

France et Colonies : 4 fr.

N° 177. - Mars 1932

LA SCIENCE ET LA VIE



**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 contre-poids.
A moteur universel

Ne pas oublier de changer les brosses usées
RV
Fabriqué en France

Ne pas oublier de changer les brosses usées
RV
Fabriqué en France

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, Saïgon, Phou-Penh, Haïphong, 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.

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. Q. I.

24, rue Tournefort (près du Panthéon) - PARIS (5^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

MARINE

Admission aux
**ÉCOLES DE NAVIGATION
des PORTS
et de PARIS**

Préparation des Examens
**ÉLÈVES-OFFICIERS
LIEUTENANTS
CAPITAINES
Mécaniciens, Radios,
Commissaires**

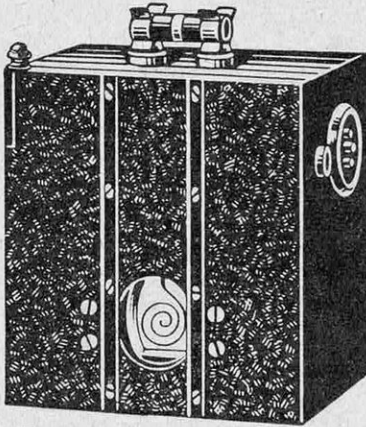
Préparation à tous les
**EMPLOIS DE T. S. F.
Mécaniciens, etc.**
de la Marine de Guerre et
de l'Aviation

Programme gratuit
N° 809

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

UBIL-ELGY

E. Faracini



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 FRS. SIÈGE SOCIAL : 21, RUE JEAN-GOUJON, PARIS (8^e)

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

210 frs.

Personne
ne pourrait
croire

que votre appareil **Jubilar** ne coûte que **210 francs**; en voyant les épreuves que vous obtenez, tout le monde sera unanime à déclarer que vous possédez un appareil de prix.

Les photos prises avec l'appareil **Jubilar** sont d'une netteté rigoureuse, parce que l'**anastigmat Voigtar f/9** possède une profondeur de champ très étendue, et la mise au point par deux repères évite toute erreur de manipulation.

Vous trouverez cet appareil chez le marchand d'articles photographiques de votre entourage. - Exigez aussi la **pellicule Voigtlaender** elle est d'une sensibilité extraordinaire et présente toutes les qualités pour vous garantir le succès, même en hiver.

RIEN N'EST PLUS FACILE QUE DE FAIRE DE LA PHOTO, avec l'appareil JUBILAR et la pellicule VOIGTLAENDER.

Voigtlander
Jubilar

Demandez notre prospectus n° 85

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

Si vous pouvez écrire Vous pouvez **DESSINER**

**Augmentez votre valeur personnelle.
Rendez plus brillante votre situation.
Créez-vous une nouvelle source de
profits en apprenant à dessiner.**

VALEUR !... Les Américains disent d'un homme : « Il vaut tant... » Ne croyez-vous pas que vous vaudriez plus si vous saviez dessiner ? N'avez-vous pas bien souvent regretté de ne pouvoir croquer une figure, une silhouette, un paysage ?

Votre valeur personnelle

Dans l'exercice de votre profession, n'avez-vous pas senti parfois que, si vous saviez dessiner, vous réussiriez mieux ? En ces temps n'est-il pas sage de s'assurer, par la connaissance d'un métier auxiliaire, soit une source supplémentaire de profits, soit l'accès d'une nouvelle carrière, dans le cas où votre situation actuelle viendrait à vous manquer ?

Vous pouvez, si vous le voulez, devenir en quelques mois un bon dessinateur. Pour peu que vous ayez de bonnes dispositions naturelles et qu'un talent, ignoré de vous-même, sommeille en vous, vous deviendrez un artiste véritable, vous serez capable de faire carrière dans une des nombreuses branches du dessin, telles que : dessin d'illustration pour livres et journaux, de publicité, d'affiches, de mode, décoration, catalogues, caricature, etc... Cela vous sera permis grâce à l'Ecole A. B. C., qui, par sa lumineuse méthode basée sur des principes modernes et absolument nouveaux, a mis l'étude du dessin à la portée de tous !

