancer le style sur le disque en aluminium.

Ainsi, il nous est dorénavant facile d'enregistrer les paroles de nos parents, de nos amis, des personnes qui nous entourent. Nous pouvons conserver, en les enregistrant, certaines émissions reçues par le poste récepteur de T. S. F. : discours, reportages, etc.

L'enregistrement d'amateur fait actuellement ses premiers pas et il est impossible de prévoir aujourd'hui toutes ses applications possibles. Qui sait, peut-être bientôt utiliserons-nous des messages parlés, comme nous utilisons actuellement des lettres écrites, et nous enverrons à des personnes absentes, non le papier froid et indifférent, mais la parole vivante et chaude.

C.-N. VINOGRADOW.

UNE BALANCE SUFFIT POUR MESURER LE RENDEMENT D'UNE MACHINE THERMIQUE

Thermodynamique et entropie

Par F. CHARRON
DOCTEUR ÈS SCIENCES

Le fonctionnement de toute machine thermique est fondé sur deux grands principes : le principe de l'équivalence, d'après lequel la chaleur et le travail constituent deux énergies qui peuvent se transformer l'une dans l'autre, dans un rapport fixe, et le principe de Carnot, qui indique les conditions indispensables pour que la chaleur se transforme en travail. Ce sont les principes mêmes de n'importe quelle machine empruntant l'énergie qui lui est nécessaire à une source de chaleur. Bien que très simples, ces deux principes risquent, s'ils ne sont exposés avec la clarté et la précision désirables, de donner lieu à des interprétations fantaisistes et erronées. Des exemples faciles, empruntés à la vie quotidienne, permettent d'ailleurs de les rendre accessibles à tous. On verra ici comment il faut les interpréter et comment, de ces grandes lois de la thermodynamique, découle une notion particulière, celle d'entropie, qui permet aujourd'hui de mesurer le rendement d'une machine à vapeur au moyen d'une simple balance pour y peser les diagrammes.

La thermodynamique, cet important chapitre de la physique moderne, est constituée par le développement de deux grands principes : le *principe de l'équivalence*, duquel découle la notion d'énergie, et le *principe de Carnot* qui conduit à celle d'entropie.

Cet article est consacré, ainsi que l'indique son titre, à l'entropie. Or, cette fonction, passablement abstraite et difficile à vulgariser, est fortement éclairée par les expositions juxtaposées des deux principes, dont le second vient combler les lacunes laissées par le premier.

Ne voulant rien négliger qui puisse faciliter au lecteur la compréhension de ce difficile sujet, nous jugeons indispensable de rappeler sommairement les deux grands principes de la thermodynamique, et, de leurs conséquences, la notion d'entropie se dégagera plus aisément.

En quoi consiste le principe de l'équivalence

Le principe de l'équivalence, auquel sont attachés les noms de Joule et Robert Mayer, formulé vers 1840, se réduit sous une forme très élémentaire à la proposition suivante :

La chaleur et le travail peuvent se transformer l'une en l'autre; leurs transformations mutuelles se font toujours suivant un taux

invariable, indépendant du système par l'intermédiaire duquel cette transformation s'opère.

Si l'on prend comme unité de travail le kilogrammètre (1) et comme unité de chaleur la grande calorie (2), le taux de la transformation est de 425 kilogrammètres par calorie, dans un sens ou dans l'autre.

On désigne généralement par la lettre *J* cette constante qui fut déterminée par d'innombrables méthodes, dont la plus célèbre est celle de Joule.

Ce physicien échauffait l'eau d'un calorimètre en y faisant tourner un moulinet à palettes qui la brassait, et dont la rotation était due à deux poids suspendus à des cordes, comme la figure 1 l'indique. Joule pouvait ainsi calculer le travail Σ dépensé ; il évaluait, à l'aide d'un thermomètre, l'élévation de température de l'eau et en déduisait la quantité de chaleur apparue *Q*. Le quotient de ces deux quantités donnait la constante *J*, soit 425.

On dit encore qu'il y a équivalence entre la quantité de chaleur et le travail. C'est de là que le premier principe de la thermodynamique tire son nom.

Cette affirmation d'équivalence entre la

(1) Travail nécessaire pour élever un kilogramme à la hauteur de un mètre.

(2) Quantité de chaleur nécessaire pour élever de un degré un kilogramme d'eau.

quantité de chaleur Q et le travail JQ est assez fâcheusement formulée et doit être acceptée sous certaines réserves. Mais n'anticipons pas.

Ce qu'il faut entendre par énergie

En thermodynamique, un système est un ensemble de corps ou d'organes, défini avec précision ; il peut être en communication avec le monde extérieur, duquel il reçoit travail ou chaleur ; il peut aussi en être isolé.

Ainsi, une montre constitue un système qui, par l'intermédiaire du remontoir, reçoit toutes les vingt-quatre heures le travail nécessaire à la bande de son ressort.

Un pot-au feu, un alambic fournissent des exemples de systèmes que l'on pose sur un foyer et qui reçoivent de l'extérieur une certaine quantité de chaleur.

Au contraire, le liquide contenu dans une bouteille « Thermos » immobile et bien bouchée peut être considéré pratiquement comme un système isolé du monde extérieur, avec lequel il n'échange ni travail ni chaleur.

Ceci posé, considérons un système dans un certain état initial : une horloge d'appartement dont le ressort est détendu. Nous lui fournissons de l'extérieur un travail $\mathfrak{E}$ de 2 kilogrammètres. Nous disons que son énergie a augmenté de 2 kilogrammètres. Un pot-au-feu froid (état initial), que nous amenons à l'ébullition (état final), grâce à une quantité de chaleur Q de 300 calories par exemple, a reçu un accroissement d'énergie de $425 \times 300 = 127.500$ kilogrammètres (1) (fig. 2).

Mais ce n'est pas tout, nous pouvons, si nous voulons, fournir à certains systèmes à la fois du travail et de la chaleur. Le pot-au-feu peut être amené à l'ébullition, partie en y faisant tourner un moulinet comme dans l'expérience de Joule sous l'effet d'un travail $\mathfrak{E}$, partie en le chauffant directement sur un foyer qui déverse une quantité de chaleur Q (2).

(1) Cet accroissement d'énergie est, d'après le principe de l'équivalence, égal au produit de la quantité de chaleur Q par la constante J (425) définie plus haut.

(2) D'après le principe de l'équivalence, on dit que

Et, précisément, en vertu de l'équivalence entre la chaleur et le travail, peu importe la manière dont le pot-au-feu a été amené à l'ébullition. Que ce soit par pur travail, ou par chaleur, ou par une combinaison des deux, l'énergie s'est toujours enrichie de 127.500 kilogrammètres.

Comme on dit, l'accroissement d'énergie ne dépend que de l'état initial et final, mais nullement du chemin suivi.

Bien entendu, les nombres représentant le travail et la quantité de chaleur peuvent être négatifs ; ce qui signifie, en langage non algébrique, que le système restitue du travail ou de la chaleur. Tel est le cas d'un moteur de phonographe dont le ressort se détend pendant que le disque tourne, ou d'un pot-au-feu qui se refroidit en même temps qu'il réchauffe l'air ambiant.

Alors, l'énergie de ces systèmes diminue.

Enfin, les systèmes analogues à une bouteille « Thermos », sans aucune communication mécanique ou thermique avec l'extérieur, conservent intacte leur énergie qui ne peut ni augmenter, ni diminuer :

C'est là ce que l'on convient d'appeler le principe de la conservation de l'énergie, cas particulier du principe

de l'équivalence que nous venons d'exposer.

Il existe d'autres variétés d'énergie, mais, pour ne pas compliquer la question, nous nous limiterons expressément, dans cet article, aux échanges de travail et de chaleur.

Ainsi l'énergie est une sorte de richesse d'un système, dont l'unité est le kilogrammètre.

Le lecteur a pu se rendre compte, d'après la manière dont l'énergie se définit, que nous mesurons seulement des augmentations ou des diminutions, et non pas des valeurs absolues. Nous sommes vis-à-vis de l'énergie d'un système comme un caissier par rapport à la fortune de son patron. Il en ignore généralement la valeur, mais il en mesure toutes les variations que ses fonctions de caissier lui font précisément connaître.

L'énergie de ce système a augmenté d'une quantité égale à la somme du travail $\mathfrak{E}$ et du produit de la quantité de chaleur Q par la constante J , soit de la quantité $\mathfrak{E} + JQ$.

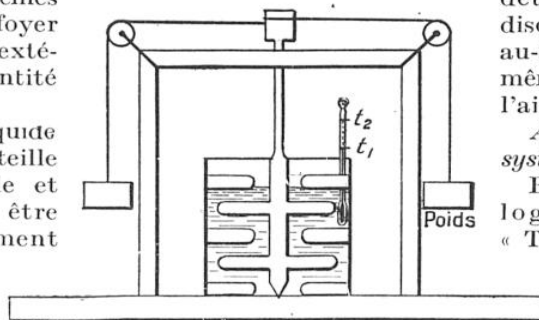


FIG. 1. — EXPÉRIENCE DE JOULE POUR LA DÉTERMINATION DE L'ÉQUIVALENT MÉCANIQUE DE LA CALORIE

Joule chauffe l'eau d'un calorimètre, en transformant en chaleur le travail produit par la chute de deux poids. Le système, grâce auquel la transformation s'opère, est un moulinet qui brasse l'eau d'un calorimètre.

Nous verrons, dans quelques instants, qu'il en est de même pour l'entropie. Nous n'en mesurons que des augmentations ou des diminutions.

Interprétations fantaisistes du principe de l'équivalence

Le principe de l'équivalence est strictement exact, ne l'oublions pas ; mais il faut bien avouer qu'il se prête merveilleusement à d'extravagantes interprétations. Et, certes, nombre de demi-savants, enthousiasmés par les promesses qu'ils croyaient incluses dans son énoncé, en ont tiré certaines conclusions des plus « réjouissantes » !

Par exemple, disaient-ils, l'eau d'un fleuve, même froide, contient de la chaleur en quantité considérable. Si la température d'un mètre cube de cette eau s'abaisse de 10° à 0° , cela suppose un dégagement de 10.000 calories par mètre cube, auxquelles il en faut encore ajouter 80.000, si l'eau se congèle. Or, qui nous empêche de les transformer en travail ? Et, puisque le taux de la transformation est de 425 kilogrammètres par calorie, on voit d'ici le travail énorme recueilli. Une locomotive pourrait ainsi fonctionner sans charbon, simplement avec l'eau froide de son tender qui, à l'arrivée, serait transformée en glace !

On prétend que Diderot demandait ironiquement, à l'un de ces discoureurs, combien il fallait de boules de neige pour chauffer un four !

Ces erreurs sont, à la vérité, un peu dues au choix malheureux de certaines expressions, et en particulier, du mot *équivalence*, sur lequel nous reviendrons, et du mot *énergie*, dont le sens thermodynamique ne correspond pas toujours à l'idée vulgaire que le langage courant attache à cette expression.

En somme, le principe de l'équivalence se réduit à ceci : le travail peut se transformer en chaleur au taux invariable connu (cela, c'est toujours facile) et la chaleur peut se transformer en travail au même taux de 425 kilogrammètres par calorie.

Mais quand peut-on la transformer ?

Et qu'arrive-t-il, si on ne le peut pas ?

C'est alors qu'intervient le principe suivant qui complète le premier et qui, cependant, lui est antérieur d'une vingtaine d'années.

Le principe de Carnot

Le grand physicien Sadi Carnot, réfléchissant aux conditions de fonctionnement des machines thermiques, émit, dès 1824, les idées suivantes dont les auteurs signalés plus haut auraient bien dû s'imprégner :

Première idée : *Pour qu'un engin quelconque puisse transformer de la chaleur en travail, il faut deux sources de chaleur à deux températures différentes, la source chaude et la source froide.*

Ceci réduit à néant la possibilité d'utiliser l'eau d'une rivière ou de la mer, même si elle est chaude, pour faire tourner un moteur, à moins que l'on ne puisse trouver à côté une autre source à température différente. Ainsi l'audacieux réalisateur qu'est Georges Claude, voulant retirer de l'énergie motrice de la surface des mers tropicales (1), prend soin de ramener, du fond, de l'eau glacée, et ce n'est pas la moindre difficulté de son projet.

Deuxième idée : *Même avec deux sources à températures différentes, il est impossible de transformer en travail toute la chaleur prise à la source chaude. Une partie importante est fatalement restituée à la source froide. En vertu du principe de l'équivalence, c'est seulement la différence qui est transformée en travail (2).*

Ainsi, quand nous brûlons 10 kilogrammes de charbon dans le foyer d'une machine à vapeur et que nous dégageons ainsi 80.000 calories, nous en restituons sous forme de chaleur, par exemple 20.000 dans la cheminée, 5.000 par rayonnement dans la chaufferie, 2.000 dans les frottements divers, 45.000 au condenseur, soit au total 72.000 ; 8.000 calories manquent à l'appel, ce sont celles-là qui se transforment en travail au taux voulu (fig. 3).

Troisième idée : Appelons T_1 la tempéra-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 18.

(2) Carnot, quand il énonça ce principe, croyait que la chaleur prise à la source chaude se retrouvait tout entière à la source froide. Vers la fin de sa vie, il rectifia cette erreur.

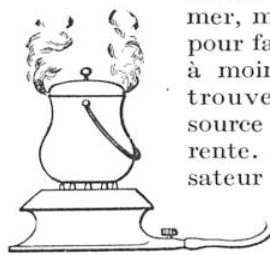
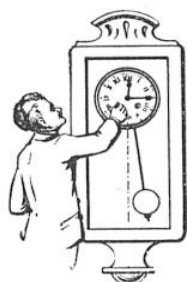


FIG. 2. — EXEMPLES D'ENRICHISSEMENT DE SYSTÈMES EN ÉNERGIE

Une pendule que l'on monte, un pot-au-feu que l'on porte à l'ébullition, emmagasinent de l'énergie, sous forme mécanique dans le premier cas, sous forme thermique dans le second.

ture absolue (1) de la source chaude (la chaudière), T_2 celle de la source froide (le condenseur). Dans les meilleures conditions possibles, il y a proportionnalité entre les quantités de chaleur Q_1 versée par la source chaude, Q_2 restituée à la source froide, et les températures correspondantes.

En langage ordinaire, ceci veut dire que si la chaudière est à 450° absolus (177° centésimaux) et le condenseur à 300° absolus (27° centésimaux), la quantité de chaleur restituée au condenseur est les deux tiers de la quantité fournie à la chaudière. Donc le tiers seulement est utilisé. La notion de rendement découle de là.

Or, ce rendement maximum ne dépend que des températures des deux sources et nullement de l'agent de la transformation. En conséquence, il faut élever la plus possible la température de la chaudière; on augmente ainsi la proportion de chaleur utilisée.

Quelques inventeurs crurent autrefois tirer un grand bénéfice des machines à vapeur d'éther. Ils ne firent rien de bon. Les ingénieurs actuels, en conformité avec le principe de Carnot, font des machines à vapeur de mercure (2) et obtiennent des rendements élevés.

Le mot « équivalence » appelle des réserves

Nous comprenons maintenant combien ce mot « équivalence », pris dans son sens absolu, est ici déplacé.

Il n'est pas vrai de dire qu'un travail et la quantité de chaleur correspondante sont équivalents, car si nous voulons faire tourner une machine, ces deux énergies ne donneront pas le même résultat.

Il n'est pas vrai non plus de dire que 1.000 calories puisées à 1.000° sont équivalentes à 1.000 calories puisées à 100°; la

preuve, c'est que l'on pourra retirer beaucoup plus de travail dans le premier cas que dans le second.

Voici encore autre chose : prenons un système isolé, une sorte de bac à deux compartiments, contenant 100 kilogrammes d'eau à 100° et 100 kilogrammes d'eau à 20°. Ouvrons une vanne intérieure et mélangeons le tout : nous obtenons 200 kilogrammes d'eau à 60°, dont l'énergie est la même.

Cependant, avec le premier système, nous pourrions faire tourner une machine à vapeur, tandis que le second n'est plus bon à rien.

Donc, la conservation de l'énergie correspond tout de même à la perte de quelque chose.

Ceci montre que le mot *équivalence* doit être pris dans un sens restreint, et que le mot *énergie* ne représente pas une richesse convertible en travail mécanique. Aussi bien, des physiciens comme Gibbs et Helmholtz ont éprouvé le besoin de définir

l'énergie utilisable, qui correspond précisément à la quantité du travail mécanique que l'on peut retirer d'un système.

D'après les exemples donnés ci-dessus, toute énergie thermique fournie à une machine motrice se partage en deux portions : l'une, dite utilisable, que l'on voudrait aussi grande que possible et qui se transforme en travail mécanique ; l'autre qui se retrouve sous forme de chaleur dégradée à une température plus basse : elle est inutilisable.

Nous n'avons pas encore prononcé le mot d'entropie, mais nous y arrivons.

Qu'est-ce qu'une transformation réversible ?

On appelle ainsi une transformation qui s'exécute dans des conditions extrêmement voisines de celles qui maintiendraient le système considéré en équilibre.

Quelques exemples rendront plus claire cette notion :

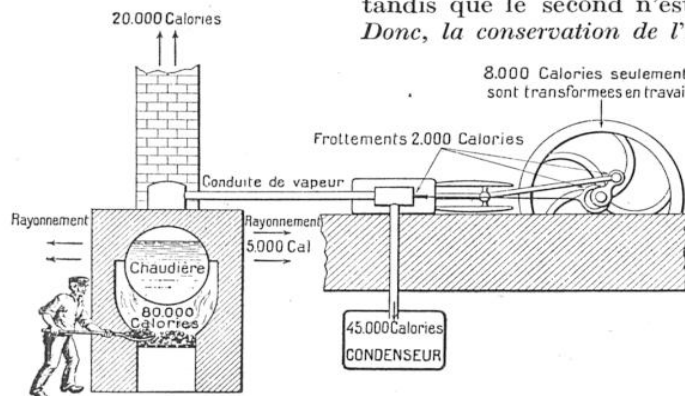


FIG. 3. — BILAN DE LA RÉPARTITION DES CALORIES DANS UNE MACHINE

Le chauffeur vient d'enfourner 10 kilogrammes de charbon qui, en brûlant, dégageront 80.000 calories. Que vont devenir ces calories ? 20.000 s'échappent par la cheminée, 5.000 par rayonnement, 45.000 dans le condenseur, 2.000 dans les frottements. 8.000 calories manquent à l'appel. Ce sont celles-là qui vont être transformées en travail.

Deux poids égaux de 3 kilogrammes attachés aux deux bouts d'une corde enroulée sur une poulie parfaitement graissée sont en équilibre. Mettons d'un côté une surcharge de 2 grammes; le poids le plus lourd descend tout doucement pendant que l'autre monte. Le système évolue d'une manière à peu près réversible. Si nous mettons 5 kilogrammes d'un côté et 1 de l'autre, le système se mettrait brutalement en marche et se transformerait irréversiblement.

Ou bien encore un bain-marie, dans lequel l'eau chaude à 100° chauffe le liquide intérieur à 99°, fournit l'image d'une autre transformation à peu près réversible. Tandis qu'un pot-au-feu à 100°, chauffé par une flamme de gaz à 1.600°, l'est irréversiblement.

Enfin, la vapeur qui se détend à l'intérieur du cylindre d'une locomotive, en poussant le piston, offre un troisième exemple d'une transformation à peu près réversible, en négligeant les pertes par les parois. Au contraire, quand le mécanicien envoie, à travers les purgeurs, un violent jet de vapeur qui s'échappe bruyamment dans l'atmosphère, voilà une détente tout à fait irréversible (fig. 4).

Nous avons fait allusion, à propos du principe de Carnot, aux conditions du rendement maximum. Celles-ci supposent la réversibilité des phénomènes.

Comment concevoir la notion d'entropie

Nous sommes maintenant mieux préparés à aborder cette notion, mais seulement dans un cas très simplifié.

Reprenons notre machine à vapeur avec sa chaudière à 450° absolus et son condenseur à 300° absolus.

Nous fournissons à la chaudière, et d'une

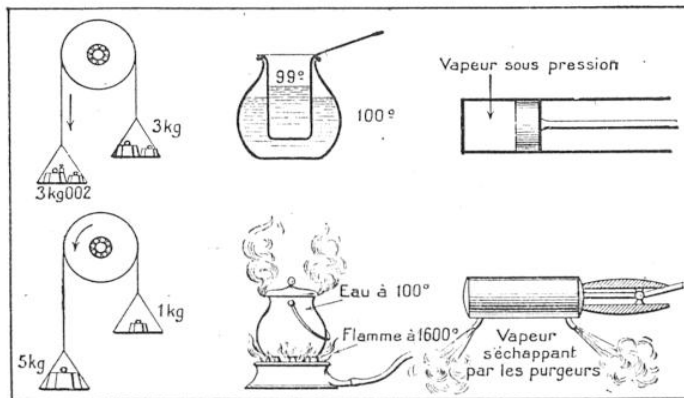


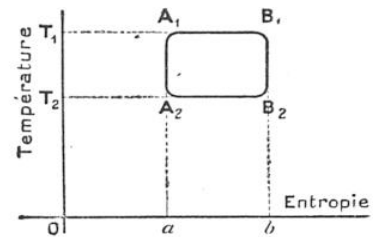
FIG. 4. — EXEMPLES DE TRANSFORMATIONS, QUASI RÉVERSIBLES (EN HAUT) ET IRRÉVERSIBLES (EN BAS)
(Voir les explications dans le texte de cette page.)

FIG. 5.

DIAGRAMME ENTROPIQUE

Les valeurs de l'entropie sont portées en abscisses, celles de la température en ordonnées. Le rendement

de la machine, dans lequel le fluide évolue suivant le cycle $A_1B_1B_2A_2$, entre les températures absolues T_1 et T_2 , est égal au rapport de cette aire à l'aire totale A_1B_1ba .



manière réversible (ceci est formellement supposé), une quantité de chaleur Q à la température de cette chaudière T . Le quotient de cette quantité de chaleur par la température mesure la quantité dont l'entropie s'est enrichie.

Ainsi l'augmentation d'entropie d'un système, c'est le quotient de la quantité de chaleur qui lui est fournie par la température sous laquelle a lieu cette opération d'une manière réversible.

C'est le grand physicien Clausius qui introduisit cette notion.

Nous ne comptons d'ailleurs pas sur cette définition trop abstraite, qu'il faut bien donner cependant, pour faire saisir cette notion, mais plutôt sur certaines conséquences remarquables.

Observons d'abord que l'entropie, ainsi que nous l'avons annoncé, se mesure par des différences, accroissements ou diminutions, tout comme l'énergie. Les remarques faites plus haut à ce sujet sont donc encore valables.

Il résulte de la définition même que l'entropie, multipliée par la température sous laquelle la chaleur est introduite, donne cette quantité de chaleur. On pressent tout l'intérêt de cette notion dans l'étude des machines thermiques. Les ingénieurs utilisent des méthodes graphiques et dessinent des diagrammes. Le diagramme entropique est construit en traçant la courbe représentative de la température en fonction de l'entropie. L'aire A_1B_1ba est égale à la quantité de chaleur versée par la source chaude à la température T_1 de la chaudière. De même l'aire A_2B_2ba est égale à la quantité de chaleur restituée à la source froide, c'est-à-dire au condenseur. Le

rendement théorique de la machine est donné par le rapport des deux aires $A_1 B_1 B_2 A_2$ et $A_1 B_1 b a$. Il suffit de les découper, et deux pesées permettent donc de déterminer un rendement.

Un système « isolé » évolue toujours de façon que son entropie augmente

Un vase bien calorifugé à deux compartiments contient d'un côté de l'eau bouillante, et de l'autre un même poids d'eau glacée. Au bout de quelques heures, les températures se sont uniformisées et l'eau est tiède. L'énergie du système n'a pas varié, le premier principe de la thermodynamique l'enseigne. Et l'entropie, qu'est-elle devenue ?

On serait presque tenté de répondre qu'elle n'a pas changé non plus, puisque le système n'a reçu ni donné de chaleur.

Mais cette transformation est irréversible et ne permet pas le calcul de l'entropie. Il faut réversiblement enlever de la chaleur à l'eau chaude et non moins réversiblement en restituer à l'eau froide, et alors, en vertu de la définition de l'entropie, il se trouve qu'elle a augmenté, car la première opération s'opère à une température supérieure à la deuxième.

Cette remarque est fondamentale et peut être généralisée. L'augmentation d'entropie correspond à la diminution des contrastes, à une diminution de l'énergie utilisable, ou, si l'on veut, à une usure du système.

Comment on peut appliquer la notion d'entropie à l'Univers

Actuellement, il existe des astres très chauds qui se refroidissent. La Terre elle-même présente des contrastes : sa température centrale est élevée, sa température superficielle est faible. Peu à peu, cette planète va se refroidir entièrement jusqu'au centre, le Soleil et les étoiles aussi, et le dernier stade de l'Univers correspondra à une course d'astres froids, morts, continuant à décrire leurs formidables orbites dans une nuit totale et glacée.

Cet état peut être momentanément troublé par un cataclysme tel qu'une rencontre rétablissant l'incandescence des astres tombés les uns sur les autres. Mais tout choc constitue un phénomène irréversible ; les astres réchauffés retourneront à l'état refroidi, de sorte que l'état final obscur et glacé est probable.

A ce moment, l'entropie de l'Univers aura atteint son maximum.

Mais, outre qu'il est délicat d'appliquer à l'ensemble de l'Univers des conclusions va-

lables pour un système isolé, certaines théories modernes s'opposent à ces conclusions.

L'entropie et le calcul des probabilités

Le repos apparent des corps inertes cache une vive agitation corpusculaire (1). Un gaz est constitué par un nombre considérable de molécules en agitation perpétuelle, rebondissant les unes contre les autres et contre les parois du récipient qui les contient. L'agitation est d'autant plus grande que la température est plus élevée.

Mais, alors, si tout est mouvement, quelle sera donc la différence entre un gaz dit en repos ou bien en mouvement réel ?

C'est que, dans le premier cas, les molécules vont aussi souvent et avec la même vitesse moyenne à droite ou à gauche, vers le haut ou vers le bas. Dans le tube d'un soufflet, les molécules vont en moyenne plus vite vers l'extrémité libre ; il en résulte un mouvement d'ensemble.

Ces deux exemples font comprendre la notion intéressante d'équilibre statistique.

Imaginons maintenant deux gaz dans un récipient à deux compartiments : d'un côté de l'oxygène, de l'autre de l'azote. Le tout à la même température et à la même pression. Ouvrons une vanne dans la cloison. Chaque gaz va-t-il rester sur ses positions ?

Evidemment non. C'est exactement comme si on disposait, sur un billard, cinquante boules rouges d'un côté, cinquante boules blanches de l'autre, et que des joueurs armés de queues se missent à caramboler dans le tas. Il paraît bien sûr qu'au bout de peu de temps le billard serait uniformément parsemé de billes rouges et blanches.

De même, les molécules d'azote et d'oxygène à force de se promener en tous sens et de rebondir les unes contre les autres, finiront par se mélanger intimement et uniformément.

Sans qu'il soit besoin d'insister au moyen de calculs difficiles, on a l'intuition que l'état de répartition uniforme correspond à une probabilité tellement plus grande qu'il s'impose avec une quasi-certitude.

De là découle une nouvelle propriété de l'entropie, en relation étroite avec la probabilité d'un état.

On voit que cette notion d'entropie, que nous avons pu présenter d'une façon relativement simple, conduit à des développements inattendus d'ordre physique et même métaphysique, sur lesquels nous ne pouvons nous étendre, mais qui méritaient cependant d'être ici signalés. F. CHARRON.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 147, page 207.

POUR SUPPRIMER LE ROULIS DES NAVIRES

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Pour la première fois, un paquebot de gros tonnage va être équipé de dispositifs stabilisateurs contre le roulis. C'est le paquebot italien Conte di Savoia, de 48.000 tonnes, qui sera muni de trois gyroscopes, dont les volants, de 4 mètres de diamètre, ne pèseront pas moins de 100 tonnes. Le problème de la stabilisation automatique des navires — dont l'intérêt sollicite les techniciens, qu'il s'agisse du plus grand confort des passagers, du tir de l'artillerie navale ou de la manœuvre des avions sur des navires spéciaux (1) — a déjà fait l'objet de plusieurs solutions : nageoires stabilisatrices inventées par l'ingénieur japonais Matora, citernes anti-roulis en usage en Allemagne, gyroscopes. C'est à l'Allemand Schlick qu'est due l'idée d'utiliser le gyroscope pour combattre le roulis. Aujourd'hui, deux systèmes sont en présence : le système de l'Américain Sperry (qui équipera le Conte di Savoia) et le système du Français Fieux, utilisé sur certains bâtiments de la marine de guerre française. Voici un exposé complet et accessible à tous de ce problème fort délicat de la stabilisation automatique des navires.

L'ACTION des vagues de la mer sur la coque d'un navire communique à ce dernier des mouvements oscillatoires de deux sortes : dans le sens longitudinal, ces oscillations constituent le *tangage* ; dans le sens transversal, elles portent le nom de *roulis*. Ce dernier mouvement est de beaucoup le plus gênant et peut même, dans certains cas, compromettre la sécurité du bâtiment, alors que le tangage est relativement peu prononcé, surtout sur les navires de fort tonnage. C'est pourquoi de nombreux inventeurs ont imaginé divers procédés de stabilisation dans le but de supprimer le roulis ou, tout au moins, de l'atténuer dans de fortes proportions, et se sont efforcés, avec plus ou moins de succès, de mettre au point des réalisations pratiques de leurs conceptions.

C'est qu'en effet la suppression du roulis présente de l'intérêt à beaucoup de points de vue. Ainsi, à bord des navires de commerce et des paquebots, elle se traduit par une augmentation du confort, à la fois pour les passagers et pour l'équipage. Sur les navires de guerre, la stabilisation facilite la manœuvre de l'artillerie et augmente la précision du tir ; sur les bâtiments porte-avions, en particulier, elle permet l'envol et l'atterrissage des avions sur le pont avec sécurité, même par gros temps. D'une manière générale, le roulis réduit sensiblement le rendement de l'appareil propulseur et le soumet à des efforts irréguliers ; de plus, il fait perdre au navire une partie de sa vitesse,

en même temps qu'il fatigue la coque.

De nombreux bâtiments de types divers : paquebots, cargos, yachts, contre-torpilleurs, porte-avions, sous-marins, etc., sont aujourd'hui munis de stabilisateurs de différents systèmes, permettant de soustraire plus ou moins complètement les navires à l'action de la houle.

Le mécanisme du roulis

Supposons qu'un bâtiment quelconque, flottant dans l'eau calme d'un bassin, soit, par un procédé quelconque, écarté de sa position d'équilibre verticale, de manière que son inclinaison ne dépasse pas quelques degrés, puis soit abandonné à lui-même. Il va alors revenir à sa position d'équilibre, après avoir effectué, de part et d'autre de la verticale, une série d'oscillations d'amplitude décroissante. L'expérience montre que ce mouvement est analogue à celui d'un pendule placé dans un milieu résistant. En particulier, on peut considérer que la période d'oscillation, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre deux passages dans le même sens des mâts par la verticale, est toujours la même quelle que soit l'amplitude, pourvu que cette dernière ne dépasse pas une dizaine de degrés. Pour des inclinaisons supérieures, on observe que la période d'oscillation a tendance à croître.

La période propre d'un navire — celle correspondant aux oscillations de faible amplitude — dépend évidemment de la forme de la coque et du poids total ; de plus, elle varie avec la position du centre de gra-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 155, page 402.

tivité, et, par suite, avec la répartition de la charge à bord ; à charge totale égale, un cargo pourra donc se comporter différemment d'une traversée à l'autre.

Les paquebots transatlantiques de fort tonnage ont des périodes d'oscillation extrêmement longues, pouvant dépasser 25 secondes. Pour les bâtiments lourds comme les cuirassés, le chiffre correspondant est de l'ordre de 15 secondes, tandis que, pour les bâtiments légers, torpilleurs et contre-torpilleurs, il tombe couramment à 4 ou 5 secondes. Ce sera donc ce dernier type de bâtiment qui sera le plus exposé au roulis, car, par gros temps, la période de la houle pourra prendre des valeurs voisines de la période propre du navire et compromettre ainsi, dans certains cas, sa sécurité.

On sait que la houle n'est pas constituée par un déplacement d'ensemble du liquide constituant la vague, mais bien par un ensemble de mouvements oscillatoires effectués sur place, se propageant

avec une certaine vitesse (1). On désigne sous le nom de *période de la houle* le temps qui s'écoule entre le passage en un même point des crêtes de deux vagues successives. Ce temps est généralement de l'ordre de 8 secondes pour les grandes vagues que l'on observe pendant les tempêtes. Ce n'est que tout à fait exceptionnellement que l'on a pu mesurer des périodes supérieures à 20 secondes. La plupart du temps, la houle est constituée par la superposition de deux ou plusieurs systèmes simples de vagues, de périodes légèrement différentes, qui interfèrent, de sorte que, dans la réalité, les réactions de la houle sur la coque des navires sont d'une grande complication. Pour plus de simplicité et de clarté, nous n'envisagerons, dans ce qui va suivre, que des houles « simples », constituées par des trains de vagues de périodes bien déterminées et d'amplitudes constantes.

On a cru pendant longtemps que les oscillations des navires étaient provoquées et entretenues par le choc des vagues venant se briser sur leur coque. Pourtant, il n'est pas rare d'observer un roulis très accentué dans le cas d'une houle très douce, sans qu'il

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 289.

y ait, à proprement parler, de choc sur la coque. Aujourd'hui, on explique le roulis en remarquant que, lorsqu'une vague aborde un bâtiment par le travers, les pressions exercées par l'eau des deux côtés de la coque ont des valeurs différentes et qu'il en résulte un couple tendant à faire tourner le navire autour de son axe longitudinal, et à amener ses mâts à coïncider avec la normale à la surface de la vague. Dans cette dernière position, en effet, les pressions des deux côtés de la coque, à bâbord et à tribord, sont égales et, si le navire était complètement dépourvu d'inertie, comme nous le supposons dans la figure 1, ses mâts seraient, à chaque instant, dirigés suivant la normale à la surface des vagues, c'est-à-dire que la période du roulis

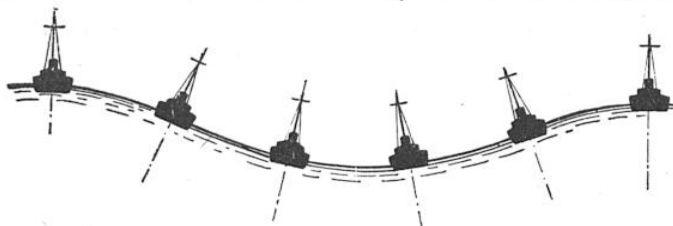


FIG. 1. — UN NAVIRE, SUPPOSÉ DÉPOURVU COMPLÈTEMENT D'INERTIE, S'INCLINERAIT DE TELLE MANIÈRE, SOUS L'ACTION DE LA HOULE, QUE SES MATS RESTERAIENT CONSTAMMENT DIRIGÉS SUIVANT LA NORMALE À LA SURFACE DES VAGUES

serait rigoureusement égale à la période de la houle. Si, au contraire, nous supposons que le navire ait une très grande inertie, c'est-à-dire qu'il n'obéisse qu'avec une extrême lenteur aux efforts transversaux qui lui sont ap-

pliqués, il demeurera, comme nous l'avons représenté sur la figure 2, avec ses mâts verticaux, insensible au roulis. En pratique, les navires n'étant ni dépourvus d'inertie, ni dotés d'une inertie infinie comme dans les exemples précédents, seront soumis à une série d'impulsions au rythme de la houle, et obéiront à ces impulsions avec un certain retard, d'ailleurs variable ; leur mouvement, extrêmement complexe, dépendra à la fois de leur période propre et de celle de la houle. Ainsi, si nous supposons, par exemple, qu'un paquebot possédant une période propre de 22 secondes soit soumis à l'action d'un train de vagues se succédant à intervalles de 8 secondes, la période du roulis (qu'il ne faut pas confondre avec la période propre d'oscillation, ni avec la période de la houle) sera de 88 secondes. C'est-à-dire que le paquebot effectuera quatre oscillations simples d'amplitude croissante, puis quatre oscillations simples d'amplitude décroissante et recommencera ce cycle indéfiniment. Si la période du paquebot était de seulement 21,4 secondes, la houle restant la même, le calcul montrerait que la période du roulis atteindrait 856 secondes, soit près d'un

quart d'heure et comprendrait quarante oscillations simples du paquebot d'amplitudes croissantes suivies de quarante oscillations d'amplitudes décroissantes. On voit donc que de très faibles variations dans la période du navire, comme du reste dans la période de la houle, suffisent pour changer considérablement l'allure du phénomène.

Le cas particulier où la période propre du navire est égale à celle de la houle présente une grande importance dans la pratique, car il intéresse tout particulièrement les bâtiments légers, les torpilleurs, par exemple. Les efforts périodiques des vagues ont alors pour effet d'accroître l'amplitude des oscillations de telle manière que le bâtiment court le risque de capoter, même si la houle n'est pas violente, car il s'agit là d'un véritable phénomène de résonance qui dépend beaucoup plus de la période des vagues que de leur force. En pratique, le danger est cependant moins grand qu'on pourrait le supposer. En

effet, d'une part, la houle est loin d'être simple, et la présence simultanée de plusieurs systèmes de vagues de périodes différentes modifie l'allure du phénomène. D'autre part, nous avons vu que, pour des oscillations très amples, la période propre d'un navire croît, ce qui détruit l'égalité des périodes et, par conséquent, la résonance. Enfin, l'énergie absorbée dans les oscillations croît très rapidement et limite en pratique l'amplitude. On met souvent à profit cette constatation en munissant les coques de quilles ou nageoires latérales qui empêchent l'amplitude des oscillations de prendre des valeurs exagérées, en même temps qu'elles augmentent la période propre du navire.