Grâce à elle, vous pourrez, sans abandonner vos occupations quotidiennes, quels que soient votre âge et votre résidence, suivre les cours pratiques de l'A. B. C. et recevoir les conseils personnels d'artistes professionnels réputés.

Parmi les élèves enthousiastes de l'Ecole A. B. C., il est de nombreux artistes qui ont acquis un talent suffisant pour créer et vendre des dessins de toutes sortes, et se faire un nom et une place enviés dans l'un des genres cités plus haut.

Vous avez aujourd'hui une occasion unique de prendre une décision dont dépendra peut-être votre avenir.

RENSEIGNEZ-VOUS

Venez nous voir ou demandez-nous dès aujourd'hui notre brochure de renseignements illustrée de plus de 100 dessins d'élèves, en spécifiant 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
12, rue Lincoln (Studio F 130), PARIS



Voici un croquis charge, étonnant de verve, d'habileté et d'humour, exécuté après quelques leçons, par A. Thébaud, élève de l'Ecole A. B. C., qui, cette année, a remporté les 2^e et 3^e prix (valeur 4.000 francs) du Grand Prix Gustave Doré.



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

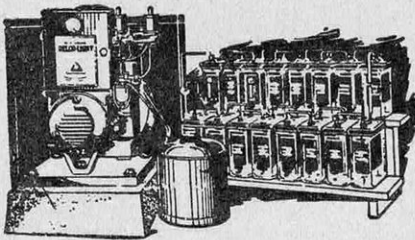
SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'APPAREILS MÉDICAUX
53, Rue Claude-Bernard, 53 — Gobelins 53-01 — Paris (5^o)

AG. LEBEUF.

DELCO-LIGHT

L'ÉLECTRICITÉ
A LA CAMPAGNE

pour une dépense minime

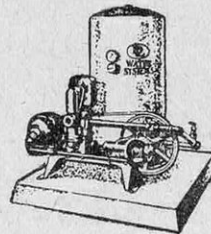


Groupe Electrogène, modèle 8 C 3. Entièrement automatique, monocylindrique à 4 temps, puissance 800 watts, 32 volts. Autres modèles, avec ou sans batteries, 800 ou 1.500 watts.