Une solution japonaise originale : les nageoires stabilisatrices

Il résulte de ce que nous avons dit précédemment sur l'origine du roulis qu'il est nécessaire, pour stabiliser complètement un navire, d'opposer à chaque instant aux efforts qui tendent à faire tourner la coque dans un certain sens, autour de son axe longitudinal, des efforts égaux et directement opposés. Nous examinerons plus loin en

détail les solutions de ce problème qui sont devenues en quelque sorte classiques, et qui sont actuellement appliquées sur un certain nombre de bâtiments. Le dispositif suivant, qui a été installé, tout récemment, sur des bâtiments de quelques centaines de tonnes, se distingue de tous les autres par sa conception très originale. Il est dû à un Japonais, le docteur Matora, et a été installé, en particulier, sur le *Mutsu Maru*, petit vapeur déplaçant 590 tonnes et servant au cabotage. Il consiste en deux nageoires latérales, d'environ 1 mètre de long sur 1 mètre de large et faisant saillie à l'extérieur de la coque, naturellement bien au-dessous de sa ligne de flottaison. Ces nageoires sont orientables un peu à la manière des

ailerons d'un avion et jouent un rôle analogue. Lorsque le roulis a tendance à s'amorcer, les nageoires s'orientent de telle manière que, par l'effet de la vitesse propre du navire, l'eau exerce sur elles une pression qui

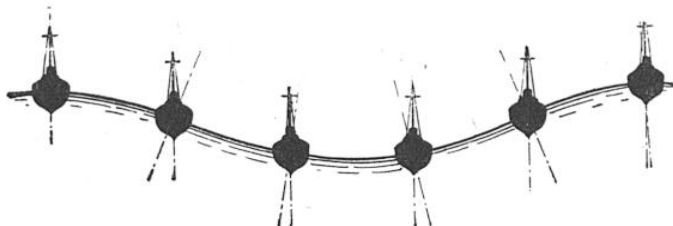


FIG. 2. — UN NAVIRE POSSÉDANT UNE INERTIE INFINIE CONSERVERAIT SA POSITION VERTICALE AU PASSAGE DE LA HOULE

Les efforts qui s'exercent sur la coque du bâtiment tendent à incliner les mâts vers la normale à la surface des vagues.

équilibre le couple de roulis. Cependant ce résultat n'est obtenu que si la vitesse du navire est suffisamment grande, car la pression de l'eau sur les nageoires est proportionnelle au carré de la vitesse relative. A faible vitesse, l'effet stabilisateur décroît rapidement et est nul lorsque le navire est à l'arrêt, ce qui peut être gênant dans le cas d'un accident de machine obligeant à stopper par gros temps.

Par temps calme, les nageoires peuvent être ramenées dans les logements prévus à cet effet, à l'intérieur de la coque, ce qui permet de supprimer la résistance supplémentaire à l'avancement, qui résulte inévitablement de leur emploi.

L'orientation des nageoires s'opère automatiquement, grâce à un moteur électrique commandé par un gyroscope (d'une manière analogue au système Sperry, dont nous parlerons plus loin); leur manœuvre s'opère presque instantanément, le changement d'orientation demandant moins d'une seconde.

Les résultats obtenus avec ce dispositif ont été jusqu'ici encourageants. En effet, on a pu constater, au cours des essais, que la valeur moyenne du roulis (valeur moyenne

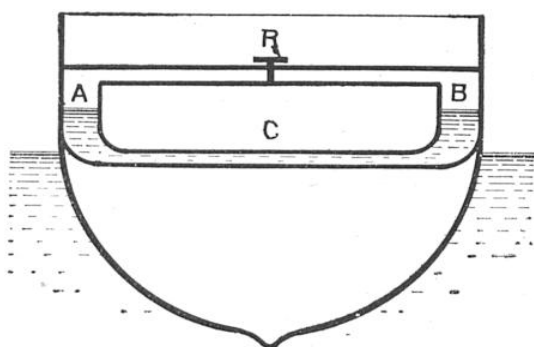


FIG. 3. — DISPOSITION SCHÉMATIQUE DES CITERNES ANTIROULIS (SYSTÈME FRAHM) A BORD D'UN PAQUEBOT

Les deux réservoirs A et B communiquent, à leur partie supérieure, par un tube rempli d'air et, à leur partie inférieure, par une canalisation C. Le liquide, en passant d'un réservoir dans l'autre, exécute des oscillations dont on règle à volonté la période en freinant plus ou moins le passage de l'air à l'aide du robinet R.

de l'amplitude des oscillations mesurée en degrés par rapport à la verticale) ne dépassait pas 3 degrés par mer agitée, alors que, dans les mêmes conditions, mais sans stabilisateurs, le navire s'inclinait, en moyenne, de 12 degrés sur la verticale.

Les citernes antiroulis

Il y a déjà longtemps que l'on a remarqué que les caractéristiques d'un navire et, en particulier, sa période propre d'oscillation, sont modifiées lorsque de l'eau est susceptible de se mouvoir librement dans certains compartiments de la coque. En 1881, on essaya d'utiliser cette propriété à bord du cuirassé anglais *Inflexible*, qui avait tendance à rouler exagérément. Ce procédé, qui a dû être abandonné car les chocs de l'eau sur les parois de la coque menaçaient par gros temps la solidité du bâtiment, est à l'origine du système de citernes antiroulis mis au point par un Allemand, le docteur Frahm. La figure 3 en montre la disposition schématique.

Les deux réservoirs A et B, placés l'un à bâbord, l'autre à tribord, et à moitié remplis d'eau, sont réunis à leur partie inférieure par un canal C et à leur partie supérieure par un tube rempli d'air. Dans cet ensemble hermétiquement clos, le liquide peut effectuer des oscillations et se comporte alors comme un pendule se mouvant dans un milieu résistant. Il est possible de faire varier la période de ces oscillations en augmentant ou en diminuant la résistance au mouvement

du liquide, c'est-à-dire en fermant plus ou moins le robinet R. En pratique, on agira sur ce robinet de telle manière que la période des oscillations du liquide dans les réservoirs soit rigoureusement égale à la période propre du navire.

Dans ce cas particulier, lorsque le bâtiment se met à « rouler », le liquide effectue des oscillations en passant du réservoir A au réservoir B et réciproquement, mais avec un retard d'un quart de période sur les oscillations du navire. Par conséquent, toutes les fois que le bâtiment passe par la verticale, avant de s'incliner, par exemple, sur tribord, il se trouve que, précisément, le niveau dans le réservoir de bâbord est à son maximum et celui dans le réservoir de tribord à son minimum ; le poids de l'eau du système a donc tendance à s'opposer au mouvement de roulis et diminue la vitesse avec laquelle le navire passe par la verticale. Le phénomène inverse se produit lorsque le bâtiment s'incline sur bâbord. Il en résulte que les oscillations du navire s'amortissent très rapidement. Il convient, d'ailleurs, de remarquer que l'effet stabilisateur de ce système est nul lorsque le navire ne « roule » pas et est d'autant plus grand que le roulis est plus accentué.

Les deux premiers navires munis du système Frahm furent l'*Ypirango* et le *Corcovado*, de la compagnie allemande Hamburg-America, qui assuraient la liaison entre Hambourg, Mexico et Buenos-Aires, et qui tenaient très mal la mer. L'installation de

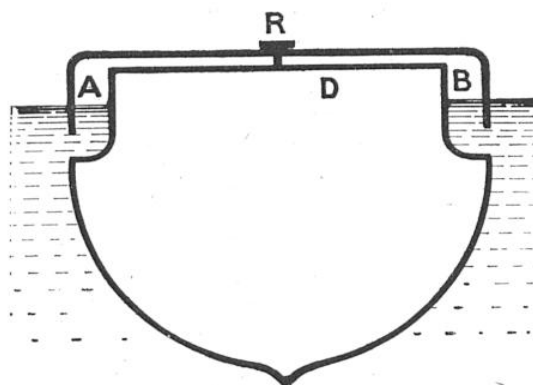


FIG. 4. — NOUVELLE DISPOSITION DES CITERNES ANTIROULIS DÉRIVANT DU SYSTÈME DE LA FIGURE 3 PAR SUPPRESSION DE LA CANALISATION D'EAU

Bien que les citernes A et B communiquent directement avec la mer, le principe de la stabilisation est le même que dans le procédé Frahm. De nombreux paquebots allemands sont aujourd'hui munis d'un tel équipement.

citernes antiroulis sur le pont supérieur de ces deux navires a permis de réduire l'amplitude du roulis de 11 degrés aux environs de 2 degrés.

A la suite de ces excellents résultats, on construisit, principalement en Allemagne, toute une série de bâtiments divers munis de citernes stabilisatrices analogues à celles que nous avons décrites. Depuis la guerre, environ vingt et un navires, représentant un déplacement total de 500.000 tonnes, ont appliqué ce procédé. Il convient de mentionner, en particulier, les deux nouveaux paquebots du Norddeutscher Lloyd, le *Bremen* et l'*Europa*, sur lesquels l'installation des citernes antiroulis a permis la suppression des quilles latérales et, par conséquent, une diminution appréciable de la résistance à l'avancement.

Les chantiers de constructions navales allemands employèrent ce procédé pendant la guerre sur un certain nombre de contre-torpilleurs et un croiseur léger, en substituant à l'eau des réservoirs le mazout utilisé pour la chauffe et réalisant ainsi une importante économie de poids. Le système Frahm fut également appliqué à de nombreux sous-marins, et la nécessité d'économiser le plus possible la place à bord de ce type de bâtiment conduisit à modifier le dispositif original suivant le schéma de la figure 4. On voit que le canal *C* réunissant sur la figure 3 les parties inférieures des deux réservoirs *AB* a été supprimé et remplacé par de larges ouvertures mettant les réservoirs en communication directe avec la mer. La stabilisation du navire s'opère exactement de la même manière que précédemment. On a même pu aller plus loin dans la voie de la simplification et supprimer la tuyauterie *D*, servant au passage de l'air, en mettant les réservoirs *A* et *B* en communication avec l'atmosphère. Cette manière de procéder n'a été appliquée que sur des sous-marins.

Au contraire, sur un certain nombre de paquebots, on a adopté le schéma de principe de la figure 4. Citons, en particulier, l'*Albert-Ballin*, le *Deutschland*, le *New York*, le *Hamburg* de la Hamburg-America. Sur le *Cap Polonio* et le *Cap Arcona*, appartenant à la Hamburg-Sud-America, on rencontre une combinaison entre le système Frahm original et le système modifié.

La stabilisation par gyroscopes

L'idée d'utiliser des gyroscopes pour

assurer la stabilisation automatique des navires est due au docteur Schlick qui obtint des résultats encourageants, avec l'appareil qu'il avait réalisé et installé sur le *Seebär*, un ancien torpilleur allemand. Mais cette première réalisation présentait un certain nombre de défauts dont le principal était que la stabilisation ne pouvait être à peu près réalisée que pour une certaine période et exigeait un nouveau réglage de l'appareil lorsque la nature de

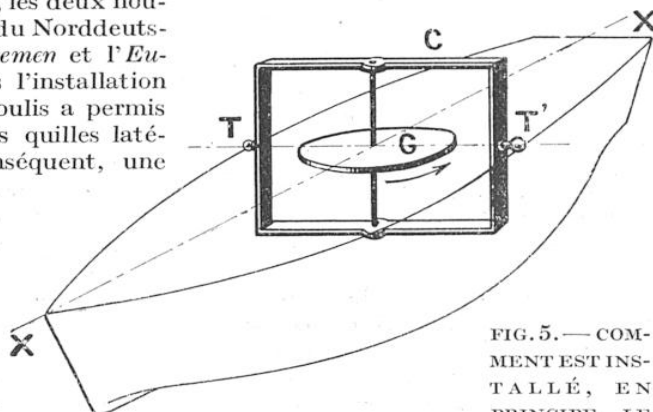


FIG. 5. — COMMENT EST INSTALLÉ, EN PRINCIPE, LE

GYROSCOPE A BORD D'UN NAVIRE, DANS LE SYSTÈME DE STABILISATION GYROSCOPIQUE MIS AU POINT PAR L'INGÉNIEUR AMÉRICAIN SPERRY

Le gyroscope *G* est fixé à un cadre *C* rigide, mobile autour de l'axe *TT'*, parallèle à l'axe transversal du navire. Les mouvements de roulis s'effectuant autour de l'axe longitudinal *XX'*, les efforts correspondants sont transmis au gyroscope par les paliers *T* et *T'* et le cadre *C*. Les mouvements de précession du gyroscope entraînant le cadre *C* consistent en des rotations autour de l'axe *TT'*, dans un sens ou dans l'autre, suivant les cas.

la houle changeait. Deux systèmes de stabilisation gyroscopique sont venus remplacer celui du docteur Schlick, aujourd'hui abandonné. L'un d'eux a été mis au point par l'ingénieur américain Sperry et équipe de nombreux navires de tous tonnages ; l'autre, dû à un Français, M. Fieux, a trouvé son emploi sur certains bâtiments de la marine française.

Avant d'exposer le fonctionnement de ces deux systèmes, il est indispensable de rappeler en premier lieu, aussi brièvement que possible, la propriété fondamentale des gyroscopes.

Nous prendrons pour exemple le cas de la figure 5, qui représente schématiquement le montage d'un gyroscope dans le système Sperry. Le disque *G* du gyroscope est animé d'un mouvement de rotation rapide et

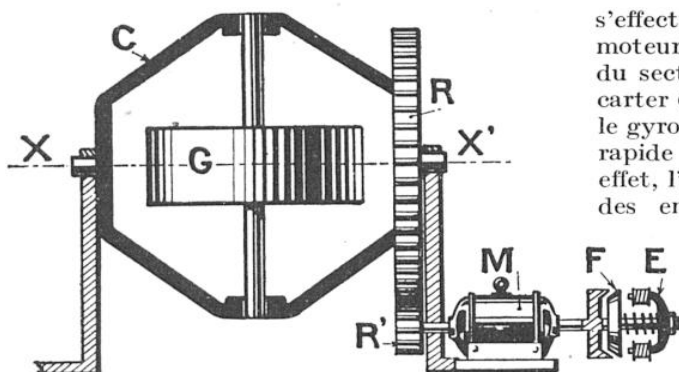


FIG. 6. — ENSEMBLE DU GYROSCOPE PRINCIPAL ET DE SES ORGANES DE COMMANDE DANS LE SYSTÈME DE STABILISATION GYROSCOPIQUE SPERRY

Le gyroscope *G* est enfermé dans un carter *C*, qui joue le rôle du cadre de la figure 5, et est mobile autour de l'axe *XX'*. Sa rotation est commandée par le moteur *M*, par l'intermédiaire du train d'engrenages *RR'*. Le frein *F*, commandé par l'électroaimant *E*, provoque, en temps voulu, l'arrêt rapide du moteur.

constant dans le sens de la flèche, et le cadre *C* sur lequel il est monté peut pivoter librement autour de l'axe *TT'*.

Dans ces conditions, si on applique en *T* et en *T'* deux forces constituant un couple, tendant à faire tourner le cadre *C* dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, on observe que le gyroscope *G* prend un mouvement de rotation dit *mouvement de précession* autour de l'axe *TT'*, c'est-à-dire que, dans le cas qui nous occupe, le cadre *C* s'incline vers l'avant de l'embarcation esquissée sur la figure.

Inversement, si, pour une raison quelconque, le cadre *C* portant le gyroscope s'incline comme précédemment en tournant autour de l'axe *TT'*, il exerce sur les paliers *T* et *T'* des forces directement opposées à celles que nous avons considérées dans le paragraphe précédent.

On voit immédiatement que le gyroscope nous fournit un moyen très simple de combattre le roulis. En effet, dès que la houle aura tendance à faire incliner le navire sur tribord (sur son côté droit) par exemple, il nous suffira d'agir convenablement sur le cadre *C* et d'incliner le gyroscope *G* vers l'avant pour que s'exercent sur les paliers *T* et *T'* des forces qui s'opposeront à l'inclinaison du navire. Tout se passera d'une manière analogue lorsque le navire tendra à s'incliner sur bâbord.

La figure 6 montre schématiquement la disposition du gyroscope stabilisateur dans le système Sperry. Le mouvement de précession, qui engendre le couple stabilisateur,

s'effectue autour de l'axe *XX'* grâce au moteur électrique *M*, par l'intermédiaire du secteur denté *R* et de l'engrenage *R'*. Le carter *C*, solidaire du secteur denté, supporte le gyroscope dont le mouvement de rotation rapide est entretenu électriquement. A cet effet, l'axe du gyroscope et le carter portent des enroulements électriques, le premier jouant le rôle du rotor et le deuxième du stator d'un moteur à courant alternatif. De manière à réduire le plus possible les résistances passives et, par conséquent, la consommation d'énergie pour entretenir la rotation du gyroscope, on fait généralement un vide partiel dans le carter.

Le moteur *M* à courant continu est commandé par un gyroscope-pilote, non représenté sur la figure, extrêmement sensible au roulis. Dès que le navire commence à s'incliner sur bâbord ou sur tribord, il se met en mouvement et ferme des contacts mettant le moteur *M* en marche dans un sens ou dans l'autre. Le gyroscope principal s'incline donc soit vers l'avant, soit vers l'arrière, et développe ainsi sur les paliers du carter les forces stabilisatrices qui s'opposent au roulis.

Le frein *F* est normalement en action; mais, comme les électroaimants *E* sont en

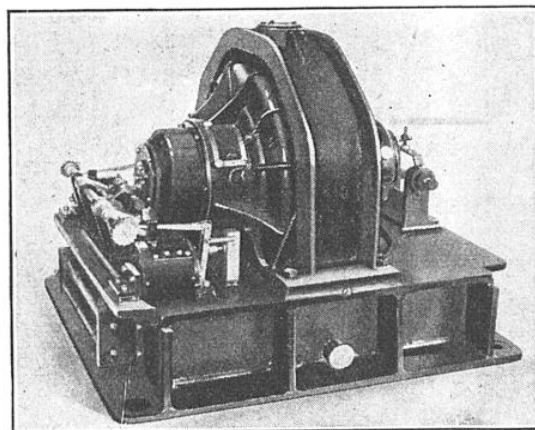


FIG. 7. — CE GYROSCOPE-PILOTE, EXTRÊMEMENT SENSIBLE AU ROULIS, A POUR MISSION DE METTRE EN MARCHÉ LE MOTEUR *M* DE LA FIGURE PRÉCÉDENTE, DANS UN SENS OU DANS L'AUTRE, SUIVANT QUE LE NAVIRE TEND À S'INCLINER SUR BABORD OU SUR TRIBORD

Ce gyroscope-pilote fait partie de l'équipement stabilisateur du yacht Savarona. Il tourne normalement à la vitesse de 6.000 tours par minute.

série avec les enroulements du moteur *M*, dès que le courant électrique actionne le moteur, l'armature des électros se trouve attirée et le frein libéré. Par contre, le moteur et, par conséquent, le mouvement de précession se trouvent arrêtés immédiatement dès que le courant est coupé. Le gyroscope pilote est rappelé à sa position d'équilibre vertical par des ressorts dès que la valeur du couple de roulis est insuffisante pour maintenir les contacts fermés. Par conséquent, le couple stabilisateur disparaît en même temps que le couple de roulis.

Il convient de remarquer qu'en agissant convenablement sur les contacts du gyroscope-pilote, on peut déterminer un « roulis artificiel » qui peut rendre service dans certains cas, par exemple

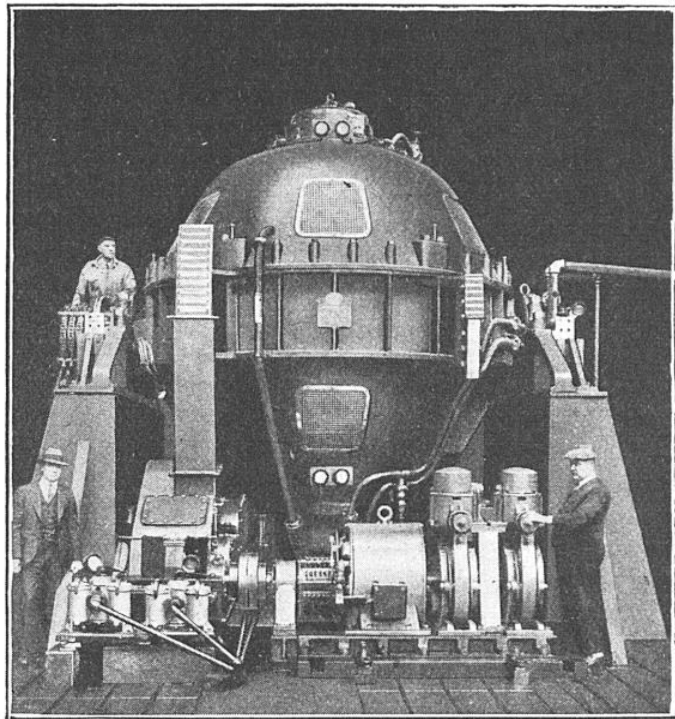


FIG. 9. — ENSEMBLE DE L'ÉQUIPEMENT GYROSCOPIQUE STABILISATEUR DU YACHT « SAVARONA »

Le gyroscope principal pèse 55 tonnes et mesure 3 m 35 de diamètre. L'ensemble de l'installation pèse environ 120 tonnes.

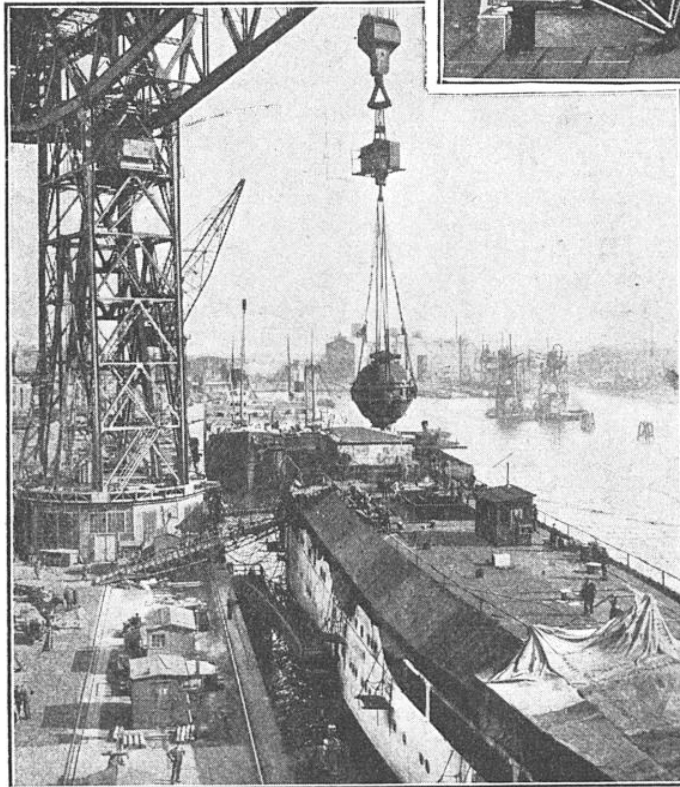


FIG. 8. — CETTE PHOTOGRAPHIE, REPRÉSENTANT LE CHARGEMENT DU GYROSCOPE STABILISATEUR A BORD DU YACHT « SAVARONA », MET EN ÉVIDENCE LA DISPROPORTION ENTRE LES DIMENSIONS DE L'ÉQUIPEMENT STABILISATEUR ET DU BATIMENT STABILISÉ

lorsque le navire est échoué ou qu'il commence à être pris dans les glaces.

Le système Sperry ne permet pas d'obtenir une stabilisation parfaite, car la vitesse de précession et, par conséquent, le couple stabilisateur, sont constants ; ils ne peuvent faire constamment équilibre à un effort variant d'une manière continue comme le couple de roulis. Cependant les résultats qu'il permet d'obtenir sont extrêmement intéressants : on peut admettre, par exemple, que, si l'amplitude du roulis sur un navire non stabilisé atteint 20° de part et d'autre de la verticale, elle est réduite à un ou deux degrés par la mise en action du système, comme on a pu l'observer sur le porte-avions japonais *Hosho*. L'équipement gyroscopi-

que de ce bâtiment de 10.000 tonnes comprend un volant en acier forgé à haute résistance de 3 m 80 de diamètre et pesant 62 tonnes. Il tourne à la vitesse de 815 tours par minute. Ce porte-avions est, d'ailleurs, le plus grand navire de guerre actuellement muni d'un stabilisateur Sperry. La marine italienne fut la première à adopter ce système sur un contre-torpilleur, le *Guglielmo Pepe* ; sur les « explorateurs » récents de la classe *Navigatori* et sur les croiseurs du type *Condottieri*, on a réservé des emplacements pouvant convenir à l'installation future de gyroscopes.

De nombreux yachts, d'un déplacement variant entre 24 et 2.200 tonnes, sont, à l'heure actuelle, stabilisés par ce système. Le plus important et le plus récent est le *Savarona*, construit à Hambourg, et nous donnons ci-contre quelques photographies de son équipement. Le gyroscope principal, de 3 m 35

de diamètre, pèse 55 tonnes et tourne normalement à la vitesse de 930 tours par minute. Son mouvement est entretenu par un moteur asynchrone de 215 chevaux, disposé sur son arbre même ; le démarrage de cette énorme toupie exige environ une heure. Le gyroscope-pilote tourne à la vitesse de 6.000 tours par minute. L'ensemble de cette installation pèse environ 120 tonnes.

Le *Conte di Savoia*, qui a été lancé récemment à Trieste, sera le premier paquebot stabilisé par gyroscopes. Ce navire, de

48.000 tonnes environ, sera muni de trois gyroscopes mus électriquement, ayant des volants de 100 tonnes chacun et de près de 4 mètres de diamètre, les plus grands qui aient été réalisés jusqu'à présent. Ils tourneront à la vitesse de 910 tours par minute. Le poids total de l'installation sera voisin de 470 tonnes. Les mouvements de précession de chacun

des gyroscopes seront commandés par un gyroscope-pilote particulier.

Les gyroscopes jumelés Schneider-Fieux

Le système de stabilisation Schneider-Fieux est de réalisation récente et n'a été installé jusqu'à présent que sur quelques contre-torpilleurs. Comme il a fait, récemment, l'objet d'une description détaillée dans *la Science et la Vie* (1), nous nous bornerons à en rappeler le principe.

Alors que, dans le système Sperry, on fait effectuer au gyroscope des mouvements de précession forcés, on uti-

lise, dans le système Fieux, la précession naturelle sous l'action des couples de roulis. Le dispositif anti-roulis comprend deux gyroscopes jumelés, dont les carter sont mobiles autour d'axes verticaux et non plus, comme c'est le cas pour le système Sperry, autour d'un axe horizontal. Les deux gyroscopes tournent à très grande vitesse et en sens inverse autour de deux axes horizontaux, qui demeurent parallèles en l'absence de roulis. Les mouvements de précession ont lieu en

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 148, page 306.

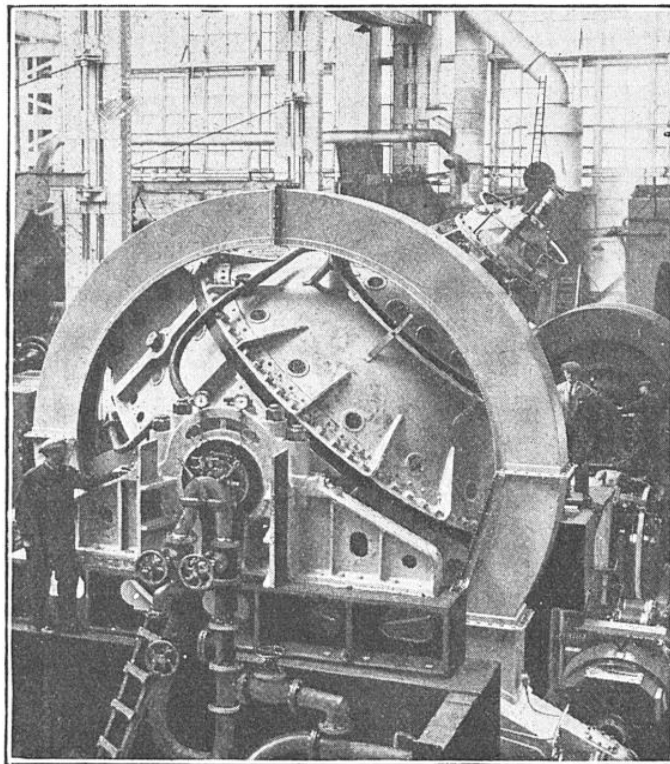


FIG. 10. — UN DES TROIS GYROSCOPES RÉCEMMENT CONSTRUITS POUR ÉQUIPER LE NOUVEAU PAQUEBOT ITALIEN « CONTE DI SAVOIA », DANS LE HALL DE MONTAGE DE SON CONSTRUCTEUR

Les volants de ces gyroscopes, qui sont les plus grands construits jusqu'ici, pèsent environ 100 tonnes chacun et mesurent 4 mètres de diamètre.

sens contraire et, grâce aux secteurs dentés, ont une amplitude égale ; les réactions ainsi engendrées se neutralisent lorsque le navire effectue des mouvements de giration et de tangage et s'ajoutent pour lutter contre le roulis.

Les mouvements de précession sont freinés grâce à un frein hydraulique d'une grande ingéniosité, placé à la partie inférieure du bâti qui supporte l'ensemble stabilisateur.

Il est agencé de telle manière que l'effort de freinage, lorsque les gyroscopes tendent à s'éloigner de leur position normale, croît en même temps que leur déviation. Par contre, il est considérablement réduit lorsqu'ils tendent à se rapprocher de leur position initiale. Un volant permet de régler le frein hydraulique, suivant la force des vagues. En pratique, ce réglage n'a rien de bien minutieux et peut n'être effectué que lorsque l'état de la mer change d'une manière considérable.

Le premier bâtiment muni d'un stabilisateur Schneider-Fieux fut un contre-torpilleur, déplaçant 880 tonnes. Chacun des gyroscopes avait un diamètre de 1 m 20 et tournait à la vitesse de 2.150 tours par minute. L'ensemble de l'équipement pesait près de 14 tonnes.

Pas plus que les divers dispositifs anti-roulis que nous avons passés en revue, ce dernier appareillage n'est capable de réaliser une stabilisation parfaite. Nous avons vu qu'il faudrait, pour cela, qu'à chaque instant au couple de roulis fût opposé un couple stabilisateur rigoureusement égal. Or, le premier dépend non seulement du déplacement et de la période propre d'oscillation du navire, mais encore et surtout de la houle même, dont la période et l'amplitude sont éminemment variables. Il est impossible, en pratique,

de suivre toutes ces variations, et on doit se contenter de solutions approchant plus ou moins de la perfection. D'ailleurs, il n'est généralement pas nécessaire de réaliser une stabilisation parfaite à tous les égards. Un roulis de deux ou trois degrés est parfaitement admissible à bord des paquebots et des yachts, même du point de vue des passagers sensibles au mal de mer. A bord des navires de

guerre, on peut même, sans inconvénient, admettre des inclinaisons un peu plus fortes, sauf peut-être pour les bâtiments porte-avions. D'une manière générale, c'est surtout une question de poids qui intervient, dans ce cas, pour limiter l'importance de l'équipement stabilisateur et, partant, son efficacité.

J. BODÉT.

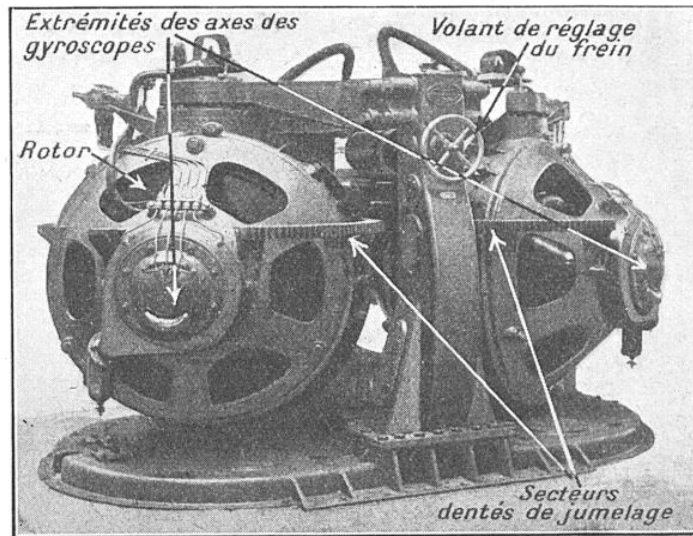


FIG. 11. — VUE D'ENSEMBLE DE L'APPAREIL ANTIROULIS SCHNEIDER-FIEUX

Les deux gyroscopes jumelés sont ici dans une des deux positions extrêmes de leur course de précession. Leurs mouvements sont freinés par un dispositif hydraulique disposé dans le bâti.

UN NOUVEAU RÉCHAUFFEUR DE L'EAU D'ALIMENTATION DES LOCOMOTIVES

PARMI les perfectionnements apportés à la locomotive à vapeur à pistons (1), qui lui permettent, aujourd'hui, de remorquer à grande vitesse des trains lourds (2), le réchauffage de l'eau d'alimentation, prise au tender et envoyée dans la chaudière au moyen d'injecteurs, assure une notable économie de combustible. Certes, il faut dépenser une certaine quantité de vapeur pour réchauffer cette eau, mais la pratique a démontré que cette dépense était largement compensée par le gain résultant de l'arrivée de l'eau dans la chaudière à une température voisine du point d'ébullition correspondant au timbre de la chaudière.

La figure ci-contre montre la coupe du nouveau réchauffeur d'eau Gresham, qui est monté notamment sur la locomotive à haute pression (31 kg 600 par centimètre carré) du « London and North Eastern Railway », en Angleterre, que nos lecteurs connaissent déjà (3). Sur cette coupe, la chaudière est représentée en traits interrompus et l'appareil en traits pleins. L'eau venant de l'injecteur arrive en *A*, passe par la soupape de retenue *B*, puis par le cône *C*, où l'augmentation de sa vitesse crée un vide qui aspire de la vapeur. Celle-ci se condense

au contact de l'eau et lui cède ses calories. Le même phénomène se reproduit au cône *E*, de sorte que l'eau pénètre dans la chaudière à une température voisine de celle de la vapeur.

Sur la machine que nous avons signalée, cette température atteint 221° C, alors que la température de la vapeur saturée est,

à la pression de 31 kg 6 par centimètre carré, de 238° C. Même si la pression de la vapeur tombe à 12 kg 65 par centimètre carré, la température ne descend pas au-dessous de 171° C.

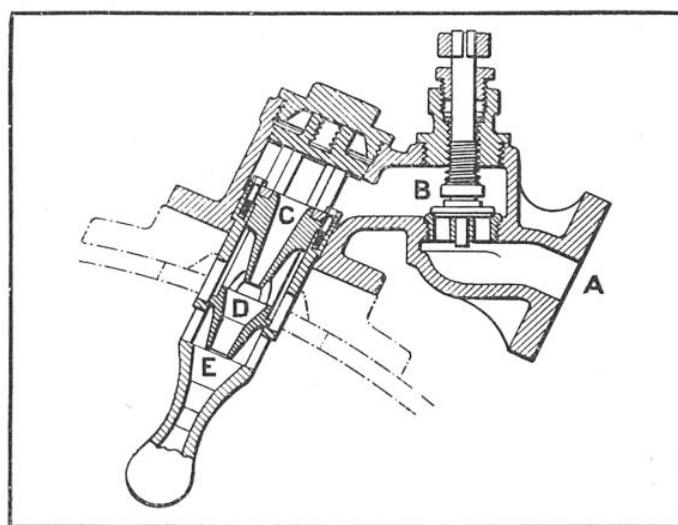
L'augmentation de la vaporisation par kilogramme de charbon brûlé varie de 2,5 à 8 % suivant le type de chaudière.

De même, l'entretien de la chaudière devient moins onéreux par suite de la di-

minution des dépôts qui se produisent sur les tubes. La locomotive précitée étant à tubes d'eau au lieu d'être à tubes de fumée comme dans les machines ordinaires, cette remarque a son importance. Ainsi, tandis que la locomotive que nous avons prise pour exemple devait être lavée tous les 2.000 kilomètres environ, elle peut maintenant effectuer 8.000 kilomètres sans lavage.

Double économie par conséquent, à la fois de combustible et de main-d'œuvre.

J. M.



COUPE DU NOUVEAU RÉCHAUFFEUR D'EAU POUR L'ALIMENTATION DES LOCOMOTIVES

L'eau d'alimentation arrivant par A passe par la soupape de retenue B, puis par le cône C. La vitesse crée ainsi un certain vide, qui aspire de la vapeur qui cède sa chaleur à l'eau. De même en E, de sorte que l'eau pénètre dans la chaudière presque à la température de la vapeur.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 217.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 175, page 43.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 225.

LA CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE EST UN PRÉCIEUX AUXILIAIRE DE L'ANALYSE CHIMIQUE

Par Paul LUCAS

La cellule photoélectrique, dont nos lecteurs connaissent déjà la propriété de transformer l'énergie lumineuse qu'elle reçoit en énergie électrique (1), base même de la télévision (2), reçoit chaque jour de nouvelles applications. L'analyse chimique, notamment, l'utilise avec succès pour les dosages colorimétriques, où son extrême sensibilité permet d'obtenir une grande précision et de chiffrer des phénomènes que l'on ne pouvait jusqu'ici qu'évaluer assez grossièrement.

LES applications de la cellule photoélectrique deviennent chaque jour plus nombreuses, aussi bien dans les diverses branches de l'industrie que dans les laboratoires. *La Science et la Vie* (3) a déjà eu l'occasion de signaler à ses lecteurs quelques-uns des domaines où cet « œil électrique », comme on l'appelle parfois, rend les plus grands services.

Cette comparaison avec l'œil humain ne peut, à certains égards, que nous flatter. La cellule photoélectrique, en effet, possède, dans certaines conditions, des propriétés bien plus variées, soit que sa sensibilité s'étende aux régions « invisibles » du spectre, aux radiations infrarouges et ultraviolettes, soit qu'elle soit capable de détecter

des variations lumineuses extrêmement faibles, dont notre œil ne pourrait nous avertir. De plus, avantage appréciable, elle permet de substituer à une évaluation grossière, seul résultat que puisse nous donner

l'emploi de nos sens imparfaits comme instruments de mesure directe, un chiffre indiqué par un témoin impartial, permettant de comparer quantitativement plusieurs résultats d'expériences, sans risque d'erreur.

On voit donc immédiatement l'intérêt que présente l'emploi généralisé des cellules photoélectriques, en particulier dans les laboratoires d'analyse chimique, chaque fois que la présence

d'un corps dans le mélange ou la combinaison à étudier se manifeste par un effet lumineux. De l'intensité de la coloration ou de l'opalescence du liquide analysé, ou bien encore de son opacité plus ou moins grande,

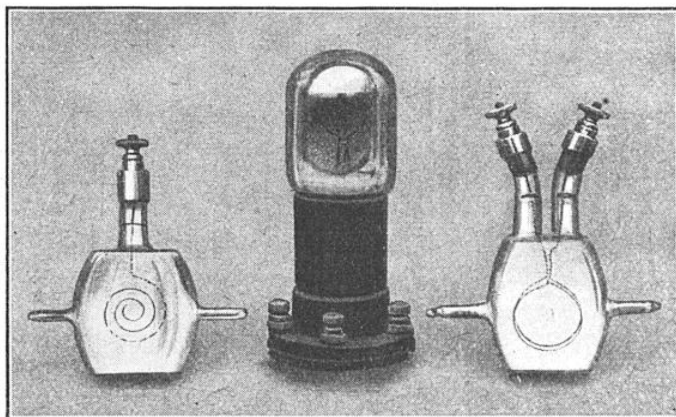


FIG. 1. — MODÈLES DIVERS DE CELLULES PHOTOÉLECTRIQUES POUR TRAVAUX DE LABORATOIRE ET USAGES INDUSTRIELS

La cellule de gauche, avec ses bornes isolées facilement accessibles, est spécialement conçue pour servir aux recherches de laboratoire. Celle du milieu, montée sur une douille, correspond au modèle couramment utilisé par l'industrie. Celle de droite, enfin, est une cellule à grille accélératrice pouvant servir à la télévision. L'anneau intérieur, placé près de la cathode photoélectrique (couche d'un métal alcalin sur le verre), sert d'anode auxiliaire. Il a pour effet d'accroître le courant photoélectrique utilisable.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 156, page 443.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 162, page 441.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 156, page 443.

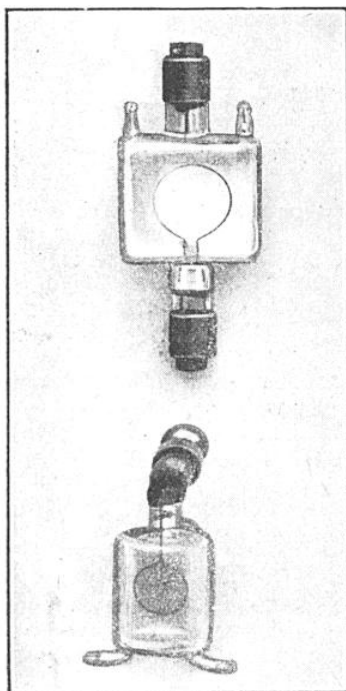


FIG. 2. — TYPES DE CELLULES PHOTOÉLECTRIQUES DE CONSTRUCTION SPÉCIALE

La cellule photoélectrique à la partie supérieure est utilisée exclusivement dans les appareils de cinéma sonore; celle du bas, au contraire, est spécialement conçue pour équiper les appareils émetteurs de téléphotographie.

transformer l'énergie lumineuse qui la frappe en énergie électrique, c'est-à-dire qu'elle utilise un phénomène, découvert en 1888, connu sous le nom d'*effet photoélectrique*. D'après ce dernier, lorsqu'un métal alcalin (de la famille du sodium, du potassium, etc.), est exposé à la lumière, il émet des électrons.

On voit donc immédiatement qu'une cellule photoélectrique sera constituée par une ampoule de verre dont une partie de la paroi intérieure sera recouverte d'une couche mince d'un métal alcalin constituant une électrode. Une deuxième électrode pourra être formée d'un simple fil métallique qui aura pour mission de capter les électrons émis par la couche métallique, lorsque celle-ci sera éclairée. Dans le but d'accélérer le mouvement des électrons entre la cathode (couche métallique) et l'anode (fil captant les électrons), on introduit, dans le circuit extérieur qui réunit les électrodes et est parcouru par le courant photoélectrique, une

on pourra facilement déterminer le pourcentage du corps cherché,

La technique de ce procédé de mesure a été cependant d'une mise au point délicate, et, avant de le décrire avec quelque précision, nous rappellerons rapidement ce que c'est qu'une cellule photoélectrique et le principe sur lequel repose son fonctionnement.

Qu'est-ce qu'une cellule photoélectrique ?

Une cellule photoélectrique a pour fonction de

batterie d'accumulateurs de 100 à 200 volts.

Si la cellule telle que nous venons de la décrire était complètement vide d'air, le courant photoélectrique serait extrêmement faible, et on éprouverait les plus grandes difficultés, en pratique, à en mesurer la valeur. On tourne la difficulté en remplissant l'ampoule avec un gaz inerte (argon, néon ou hélium) sous une très faible pression, de l'ordre du dixième de millimètre de mercure (la pression atmosphérique correspond à environ 76 centimètres de mercure). Alors, chaque fois qu'un électron émis par la couche métallique sensible, et animé d'une vitesse suffisamment grande, rencontre, dans son trajet, un atome de gaz, il le dissocie — l'*ionise* — et lui arrache un autre électron. Le nombre des électrons ainsi libérés, qui vient s'ajouter à celui des électrons émis directement, est d'autant plus grand que ces derniers seront plus accélérés. C'est dire que le courant qui traverse une cellule photoélectrique est d'autant plus intense, toutes choses égales d'ailleurs, que la tension appliquée entre les électrodes (celle de la batterie

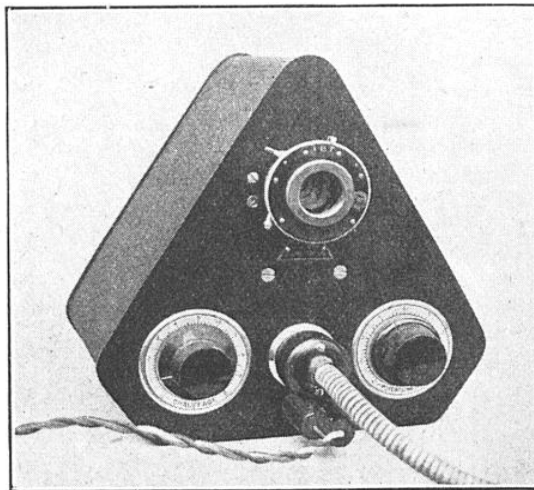


FIG. 3. — POUR LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES, LA CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE ET LES ORGANES DE RÉGLAGE DES DIFFÉRENTS CIRCUITS DE L'AMPLIFICATEUR DU COURANT PHOTOÉLECTRIQUE SONT RÉUNIS DANS UN BOÎTIER MÉTALLIQUE D'UN ENCOMBREMENT RÉDUIT

Deux câbles souples relient tous les organes : d'une part, aux sources d'alimentation (accumulateurs); d'autre part, aux appareils de mesure (à un milliampèremètre, par exemple). Le réglage, extrêmement simple, de l'appareil se réduit à la manœuvre des deux boutons disposés à la partie inférieure du boîtier.

d'accumulateurs dont nous avons parlé tout à l'heure) sera plus élevée.

Mais il y a évidemment une limite à l'amplification par ce procédé : la tension ne doit pas atteindre la valeur pour laquelle une décharge lumineuse se produit dans l'ampoule. En effet, d'une part, le courant intense qui traverse la cellule dans ce cas risque de la détériorer ; pour limiter son intensité, on a soin d'intercaler en permanence, sur le circuit extérieur, une forte résistance électrique de l'ordre de 100.000 ohms. D'autre part, ce courant ne présente plus d'intérêt pour le but que nous poursuivons, car il est indépendant du flux lumineux qui tombe sur la cellule.

Le courant photoélectrique, au contraire, a la propriété d'être proportionnel à l'éclairement de la cathode. Il varie, d'ailleurs, non seulement avec l'intensité du flux lumineux qui tombe sur la cellule, mais encore avec sa couleur. Suivant la nature du métal qui constitue la couche sensible et le traitement particulier que cette dernière a subi, la sensibilité d'une cellule photoélectrique atteint sa valeur maximum dans une certaine région du spectre.

C'est ainsi que certaines cellules, celles au potassium, ont leur maximum de sensibilité pour la lumière bleue. On réalise aujourd'hui couramment des cellules sensibles à la lumière ultraviolette ou à la lumière infrarouge, c'est-à-dire pour des radiations que notre œil est incapable de percevoir.

Cette variation de la sensibilité avec la longueur d'onde de la radiation reçue ne présente pas que des avantages : elle oblige, pour

obtenir des mesures quantitatives correctes, à prendre certaines précautions. Lorsqu'il s'agit, par exemple, de comparer des sources lumineuses ayant des colorations différentes, il faut décomposer la mesure globale en une série de mesures effectuées en lumière pratiquement monochromatique, au moyen d'écrans diversement colorés. Il en est de

même pour la mesure de l'opacité de liquides de colorations différentes qu'il faut bien se garder d'examiner en lumière blanche. Moyennant ces précautions, la cellule photoélectrique permet d'effectuer des comparaisons avec une grande précision, à condition, de plus, que l'on élimine avec soin la lumière parasite qui vient fausser les résultats et que l'on veille à ce que les objets à comparer soient présentés d'une manière identique.

Dans les applications courantes, l'intensité du courant photoélectrique est de l'ordre du dix millième d'ampère ; c'est pourquoi, dans la pratique industrielle, on associe à la cellule photoélectrique une lampe à trois électrodes qui a pour mission d'amplifier le courant photoélectrique et d'en permettre la lecture directe sur un milliampermètre. Ce courant amplifié peut également être enregistré d'une manière continue pour permettre, par

exemple, de contrôler une fabrication, ou encore actionner, par l'intermédiaire de relais, des appareils régulateurs ou avertisseurs dès que la cellule décèle un changement dans la coloration ou l'intensité lumineuse de l'objet examiné. La figure ci-contre montre le schéma de montage de principe d'une cellule photoélectrique associée à une lampe triode amplificatrice, constituant ce qu'on appelle un « comparateur photoélectrique ».

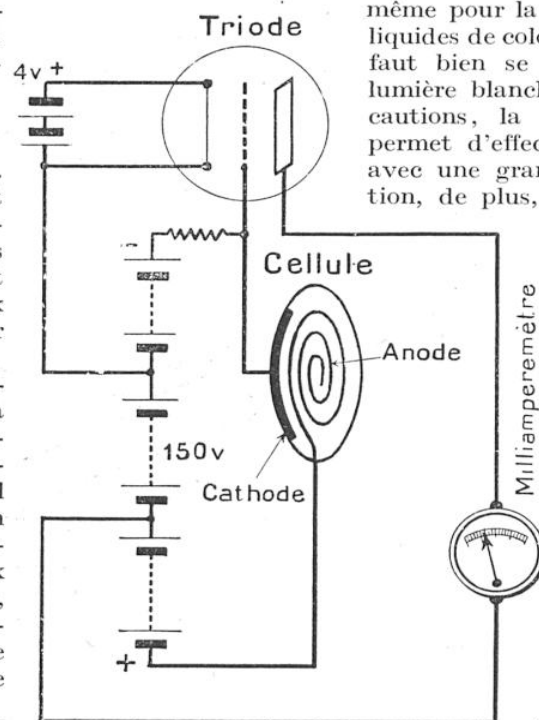


FIG. 4. — SCHÉMA DE MONTAGE D'UNE CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE ASSOCIÉE A UNE LAMPE TRIODE AMPLIFICATRICE ORDINAIRE

L'intensité du courant photoélectrique est extrêmement faible ; c'est pourquoi on adjoint toujours, dans la pratique, une lampe triode jouant le rôle d'amplificatrice à une cellule. La cathode est reliée à la grille de la triode. Dans le circuit-plaque est intercalé un milliampermètre sur lequel on peut effectuer directement les lectures. L'ensemble d'une cellule photoélectrique et d'un amplificateur par triode est souvent appelé « comparateur photoélectrique » et forme l'élément essentiel de tout dispositif photoélectrique.

La cellule photoélectrique et l'analyse chimique

On déduit immédiatement de ce qui précède une première méthode d'emploi de la cellule photoélectrique pour la détermination de la quantité d'un corps contenu dans une solution à analyser. On préparera toute une série d'échantillons du mélange contenant des proportions croissantes connues du corps à doser, et on les présentera successivement devant la cellule photoélectrique. On lira donc, sur le milliampèremètre, des déviations qui iront en diminuant, puisque la solution qui absorbe le plus de lumière est évidemment celle qui contient la plus forte proportion du corps dosé. Il est facile alors de tracer un graphique en portant, en abscisses, les déviations de l'ampèremètre et, en ordonnées, les concentrations des solutions étudiées. Il ne restera plus, pour déterminer le titre d'une solution inconnue, qu'à la présenter devant la cellule photoélectrique et à lire la déviation résultante de l'ampèremètre; en se reportant au graphique précédemment établi, une fois pour toutes, on en déduira immédiatement le titre cherché.

A titre d'exemple, nous donnons ci-dessus les courbes utilisées pour le dosage du chlore à l'état de chlorure d'argent et du titane par l'eau oxygénée. On a pu en tracer bien d'autres, par exemple celles servant au dosage du fer à l'état de ferrocyanure ferrique ou de l'arsenic par le réactif de Bourgault.

Cette méthode est, évidemment, d'une grande simplicité, tout au moins en principe. En pratique, elle est délicate à employer,

car il est indispensable que les conditions dans lesquelles s'effectuent les mesures soient toujours parfaitement identiques. Pour avoir des résultats comparables, il est nécessaire, dans chaque cas particulier correspondant à des conditions de fonctionnement déterminées, de recommencer l'étalonnage. C'est pourquoi on préfère généralement, en pratique, effectuer des mesures relatives qui, éliminant les risques d'erreur, permettent d'obtenir une grande précision.

Voici alors comment on opérera, en principe, pour déterminer le titre d'une solution. L'ayant additionnée du réactif destiné à mettre le corps à doser en évidence, on la place devant la cellule photoélectrique, et on lit la déviation du milliampèremètre. Puis on place devant la cellule une cuve contenant la même quantité d'eau et de réactif que la première, et on y fait tomber goutte à goutte, à l'aide d'une burette graduée, une solution titrée du corps à doser,

jusqu'à ce que la déviation du milliampèremètre soit la même qu'auparavant. Il suffit alors de noter le niveau de la solution dans la burette pour en déduire le titre cherché. La figure 7 montre l'ensemble de l'appareillage utilisé pour effectuer cette mesure. Il est d'une grande simplicité et d'un encombrement très réduit.

De nombreuses applications de cette méthode sont aujourd'hui entrées dans la pratique du laboratoire. Nous citerons, en particulier, à titre d'exemple, le dosage du fer dans le sulfate d'alumine. Le sulfate d'alumine, dit « exempt de fer », ne doit contenir qu'une quantité de cet élément inférieure à 1 centigramme pour 100 grammes. Les méthodes ordinaires exigent un échan-

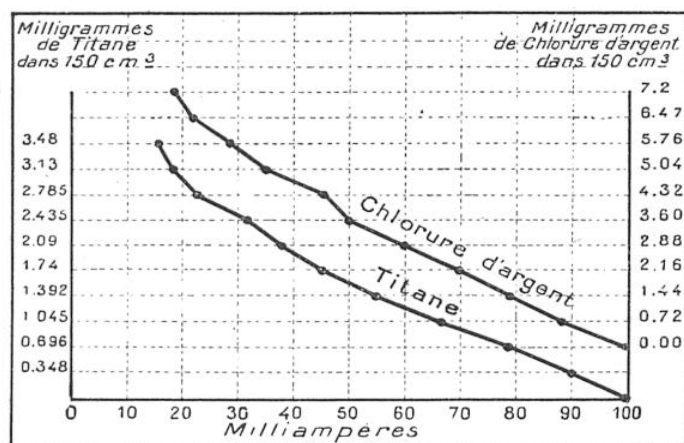


FIG. 5. — COURBES SERVANT AU DOSAGE DU CHLORE, A L'ÉTAT DE CHLORURE D'ARGENT, ET DU TITANE, PAR L'EAU OXYGÉNÉE, PAR LA MÉTHODE PHOTOÉLECTRIQUE. En présentant à une cellule photoélectrique des échantillons contenant des proportions croissantes des corps à doser, on note des déviations décroissantes de l'aiguille du milliampèremètre qui lui est associé. Ayant ainsi tracé ces courbes une fois pour toutes, il suffit de lire la déviation provoquée par une solution inconnue pour en déduire immédiatement son titre par interpolation. Il est indispensable, pour que les résultats soient corrects, que les conditions où sont effectuées les mesures restent toujours identiques.

tillon copieux et une suite de manipulations assez longues. Pour le dosage à la cellule, 2 grammes de sulfate d'alumine suffisent.

On peut, par la même méthode, doser le fer dans de nombreux produits où il entre comme élément constitutif, comme l'hémoglobine du sang qui n'en contient que dans la proportion de 1 à 263. La prise d'essai est, évidemment, plus faible avec la cellule photoélectrique qu'avec la méthode classique, et le dosage, plus rapide, donne des résultats extrêmement voisins.

Toutes les applications de la cellule photoélectrique à l'analyse chimique dont nous avons parlé jusqu'à présent portaient sur des liquides. La cellule permet de plus l'analyse colorimétrique de certains échantillons solides. C'est ainsi, en particulier, qu'on a pu déterminer avec une précision du deux millièmes, la teneur en cuivre de divers échantillons de laiton, par simple examen de la lumière qu'ils diffu-

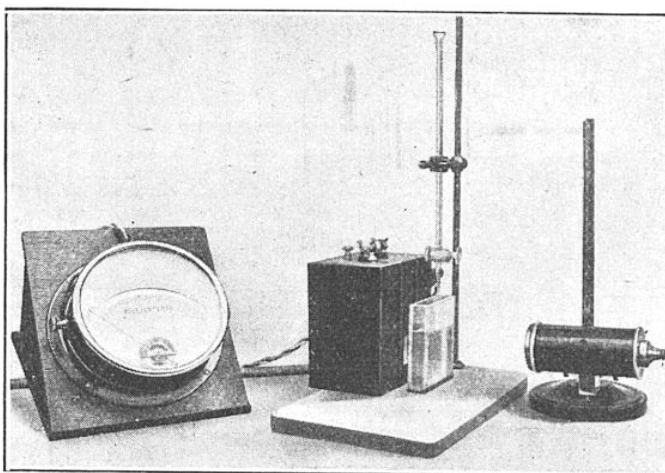


FIG. 7. — COMMENT S'EFFECTUE L'ANALYSE CHIMIQUE D'UNE SOLUTION, AU MOYEN D'UNE CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE

A droite se trouve la source lumineuse réglable, qui éclaire la cellule photoélectrique placée dans la boîte, à travers une cuve à faces parallèles contenant le liquide à examiner. Dans deux opérations successives, on compare, d'une part, la solution à titrer (additionnée d'un réactif convenable) et, d'autre part, le réactif étendu d'eau dans lequel une burette graduée laisse tomber goutte à goutte une solution connue du corps à doser. L'opération est arrêtée lorsque la déviation du milliampèremètre est la même que dans le premier cas, et en déduit immédiatement le titre cherché de la lecture du niveau du liquide dans la burette graduée.

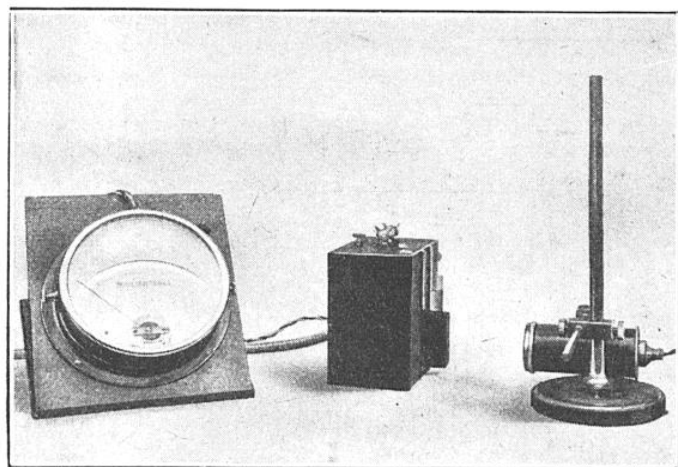


FIG. 6. — COMMENT S'EFFECTUE L'ÉTUDE DE L'OPACITÉ D'UNE SOLUTION AU MOYEN D'UNE CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE

La source lumineuse réglable placée à droite éclaire la cellule photoélectrique disposée dans la boîte du milieu. La lumière, avant de frapper la couche sensible, traverse le liquide à examiner contenu dans un tube à essai. La déviation lue sur le milliampèremètre de gauche, mesurant le courant photoélectrique qui est proportionnel à l'intensité lumineuse reçue par la cellule, varie donc en raison inverse de l'opacité du liquide étudié.

saient. La surface examinée n'avait subi aucune attaque chimique et avait seulement été passée à la lime douce.

On voit, par ces quelques exemples, combien de services la cellule photoélectrique est capable de rendre dans les laboratoires d'analyse. Le champ de ses applications semble illimité dans ce domaine où sa sensibilité extrêmement grande en fait un instrument de choix pour les dosages colorimétriques, portant sur de petites quantités des éléments à déceler. Simple et robuste, la cellule photoélectrique prend dans les laboratoires industriels de tous ordres, comme dans ceux qui se consacrent à la recherche scientifique, une place de plus en plus grande comme instrument de mesure, car elle permet aujourd'hui de chiffrer avec précision des phénomènes que l'on devait se borner, jusqu'ici, à évaluer grossièrement.

PAUL LUCAS.

COMMENT ON CONTROLE LES CHRONOMÈTRES DE PRÉCISION A L'OBSERVATOIRE NATIONAL DE BESANÇON

LA connaissance de l'heure précise est, aujourd'hui, une nécessité impérieuse. L'exactitude, la ponctualité sont des éléments de réussite dans le dur combat de la vie, et l'emploi d'un véritable *chronomètre* s'impose à toute personne déployant une activité quelconque.

Vulgarisée à tort, l'appellation « chronomètre » a perdu, dans le public, sa signification scientifique de « mesure exacte du temps ». En vérité, seules les montres de haute précision méritent d'être qualifiées « chronomètres ». Signalements, à ce sujet, l'existence de l'unique observatoire chargé en France d'un service chronométrique.

Ce remarquable établissement a été construit, en 1885, à Besançon, centre mondial de l'industrie horlogère. Bâti confortablement sur le roc, et à une certaine altitude, il est muni des appareils les plus perfectionnés, manipulés par un personnel d'élite. Tout d'abord, ses services astronomique et météorologique procèdent, chaque jour, à des observations d'une précision remarquable. Puis le service chronométrique est chargé de la comparaison des marches des chronomètres déposés, avec celles des pendules de haute précision, dont les écarts sont, chaque jour, vérifiés au moyen d'observations astrales faites par les astronomes. Avec son matériel horaire (pendules fondamentales sidérales à synchronisation), ses installations d'enregistrement et de radioté-

légraphie, l'Observatoire de Besançon possède un ensemble scientifique très complet qui le classe l'un des premiers du monde.

Voici les difficiles épreuves auxquelles sont soumises les montres pour obtenir un bulletin de marche.

En première classe : les épreuves durent quarante-quatre jours, divisés en huit pé-

riodes, correspondant à cinq changements de positions du chronomètre. Pendant six périodes, le chronomètre est observé à la température normale de 15°. Deux autres périodes comportent des épreuves thermiques : à l'étuve + 30°, et à la glacière - 0°.

En deuxième classe : les épreuves durent trente et un jours. Elles sont réparties en six périodes comprenant des positions horizontales et verticales du chronomètre. La température est de 15° pour quatre périodes ; les deux autres comportent des épreuves thermiques à 0° et 30°.

Dans l'une ou l'autre de ces catégories, le bulletin, signé du directeur de l'Observatoire, est délivré aux chronomètres ayant satisfait

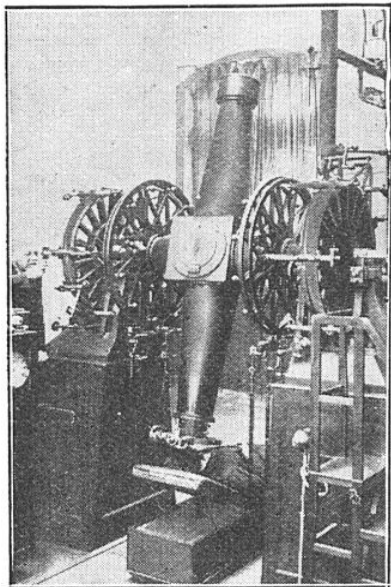
aux exigences de marche imposées par le règlement et dont l'énumération figure au verso des bulletins.

Pratiquement, les écarts de réglage des montres ainsi sanctionnées ne peuvent être supérieurs à quelques secondes par semaine, avec une précision encore plus accentuée pour les pièces sortant en première classe. Résultats merveilleux, si l'on songe qu'un



REPRODUCTION AU 1/8^e DES BULLETINS
DÉLIVRÉS AVEC CHAQUE CHRONO-
MÈTRE DE 1^{re} OU 2^e CLASSE

seul jour totalise 86.400 secondes, et que chaque seconde fait accomplir cinq oscillations au balancier. Le réglage idéal correspondrait à 432.000 oscillations pendant une durée de vingt-quatre heures ; les exigences imposées sont donc extrêmement sévères, d'autant

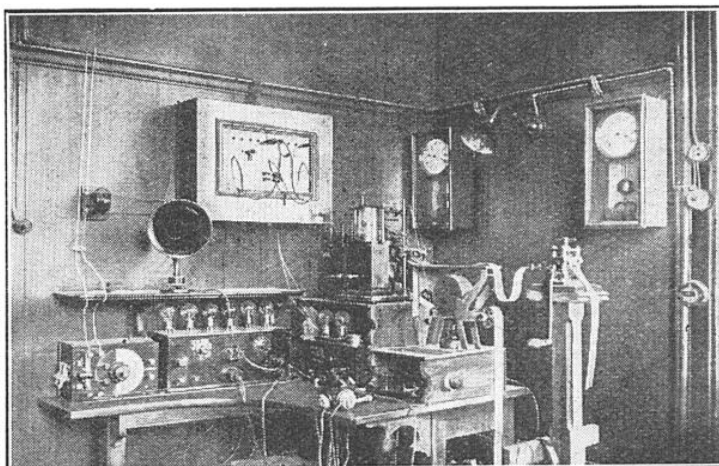


LUNETTE MÉRIDienne

ments du pivotement de tous les mobiles intermédiaires et leurs engrenages transmettant la force du ressort-moteur.

Outre le bulletin délivré à chaque montre ayant satisfait aux épreuves, il est apposé sur la face visible du mouvement le poinçon officiel représentant une « tête de vipère », qui garantit aussi l'authenticité de la provenance.

De plus, il est organisé, chaque année, un concours chronométrique officiel entre les montres fabriquées et réglées à Besançon ; on procède à un classement suivant leur degré de précision, clas-



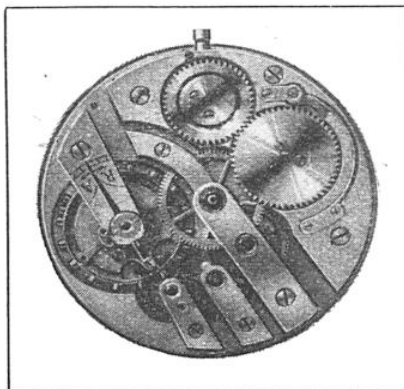
LABORATOIRE DE RÉCEPTION ET DE TRANSMISSION DES SIGNAUX HORAIREs, A L'OBSERVATOIRE DE BESANÇON

plus que le balancier n'est, en somme, qu'un élément de l'échappement et que ce dernier est lui-même influencé par les frotte-

ment établi par le nombre de points obtenus. Des récompenses sont décernées sous la forme de médailles d'or, d'argent et de bronze, qui peuvent être cédées aux acheteurs.

On pourrait supposer que l'usage de telles pièces d'horlogerie est réservé à des techniciens ou à des savants de laboratoires, qui les considèrent comme des instruments de travail, d'aspect massif et encombrant. Rien de plus inexact, puisque, au contraire, ces chronomètres ont une forme demi-plate, très seyante, et qui ne diffère en rien d'une montre normale. La production en est cependant limitée ; elle n'est réalisée que dans les rares ateliers d'horlogerie possédant un technicien du réglage de précision, véritable artiste dont l'habileté professionnelle doit vaincre de nombreuses difficultés scientifiques.

Besançon se devait de former ces techniciens. Aussi y trouve-t-on, outre l'Observatoire national, un Institut chronométrique (annexé à la Faculté des Sciences) et une Ecole nationale d'Horlogerie, très importante, dont la construction vient d'être terminée, et qui peut recevoir cinq cents élèves. J. M.



PHOTOGRAPHIE D'UN MOUVEMENT PRÊT A SUBIR LES ÉPREUVES DE L'OBSERVATOIRE

Parmi les firmes spécialisées dans la fabrication de ces réputés chronomètres, nous citerons les établissements Sarda (fondés en 1893), à Besançon.

LES A CÔTÉ DE LA SCIENCE

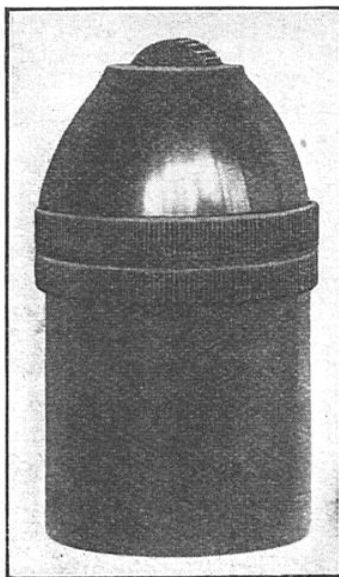
INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Elégant et pratique, ce pot à colle supprime l'usage du pinceau

LE pinceau à colle est certainement un des objets les plus désagréables à manipuler au bureau. En effet, la colle sèche rapidement sur la partie du pinceau qui n'est pas constamment baignée, de sorte que, au bout de peu de temps, l'instrument devient inutilisable et qu'il faut s'armer d'un canif pour le nettoyer. Il est vrai que l'on trouve aujourd'hui des colles spéciales qui évitent ce désagrément, mais il n'en reste pas moins que le collage au pinceau complique une opération qui, répétée un grand nombre de fois dans une journée, devient une source de perte de temps et de rendement dans le travail.

Tout cela est supprimé aujourd'hui grâce au pot à colle représenté par la photographie



CE PETIT OBUS EN BAKÉLITE N'EST AUTRE CHOSE QU'UN POT À COLLE QUI, GRÂCE À LA MOLETTE SUPÉRIEURE EN CAOUTCHOUC, SUPPRIME L'USAGE DU PINCEAU

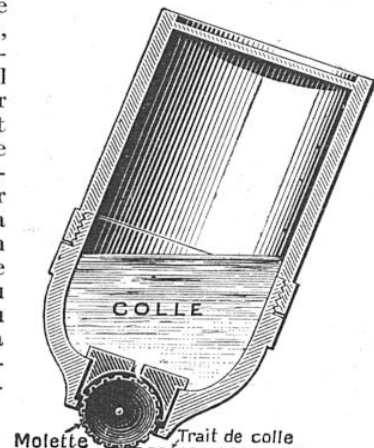
et le dessin ci-contre. Il se compose de deux parties vissées l'une sur l'autre, donnant à l'appareil la forme d'un petit obus. La partie supérieure est munie d'une molette en caoutchouc qui peut tourner autour de deux pivots.

L'usage de ce pot à colle-pinceau est, on le devine, des plus simples. Il suffit de retourner l'appareil et de faire rouler la molette sur la partie à coller. Cette molette, imbibée de colle dans ses stries

périphériques, trace un trait sans bavure.

L'appareil est en bakélite, ce qui évite la fermentation de la colle. Enfin, au repos,

la molette ne se colle pas, car la pellicule de fixol (colle pour laquelle il est prévu) se brise instantanément par suite de la déformation de la molette souple au contact du papier. Sur la coupe ci-contre, on remarquera, au-dessus de la molette,

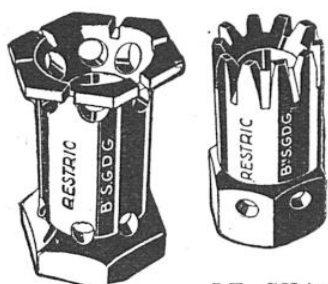


COMMENT ON UTILISE LE POT À COLLE SANS PINCEAU

qu'une pièce spéciale régularise l'arrivée de la colle, ce qui évite un écoulement trop rapide. C'est donc un véritable stylo à colle, d'où son nom: le *Stylofixol*.

Ce chapeau de gicleur de carburateur assure un brassage énergique du mélange air-essence

LE principe de toute carburation est d'introduire dans les cylindres d'un moteur un mélange air-essence aussi homogène et aussi brassé que possible. Si l'homogénéité de ce mélange est obtenue aujourd'hui aux différents régimes, par suite des progrès réalisés dans la conception des carburateurs, on ne peut pas dire qu'il en soit toujours de même pour le brassage. La preuve en est que presque tous les moteurs nécessitent une période de dix à quinze minutes de mise en train, au cours de laquelle, en raison du principe de la paroi froide, les molécules d'essence mal pulvérisées introduites dans les cylindres, se condensent, affaiblissent la puissance de l'explosion en enrichissant exagérément le mélange, lavent les parois des cylindres et dissolvent la pelli-



LE CHAPEAU DE GICLÉUR DE CARBURATEUR « RESTRIC »

cule d'huile protectrice, activant ainsi considérablement, pendant cette période d'échauffement, l'usure des parties frottantes.

Ce mauvais brassage, ou plutôt cette mauvaise pulvérisation est onéreuse à tous points de vue :

consommation excessive d'essence, usure prématurée du moteur, manque de souplesse du véhicule. Il faut donc provoquer la pulvérisation mécanique du carburant, même sur un moteur froid ayant séjourné toute une nuit à l'air libre.

Voici une solution simple de ce problème.

Elle consiste en un chapeau qui joue le rôle de gicleur-correcteur et pulvérise mécaniquement le mélange air-essence après sa sortie du gicleur de carburateur, de façon à ne permettre le passage d'aucune molécule d'essence liquide. Cet appareil est d'un montage très simple et s'adapte à tous les moteurs, quel que soit le carburant utilisé : essence, benzol, pétrole, etc...

L'utilisation complète et rationnelle du carburant permet d'utiliser un gicleur de numéro inférieur, d'où une économie de carburant de 15 à 30 % et une certitude absolue, pour le propriétaire d'un véhicule, que tout le combustible introduit dans les cylindres a été brûlé.

L'usage du *Restric* permet donc à un moteur de développer au plus haut point ses qualités mécaniques, d'améliorer ses reprises, son rendement et de réduire considérablement l'encrassement dû à un excès constant d'essence liquide dans les chambres d'explosions.

Le chauffage par catalyse et les essences de cracking

Nos lecteurs connaissent déjà l'intéressante invention du chauffage par catalyse, réalisée par M. Louis Lumière, membre de l'Institut, le savant universellement connu, l'inventeur du cinématographe et de la photographie en couleurs.

Ils savent également quel succès rapide et mérité a rencontré ce mode de chauffage, non seulement dans ses applications aux appartements et à l'industrie, mais aussi dans ses applications, de plus en plus nombreuses, aux divers transports sur terre, sur rails et dans l'air.

Le chauffage par appareil catalytique *Therm'x* est, en effet, le chauffage idéal pour les cabines des avions de transport, en

raison de la sécurité parfaite de ces appareils à l'égard des risques d'incendie, de leurs qualités hygiéniques, de leur faible encombrement, de leurs dimensions très réduites, de leur poids minime, de leur fonctionnement automatique, ainsi que de leur mode d'alimentation au moyen du combustible employé pour les moteurs d'aviation eux-mêmes : l'essence de pétrole.

Il est cependant un point sur lequel nous devons attirer l'attention de nos lecteurs. On sait que, d'année en année, la qualité des essences va en s'abaissant en raison de l'extension de plus en plus grande des procédés de cracking (1) destinés à retirer des pétroles bruts la plus grande quantité possible d'essence.

Ce procédé a été poussé à l'extrême et les essences de pétrole, comme chacun a pu le remarquer, sont de plus en plus chargées en produits lourds. Jusqu'à présent, ces produits lourds ne pouvaient se catalyser intégralement dans ces appareils de chauffage.

A la suite de longues expériences de laboratoire, la Société lyonnaise des Réchauds catalytiques, qui exploite les brevets Lumière et Herck, vient enfin de découvrir et de faire breveter des dispositifs permettant l'emploi dans ses appareils de chauffage *Therm'x* non plus seulement de l'essence tourisme pure, mais de toutes les essences pour automobiles.

C'est là une découverte capitale et qui a donné un nouvel essor au développement de ce mode de chauffage, particulièrement dans de nombreux pays étrangers où, depuis longtemps, la qualité des essences mises sur le marché pour le fonctionnement des automobiles était très inférieure à celle des essences spécialement distillées pour la clientèle française.

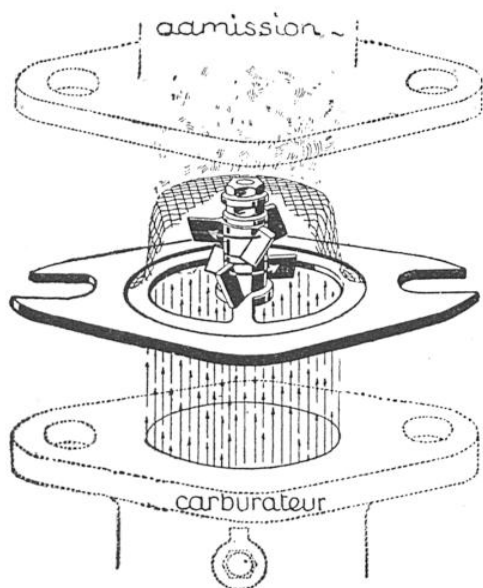
Ainsi disparaît la difficulté de se procurer de l'essence convenable pour ce mode de chauffage qui, en supprimant le charbon, supprime également la poussière et toute surveillance. En effet, le seul soin à prendre avec ces appareils consiste en un simple regarnissage effectué une fois par jour en pleine marche et sans aucun danger.

Cette commodité d'emploi s'accompagne d'une économie considérable, puisque, dans ce mode de chauffage, toutes les calories contenues en puissance dans le combustible sont utilisées intégralement.

Pour le démarrage à froid instantané des moteurs

Nous avons déjà dit les difficultés rencontrées pour assurer le démarrage instantané des moteurs froids et, à l'époque actuelle, il est vraisemblable que nombre d'automobilistes connaissent les ennuis du moteur rebelle à toute injonction du démarreur ou de la manivelle. Pour éviter

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 485.



LE TURBO-DIFFUSEUR « M. P. G. »

ce désagrément, il est indispensable que le mélange carburé aspiré dans les cylindres soit aussi homogène que possible. Il faut que toutes les gouttelettes d'essence mélangées à l'air soient, en quelque sorte, brisées et, pour ainsi dire, gazéifiées. Le turbo-diffuseur M. P. G. se charge de cette besogne.

L'appareil se compose de deux hélices à trois pales disposées sur une bride métallique épousant exactement la forme du joint du carburateur et en prenant la place. Ces hélices, de pas contraires, se trouvent donc placées immédiatement après le carburateur et au centre du tuyau d'admission. Parfaitement libres sur leurs coussinets usinés avec précision, elles se mettent à tourner rapidement dès que l'aspiration se produit et brassent énergiquement le mélange air-essence. Ce mélange, très homogène, devient, par suite, très inflammable et la moindre étincelle suffit pour en provoquer la combustion rapide (explosion). Aucune condensation d'essence liquide, néfaste aux bougies et aux cylindres, ne peut se produire.

Trois minutes suffisent pour monter cet appareil qui, outre le démarrage instantané à froid, assure au moteur le maximum de souplesse et de rendement.

Sachons ausculter nos postes de T. S. F.

UNE excellente audition est parfois interrompue brusquement. Diagnostiquer la cause de cet arrêt équivaut le plus souvent à en trouver le remède. Est-ce une lampe défectueuse, un circuit coupé, un contact fortuit qui a arrêté le fonctionnement? Il est facile de s'en rendre

compte, à condition toutefois de disposer pour cela d'un appareil vraiment pratique. Le voltmètre et l'ampèremètre sont les deux armes du sans-filiste.

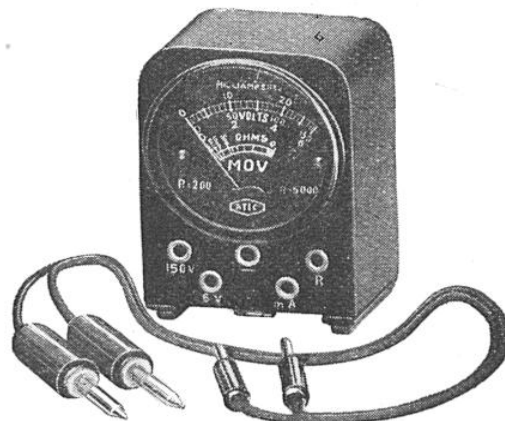
Pourquoi ne pas réunir ces appareils en un seul, et même pourquoi ne pas leur adjoindre un autre appareil de mesure, l'ohmmètre, qui servira à vérifier directement les résistances? C'est ce qui a été réalisé dans l'appareil ci-contre, le dépanneur « Mov ».

Contenu dans un boîtier en bakélite, il réunit à lui seul un milliampèremètre de 30 milliampères, un ohmmètre à lecture directe, de 0 à 2.000 ohms, et un voltmètre à deux sensibilités, 6 et 150 volts. Il contient, en outre, une source de courant, sous la forme d'une pile sèche ordinaire de 4 v. 5.

Le dépanneur vous permettra donc de voir immédiatement si le filament d'une lampe est coupé. Il suffit, pour cela, d'appliquer les prises de courant du « Mov » aux broches « filament » de la lampe (l'écartement de ces prises de courant correspond exactement à celui des broches du « filament » de la lampe). Si le courant de la petite pile passe, l'aiguille de l'appareil dévie instantanément.

La mesure du courant-plaque est également très facile grâce au milliampèremètre.

Pour les postes alimentés par le secteur alternatif, le dépanneur fonctionne de la



LE DÉPANNEUR DE T. S. F. « MOV »

même façon et permet de vérifier l'isolement des circuits, la mesure des résistances, le contrôle des lampes, la mesure des tensions après le redresseur.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté de la science »

Pot à colle : SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS « LE FIXOL », 210 bis, avenue du Général-Michel-Bizot, Paris.

Chapeau de gicleur : ETABLISSEMENTS M. ARMENGAUD, 54, rue des Récollets, Toulouse (Hte-Garonne).

Chauffage par catalyse : THERM'X, 2 bis, route des Soldats, Lyon-Saint-Clair (Rhône).

Turbo-diffuseur : LE TURBO-DIFFUSEUR M. P. G., 13, rue d'Armenonville, Paris-Neuilly.

Dépanneur T. S. F. : RADIO-SOURCE, 82, avenue Parmentier, Paris (11).

CONDITIONNONS L'AIR DE NOS APPARTEMENTS

LE conditionnement de l'air est à l'ordre du jour. Ses bienfaits sont, d'ailleurs, indéniables, non seulement au point de vue du confort et de l'hygiène, mais encore pour un meilleur rendement du travail. Maintenir la température la plus agréable, le degré d'humidité convenable, assurer le renouvellement de l'atmosphère, tel est le but du conditionnement de l'air. Toutefois, jusqu'à ce jour, ce conditionnement ne pouvait être réalisé que par de grands établissements, étant donné le prix très élevé des installations.

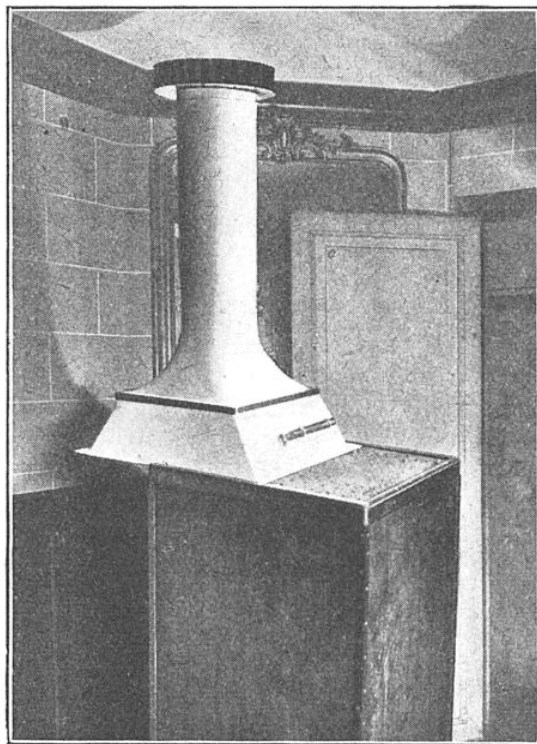
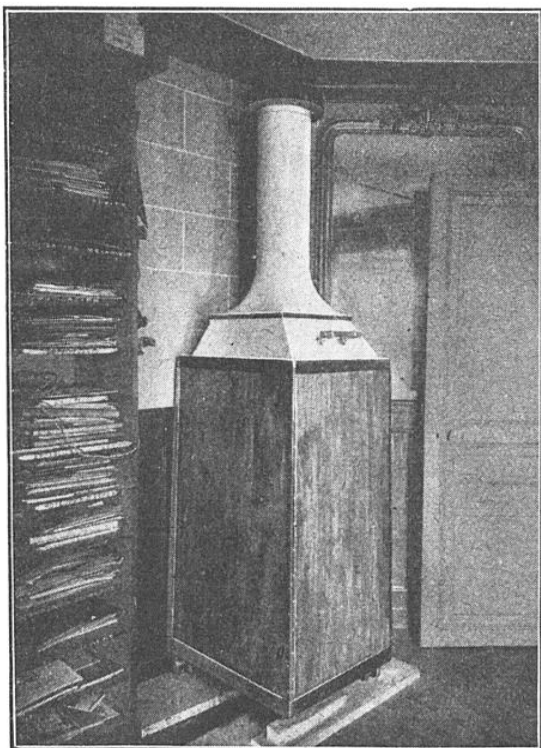
Pour résoudre ce problème délicat dans un appartement, on ne peut donc songer à renouveler l'air par doses massives. Il faut en séparer les deux termes, c'est-à-dire assurer par des moyens connus — et souvent existants — le renouvellement et le chauffage de l'atmosphère et, par des appareils spé-

ciaux, le rafraîchissement et l'épuration.

Voici un appareil mobile, répandant autour de lui un air frais, pur, débarrassé des poussières, de la fumée, etc., qui répond parfaitement à cette question.

Le modèle Standard de l'appareil « Fraîcheur », utilisant la glace, se compose essentiellement d'un échangeur de température, constitué par des tubes en aluminium serrés entre deux plaques également en aluminium. La cuve étanche, légèrement calorifugée, est montée sur quatre pieds munis de roulettes spéciales, donnant à l'ensemble une grande mobilité. La tête ou cheminée contient un filtre à air, à chocs, sans manipulations salissantes, un ozoniseur, le moteur de 1/25 de ch et enfin la turbine aérienne de diffusion.

L'air est ainsi pris à la partie inférieure de la pièce, rafraîchi, asséché, filtré, ozonisé



VOICI L'APPAREIL MOBILE A DISTRIBUER UN AIR FRAIS ET DÉBARRASSÉ DE SES IMPURETÉS
DANS UN APPARTEMENT

A gauche, l'appareil fermé ; à droite, l'appareil ouvert pour son chargement.

et répandu à la partie supérieure, près du plafond. Un résultat très curieux est que nulle part dans le local il n'est senti de courant d'air appréciable, ce qui n'empêche pas l'ambiance de s'améliorer très rapidement.

L'appareil, chargé de glace le matin, peut être promené d'une pièce à l'autre, au milieu des tables d'un restaurant ou à la terrasse d'un café. L'effet s'en fait sentir dans un rayon de 5 à 6 mètres.

Naturellement, ce modèle n'est pas unique. Certains sont prévus pour être « chargés en froid » sur les distributions de froid central des immeubles modernes, puis promenés où ils sont utiles. D'autres produisent du froid en utilisant le courant électrique de nuit et distribuent ces frigories durant la journée.

Enfin, un modèle spécialement adapté au rafraîchissement des wagons de chemins de fer, utilise la glace sèche ou acide car-

bonique solide. Sa simplicité et sa marche entièrement automatique le rendent particulièrement intéressant en cette occurrence, mais il peut être adapté à toute autre application commerciale ou industrielle.

On conçoit de suite les multiples applications d'un tel appareil, non seulement dans les pouponnières, cliniques, restaurants et toutes habitations coloniales, mais aussi pour tous les usages temporaires, l'opération à domicile en été, la conservation des fleurs ou des denrées alimentaires, etc.

Mais il peut être aussi un « secours du froid ». Chacun sait combien se répandent les installations frigorifiques de conservation de denrées. Mais on sait aussi qu'une panne de machine peut toujours se produire. « Fraîcheur », pris en location, suppléera la machine durant la réparation, avec le minimum de frais.

ANDRÉ DAUPHIN, 9, rue des Arquebusiers, Paris

CHEZ LES ÉDITEURS

LE TRIOMPHE DE L'IDÉE — 1914, par le général Gascouin (Edité par Berger-Levrault). Prix franco : France, 16 fr. 50 ; étranger, 19 francs.

Cet ouvrage, remarquablement écrit, est surtout une œuvre synthétique pour mettre en évidence le rôle des facteurs psychologiques, stratégiques, tactiques et techniques dans le combat, en s'inspirant du précieux et cruel enseignement des événements de 1914. Nos lecteurs connaissent, du reste, les qualités d'exposition et de clarté de notre éminent collaborateur. Ils liront avec profit — surtout les anciens officiers et soldats — ce qu'il faut savoir de l'idée, comme facteur de la défense nationale.

EXPLOSIFS, POUDRES, GAZ DE COMBAT, par Paul Pascal. 1 vol., 321 p. Prix franco : France, 62 fr. 75 ; étranger, 67 fr. 50.

Cet ouvrage, qui s'adresse plus particulièrement aux candidats au grade d'ingénieur-chimiste, constitue une remarquable documentation sur les propriétés et la fabrication des explosifs et de gaz de combat. Après avoir étudié la réaction explosive elle-même, l'auteur passe en revue la fabrication des nitrates organiques des dérivés nitrés, des explosifs liquides. Il expose ensuite la question des mélanges explosifs et de poudres propulsives, et termine par les gaz de combat et les types de masques.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 45 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an..... 55 fr.
chis.....	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an.... 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an..... 90 fr.
chis.....	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.

Automobilistes!

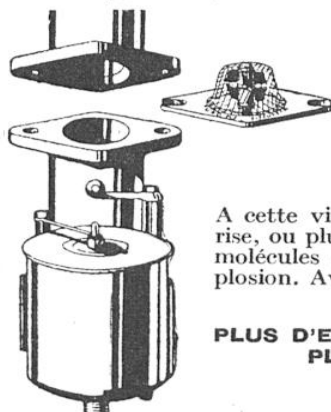


**Plus vite en côte
Accélérations améliorées
Démarrages instantanés
même par temps de gelée
Economie d'au moins 25%**

Posez sur votre auto

LE TURBO-DIFFUSEUR M. P. G.

LE TURBO-DIFFUSEUR M. P. G. (breveté dans le monde entier) s'adapte à n'importe quel type de voiture, motocyclette, camion, tracteur, en l'espace de trois minutes et par la personne la plus inexpérimentée. Il suffit de dévisser et de revisser deux boulons. Cela ne nécessite aucune manipulation.



FONCTIONNEMENT

Observez le dessin reproduit ci-contre : appareil très simple, application facile. L'aspiration produite par le piston met en mouvement deux petites hélices de métal spécial (renfermées dans une calotte à grillage inoxydable). Les hélices tournent comme une turbine, en sens inverse l'une de l'autre, à une vitesse de 6.000 tours à la minute.

A cette vitesse formidable, l'action mécanique de cette turbine pulvérise, ou plutôt volatilise, le mélange d'air et d'essence. Les millions de molécules se distribuent d'une façon homogène dans la chambre d'explosion. Avec la plus faible étincelle, la combustion du mélange ainsi pulvérisé est totale.

**PLUS D'ENCRASSEMENTS
PLUS DE FATIGUES AU MOTEUR
MISE EN MARCHÉ INSTANTANÉE
ACCÉLÉRATIONS ET REPRISES IDÉALES**

**Tout ceci est facile à comprendre, mais... vous voulez des faits.
Voici donc notre offre :**

OFFRE D'ESSAI

Le TURBO-DIFFUSEUR M. P. G.
13, rue d'Armenonville, Neuilly
R. C. Seine : 508.963
Chèques postaux : 1577-39 Paris

Date

Je vous prie de m'envoyer votre « Turbo-Diffuseur M. P. G. » avec les instructions nécessaires pour le montage sur mon Automobile-Motocyclette-Camion-Tracteur. Marque..... Modèle.....

Force HP..... Carburateur.....

Je vous commande cet appareil à condition : que, si dans les 7 jours de la réception je n'étais pas pleinement satisfait, je vous le retournerais franco de port et vous me restitueriez, sans discussion ni délai, les Frs 100 que je vous remets ci-joints.

NOM.....

ADRESSE.....

S. V. 4

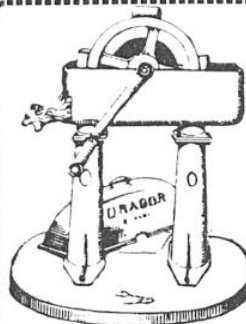
ADRESSEZ-LE IMMÉDIATEMENT

SCIES CIRCULAIRES A BOIS



Modèle 2. Avec chariot de 160 cm et chemin de roulement de 400 cm. Fr. 1.080. »
 Modèle 3. Avec chariot de 250 cm et chemin de roulement de 650 cm. Fr. 1.874. »
 Modèle 1. Sans chariot. Fr. 646. »

FABRIQUÉS PAR DES INGÉNIEURS POUR DES CONNAISSEURS
 Tous les modèles sont montés avec roulements à billes et toutes les pièces rigoureusement interchangeables.
 Écrivez pour la notice explicative aux
Etablissements JOHN REID
 6 BIS, quai du Havre — ROUEN



Voir article, n° 83, page 446.

DRAGOR

Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds
 À la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au premier tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 mètres de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Pose facile et rapide sans descente dans le puits. Donné deux mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - **Garanti 5 ans.**

Élévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)
 Pour la Belgique :
 39, allée Verte - Bruxelles

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX
Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

SEUL QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE.....	Trois mois.....	20 fr.
	Six mois.....	40 fr.
	Un an.....	76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES..	Trois mois.....	25 fr.
	Six mois.....	48 fr.
	Un an.....	95 fr.
BELGIQUE	Trois mois.....	36 fr.
	Six mois.....	70 fr.
	Un an.....	140 fr.
ÉTRANGER.....	Trois mois.....	50 fr.
	Six mois.....	100 fr.
	Un an.....	200 fr.

SPÉCIMEN FRANCO
sur demande

En s'abonnant 20, rue d'Enghien,
 par mandat ou chèque postal
 (Compte 5970), demandez la liste et
 les spécimens des

PRIMES GRATUITES
fort intéressantes

LE MEILLEUR
 ALIMENT MÉLASSÉ

8 GRANDS PRIX
 8 HORS CONCOURS
 MEMBRE DU JURY
 DEPUIS 1910

PAÏL'MEL



POUR CHEVAUX
 ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY EURE-ET-LOIR,
 Reg. Comm. Chartres B. 41

LA MAISON DES ONDES COURTES

Adaptateur ondes courtes "LÉNIER"

12 A 95 MÈTRES



Se branche immédiatement devant n'importe quel poste récepteur, quel que soit le type ou la marque.

Ne nécessite aucune connexion à modifier, aucune alimentation séparée, absolument rien à toucher au récepteur. Permet la réception des ONDES COURTES en haut-parleur.

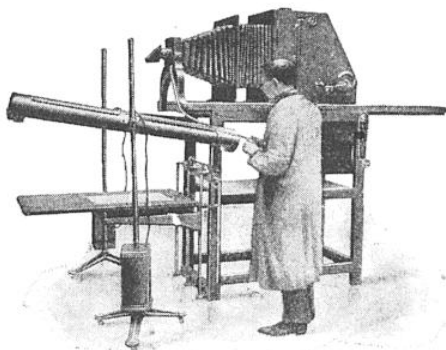
Prix : 250 francs
 Un jeu de selfs O. C. .. 90 fr.

Demandez notice franco aux

Établissements R. LÉNIER, 43, rue Magenta, ASNIÈRES (Seine)

Tél. : Grésillons 14-87

LE REPROJECTOR



DÉMONSTRATIONS, RÉFÉRENCES, NOTICES FRANCO

donne directement et rapidement, sur le papier, donc sans clichés, des copies photographiques impeccables, en nombre illimité, de tous documents : dessins, plans, esquisses, pièces manuscrites, contrats, chèques, comptes courants, gravures, dentelles, tissus.

Il réduit ou agrandit automatiquement à l'échelle jusqu'à cinq fois ; photographie le document aussi bien que l'objet en relief ; utilise le papier en bobine aussi bien que la plaque sèche (le papier en bobine se déroule automatiquement devant l'objectif) ; projette les corps opaques aussi bien que les clichés sur verre. Simplicité de fonctionnement. Pas d'apprentissage spécial.

TRAVAUX D'ESSAI
aux firmes intéressées au tarif le plus réduit

DE LONGUEVAL & C^{ie}, constructeurs
17, rue Joubert — PARIS

CHEMINS DE FER DE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE

BILLETS D'ALLER ET RETOUR INDIVIDUELS DE FIN DE SEMAINE A PRIX RÉDUIT POUR LES STATIONS DE SPORTS D'HIVER DES ALPES ET DU JURA

Il est délivré, du 1^{er} décembre 1931 au 31 mars 1932, par les gares de Paris P.-L.-M., Dijon-Ville, Besançon-Viotte, Besançon-Mouillère, Lyon, Saint-Etienne, Grenoble, Marseille, Genève-Cornavin et Genève-Eaux-Vives, pour les stations d'hiver des Alpes et du Jura, des **billets d'aller et retour** individuels d'excursions, comportant une réduction de **50 %** sur le double du prix d'un billet simple.

Au départ de Paris et de Marseille, ces billets sont valables du vendredi à midi au mardi à midi ; au départ des autres gares, du samedi à midi au lundi à minuit.

Toutefois, le voyage doit commencer, à l'aller, le dimanche au plus tard et, au retour, le dimanche au plus tôt.

Les jours de fête légale sont assimilés aux dimanches.

Le voyageur, muni d'un billet d'aller et retour d'excursion, ne peut s'arrêter qu'aux gares intermédiaires pour lesquelles sont délivrés des billets de même nature ; il ne peut emporter, comme bagages, que du matériel de sport, pour lequel il bénéficie d'une franchise de 20 kilos.

MANUEL-GUIDE GRATIS
INVENTIONS
BREVETS, MARQUES, Procès en Contrefaçon

H. Boettcher Fils
Ingénieur-Conseil PARIS
21, Rue Cambon

INDISPENSABLE
chez tous
les Architectes, Ingénieurs,
Industriels et Commerçants
.....
Pour avoir
des tirages immédiats,
impeccables, bon marché



Vitesse de tirage :
40 centimètres par minute
Encombrement :
1 m 60 x 0 m 25, hauteur 0 m 30
Sur prise de courant ordinaire
Prix en ordre de marche :
2.420 fr. pour courant continu
2.750 fr. alternatif 110 ou 220 v.

Table à dessin "LUDION"

LA PLUS MODERNE

Encliquetage automatique
toutes positions. Rien à
bloquer ou à serrer. Pliage
facile. Stabilité absolue.

Sièges à hauteur réglable.
Tréteaux à hauteur et incli-
naison des barres réglables.

Modelage Mécanique
Etude de prix

D. FORGE, 24, avenue des Ramiers
NEUILLY-PLAISANCE (S.-&-O.)

Notice franco — Vente directe



SOURDS

vous pouvez entendre

grâce au

SIMPLIPHONE

Nouvel appareil électromagnétique - Breveté S. G. D. G.
SIMPLE — DISCRET — PUISSANT

Étab. CLARVOX, 12, boul. Magenta, Paris
Démonstration gratuite — Notice franco sur demande



FRAICHEUR

Appareil mobile
de rafraîchissement

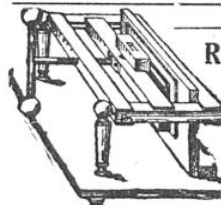
BUREAU TECHNIQUE :
André DAUPHIN
Ingénieur-Conseil
9, rue des Arquebusiers - PARIS

L'ATMOSPHÈRE RAISONNÉE

en Europe et aux Colonies

Air RAFRAICHI, asséché, filtré,
ozonisé. Emploi de la glace ou
d'un moteur de 0.25 CV.

Aussi mobile qu'un poêle à essence



RELIER tout SOI-MÊME
avec la RELIEUSE-MÉREDIEU
est une distraction
à la portée de tous
Outillage et Fournitures générales
Notice illustrée franco contre 1 fr.
V. FOUGÈRE & LAURENT, à ANGOULÈME

CHEMINS DE FER DE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE

**LE SERVICE DES TRAINS DE VOYAGEURS
EST MAINTENU PENDANT L'HIVER
ENTRE CHAMONIX, ARGENTIÈRE ET MONTROG-LE-PLANET**

Les trains de voyageurs de la ligne électrique de Saint-Gervais à Chamonix et Vallorcine qui, pendant l'hiver, ne circulaient pas, avant l'an dernier, entre Les Tines et Vallorcine, ont pu être maintenus jusqu'à Montroc-le-Planet, grâce aux importants travaux de protection de la ligne, contre les avalanches, qui ont été exécutés par la Compagnie P.-L.-M.

Les hivernants peuvent donc atteindre en chemin de fer, pendant la saison des neiges, Argentières, où un hôtel de premier ordre vient d'être ouvert, et les hauts champs de ski du Planet.

INVENTEURS

Pour vos
BREVETS

Adresser à: WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
35 Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratuite!

INVENTIONS ET RÉALISATIONS FINANCIÈRES

SOCIÉTÉ D'ÉTUDE ET DE VALORISATION EN PARTICIPATION

48, rue de la Chaussée-d'Antin, PARIS (9^e) - Téléphone : Trinité 40-96 et 62-90

Brevets d'invention en France et à l'Étranger. — Toutes opérations relatives à la Propriété industrielle. — Négociation des brevets. — Valorisation des inventions. — Recherche de capitaux. — Constitution de Sociétés industrielles.



Véritablement antiseptique

Le **DENTOL** (eau, pâte, poudre, savon) est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable.

Créé d'après les travaux de Pasteur, il raffermi les gencives. En peu de jours, il donne aux dents une blancheur éclatante. Il purifie l'haleine et est particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur délicieuse et persistante.

Le **DENTOL** se trouve dans toutes les bonnes maisons vendant de la parfumerie et dans toutes les pharmacies.



Dépôt général :

Maison FRÈRE, 19, rue Jacob - Paris

CADEAU Pour recevoir gratuitement et franco un échantillon de **DENTOL**, il suffit d'envoyer à la Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris, sous enveloppe affranchie à 0 fr. 50, son adresse exacte et bien lisible, en y joignant la présente annonce de *La Science et la Vie*.

BIBLIOTHÈQUE DU GÉNIE CIVIL

152, Avenue de Wagram — PARIS (17^e)

Envoi franco contre le montant des ouvrages, plus 10 0/0 pour frais

(Bien indiquer le N° de chaque cours)

CHEFS DE SERVICE

262 Ajustage	10 »
38 Algèbre	7 »
33 Arithmétique	15 »
89-90 Automobile	35 »
171 Aviation	20 »
141 Agriculture	15 »
454 Arithmétique commerciale	30 »
273 Accidents de travail (Prévention des)	20 »
316 Anglais usuel	10 »
239 Applications électriques	20 »
22-25 Bobinage des machines	20 »
204 Bâtiment	20 »
744 Brevets d'invention	10 »
342 Botanique	10 »
293 Béton armé	20 »
314 Correspondance commerciale	20 »
118 Constructions mécaniques	20 »
35 Calcul rapide	10 »
170 Commerce et comptabilité	25 »
526 Cinéma	25 »
739 Chauffage central	20 »
61 Chimie	15 »
4 131 Chaudières locomotives	30 »
259 Chemins de fer	20 »
390 Constructions en bois	20 »
95 Croquis coté	20 »
94 Conduite électrique	10 »
829 Carrières commerciales	5 »
226 Comptabilité agricole	10 »
372 Comptabilité des gares	10 »
404 Conduite des locomotives	20 »
288-289 Cosmographie	30 »
240 Dangers des courants	10 »
621 Dessin électrique	15 »
348 Dessin industriel	15 »
79 Dessin graphique	20 »
114 Dessin à la plume	5 »
166 Dessin d'architecture	10 »
97 Dessin de menuiserie	10 »
165 Eclairage électrique	15 »
99 Electricité	15 »
129 Electrochimie	15 »
8 Entretien des machines	20 »
803 Emplois des chemins de fer	10 »
105 Ecriture	10 »
36 Géométrie	10 »
44 Géométrie descriptive	20 »
126 Géologie et minéralogie	25 »
703 Génie (Admission au 5 ^e)	20 »
196 Machines locomotives	30 »
534 Machines agricoles	20 »
2 Machines marines	30 »
208 Machines industrielles	30 »
307 Moteurs industriels	12 »
601 Mathématiques navales	25 »
31 Mathématiques (notions)	20 »
755 Mécanique	6 »
381 Mètre de bâtiment	30 »
71 Orthographe	20 »
399 Poids et mesures	30 »
59 Physique	15 »
540 Parfumerie	25 »
908 Pratique des travaux	20 »
80 Résistance des matériaux	20 »
72 Rédaction	20 »
546 Règle à calcul	5 »
15 Turbines à vapeur	20 »
261 Technologie de l'atelier	20 »
142 Topographie	10 »
41 Trigonométrie	15 »
152 T. S. F.	15 »
576 Vie et mécanisme des entreprises	10 »

INGÉNIEURS

203 Automobile	25 »
541 Aviation	40 »
29-302-303 Algèbre supérieure	45 »
194 Algèbre	30 »
751-752-753 Béton armé	40 »
47 Compléments	15 »
502 Charpentes métalliques	40 »
612 Calcul des machines	25 »
549 Chauffage rationnelle	20 »
622-623-624 Construction électrique	45 »
49 Calcul différentiel	25 »
50 Calcul intégral	25 »
490 Compléments	40 »
233 Construction mécanique	40 »
189 Chimie métallurgie	20 »
190 Chimie bâtiment	25 »
191 Chimie agricole	40 »
337 Cosmographie	25 »
270 Construction d'usines	25 »
219-220-221-222 Constructions navales	50 »
200 Comptabilité industrielle	30 »
305 Calcul rapide	10 »
17 Dessin (Technologie)	30 »
292 Dictionnaire technique français, anglais, italien	20 »
136-137 Electricité théorique	40 »
162-163 Electrotechnique	50 »
242 Electrometallurgie	25 »
172 Essais des machines	25 »
382 Eclairage électrique	20 »
1004 Formulaire de mécanique et électricité	100 »
110-111-112-26 Géométrie	60 »
51-52-53 Géométrie analytique	50 »
367 Géométrie descriptive	40 »
350-351 Mines	30 »
13 Moteurs à combustion	40 »
267 Machines-outils	30 »
120 Machines électriques calcul	30 »
115 Mathématiques générales	35 »
424 Mécanique	40 »
282 Métallurgie	40 »
427 Mesures d'essais électriques	30 »
160-520 Navigation	45 »
210-211-212 Outillage	40 »
373 Plans cotés	10 »
380 Physique industrielle	25 »
580 Physiologie végétale	30 »
644 Physiologie animale	20 »
503 Ponts métalliques	40 »
159 Règle à calcul	10 »
86 Résistance des matériaux	40 »
109 Rapports techniques	30 »
535 Service de la voie (chemin de fer)	25 »
199 Stéréotomie	15 »
251 T. S. F. théorique	25 »
153 T. S. F. appliquée	30 »
57 Thermodynamique rationnelle	25 »
402 Thermodynamique gaz	25 »
155 Thermodynamique vapeur	25 »
42 Trigonométrie	25 »
214 Usinage	15 »
85 Unités électromécaniques	5 »
117 Vecteurs	15 »
27 Usines hydroélectriques	25 »
81 Droit civil	15 »
224 Droit commercial	20 »
98 Droit maritime	20 »
277 Droit administratif	20 »
327 Législation des mines	25 »
78 Economie politique	25 »
313 Législation des eaux	20 »
74 Législation de l'électricité	20 »
75 Législation ouvrière	30 »
225 Législation des chemins de fer	25 »
721-722-723 Réglementation postale	30 »

PROJETS

Projets pour chaque genre d'appareils avec un formulaire pour toute l'étude du projet, la rédaction complète ou projet avec dessins pour toutes les spécialités. Chaque étude 100 »

Toutes les formules employées sont élémentaires

Le Bain de Vapeur SURVAPORISÉE

A LA MAISON ET EN VOYAGE

Exposition Coloniale Internationale, Paris 1931 : Médaille d'Or

PARIS 1929-30, Section Hygiène, 3 Grands Prix, 3 Médailles d'Or

BELGIQUE 1930 : Hors Concours, Membre du Jury

Officiellement approuvé par le service de la Santé Publique du Royaume d'Italie (décret 971 du 7 janvier 1931).

La « Sudation scientifique » par le bain de vapeur **survaporisée** (simple, parfumée, iodée, camphrée, sulfureuse, oxygénée, etc., à votre choix)

PRÉVIENT, COMBAT ET GUÉRIT

Mauvaise circulation, obésité, constipation, dyspepsie, maladie de la peau, maladie du foie, goutte, grippe, influenza, lumbago, insomnie, intoxication, maux de gorge, névralgies, troubles nerveux, maux de reins, rhumatismes, acide urique, mauvaise assimilation des aliments, arthritisme, rides du visage, troubles de l'âge critique, douleurs.



SUDATION-SCIENTIFIQUE

Ce merveilleux appareil permet de prendre chez soi, sans tacher ni mouiller, sur sa descente de lit même, tout en respirant l'air de l'appartement, un bain de vapeur **survaporisée**, incomparablement plus **efficace**, plus **rapide**, plus **commode**, plus **propre** que le bain de vapeur ordinaire. Et chaque bain revient à 20 centimes! Les parfums ou les médicaments, à votre choix, que vous aurez mis dans les deux générateurs, portés par la survaporisation à plus de 400 degrés, **sans bouillir et sans pression**, sont réduits en molécules d'une finesse inimaginable, **sont respirés par la peau** et sont instantanément entraînés dans la circulation, qui est elle-même miraculeusement activée par le bain.

C'EST UN MERVEILLEUX RÉGULATEUR DE TOUTES LES FONCTIONS ET DE TOUS LES ORGANES DU CORPS HUMAIN

Une vraie cure de rajeunissement !

Cet appareil provoque, en quelques minutes, **LA PLUS AGRÉABLE ET LA PLUS ABONDANTE SUDATION** que l'on puisse imaginer.

Le maniement de l'appareil est très simple : un enfant pourrait s'en servir. Aucune installation à faire. Se monte et se démonte en une minute. En voyage, il tient dans n'importe quelle valise. Pèse 1.900 grammes. Très solide, il est pratiquement inusable.

Remplace la salle de bains. Nettoie à fond la peau et la régénère

TOUTES LES VILLES THERMALES CHEZ VOUS

(Formules spécialement établies par le service médical de la SUDATION SCIENTIFIQUE pour chaque traitement et pour chaque station thermale.)

Le Traitement dépuratif-iodo-sulfo-végétal. Le traitement magnésien-reminéralisateur par la vapeur survaporisée. Préventif et curatif. Le plus puissant et le plus rationnel. — Tous les traitements par les tisanes.

LES PLUS HAUTES ET DÉFINITIVES RÉFÉRENCES DU CORPS MÉDICAL

Méfiez-vous des contrefaçons. Notre appareil est breveté dans le monde entier, y compris les pays à examen préalable : Allemagne, Amérique, Angleterre, etc. (Brevets déposés en mai 1929.) — **TOUTE CONTREFAÇON SERA POURSUIVIE AUX TERMES DE LA LOI.** — Deux contrefacteurs (anciens employés de la « Sudation Scientifique ») sont actuellement poursuivis par le Parquet de la Seine. (Juge d'instruction : M. Sausster.) — Nos brevets sont exposés au public dans nos bureaux.

..... L'APPAREIL COMPLET, NOUVEAU MODÈLE B 2, AVEC

RÉGULATEUR DE SURVAPORISATION à 4 degrés : 150°, 200°, 300°, 400°

Franco contre **350 francs**, chèque, mandat ou remboursement.

Fonctionne indifféremment à l'alcool ou à l'électricité. — L'appareillage électrique interchangeable, à voltage universel, en plus, **50 francs**.

APPAREIL **TR** POUR Bains **TURCO-ROMAINS**, DONNANT A VOLONTÉ: **235 fr.**
Bains d'air **chaud sec**; d'air **chaud humide**; de vapeur; Bain mixte; Inhalations. Prix.

N. B. Tous nos modèles sont livrés avec le nouveau peignoir breveté **INSALISSABLE** cylindre protecteur en matière isolante et ignifuge et inhalateur breveté en émail bleu.

LA SUDATION SCIENTIFIQUE, 9, rue du Faubourg-Poissonnière

Téléphone : **Provence 51-40**

(A côté du Journal « LE MATIN »)

Chèque Postal **Paris 1407-74**

Brochure et tous renseignements gratuits et FRANCO sur demande

(Prière de ne pas joindre timbre pour la réponse.)

MACHINE À TIRER LES BLEUS À TIRAGE CONTINU



L'ELECTROGRAPHE
"REX"

construit par

Dans
le monde entier
l'Electrographe "REX"
s'est imposé par ses
qualités exceptionnelles:
il donne dans le minimum
de temps et avec le minimum
de dépense des reproductions
d'une netteté
incomparable

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE

12. AV. DU MAINE. PARIS. XV^e

CATALOGUE FRANCO
SUR DEMANDE