DELCO

L'EAU SOUS PRESSION
A LA CAMPAGNE

pour une dépense minime

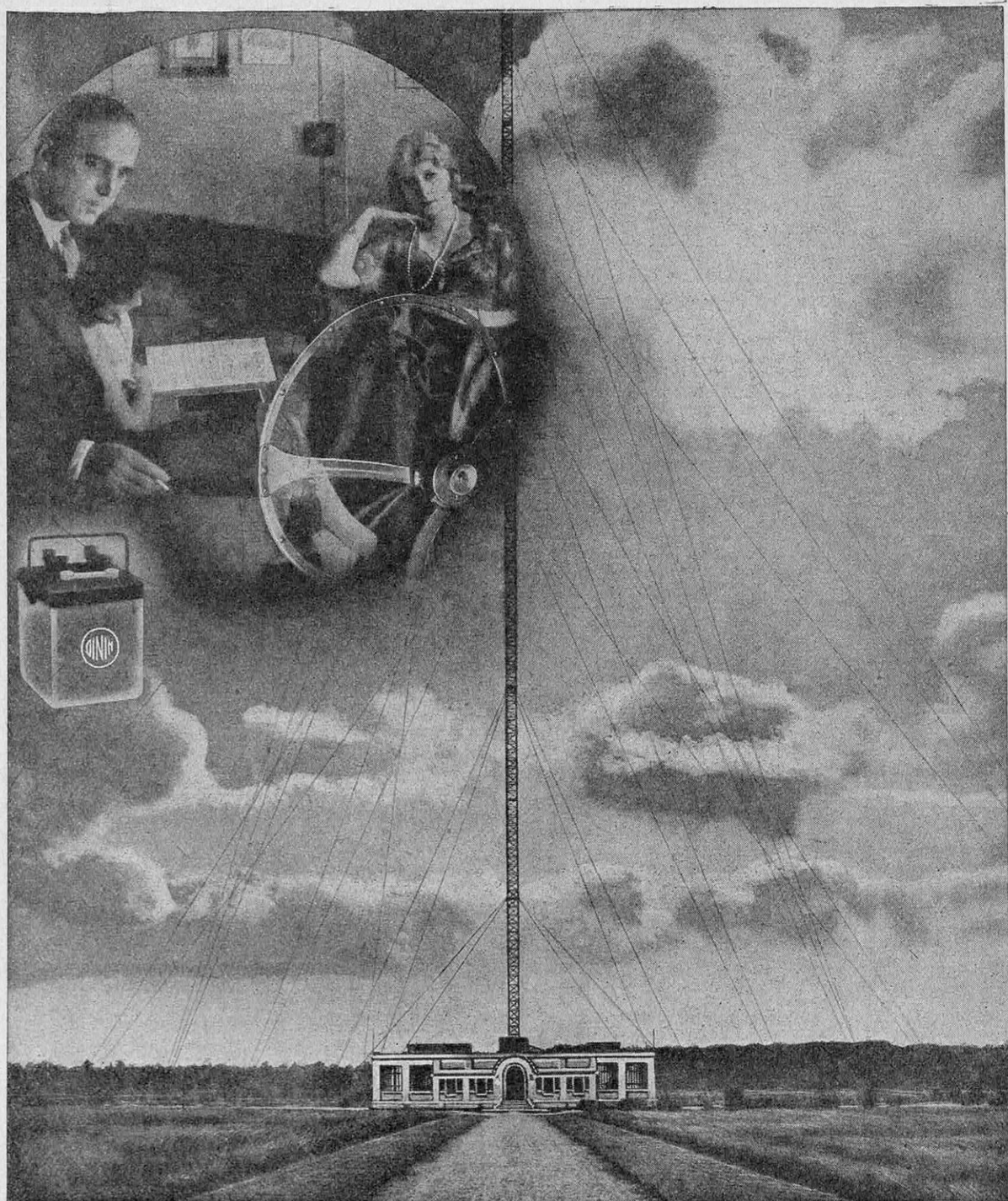


Pompes modèles 200 x et 400 x, à pistons à double effet, graissage par barbotage, moteurs répulsion-induction, forment un ensemble complet. Livr es avec réservoirs de pression 110 litres, manomètre et niveau d'eau. Autres modèles pour puits profonds ou peu profonds.

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



ACCUMULATEURS DININ
Adoptés par les
Grandes Compagnies d'Exploitation de T.S.F.

ÉTUDES CHEZ SOI

Vous pouvez faire **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° 32.902, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'au 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° 32.907, 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 *bac-alauréats*.

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

BROCHURE N° 32.913, 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° 32.919, 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 Ecoles*, *Ingénieurs*, *Professeurs de Faculté*, *Professeurs agrégés*, etc...)

BROCHURE N° 32.925, 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° 32.931, 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° 32.937, 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° 32.943, 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° 32.949, 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° 32.955, 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 réputés.)

BROCHURE N° 32.961, concernant la préparation aux **carrières du Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 32.967, concernant la préparation aux **carrières du Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc...

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 32.973, 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° 32.979, 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° 32.985, 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° 32.991, 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, Accordeon*) — 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° 32.996, 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)

A tout ami de la nature,
un microscope Zeiss...

Microscope Binoculaire **ZEISS**

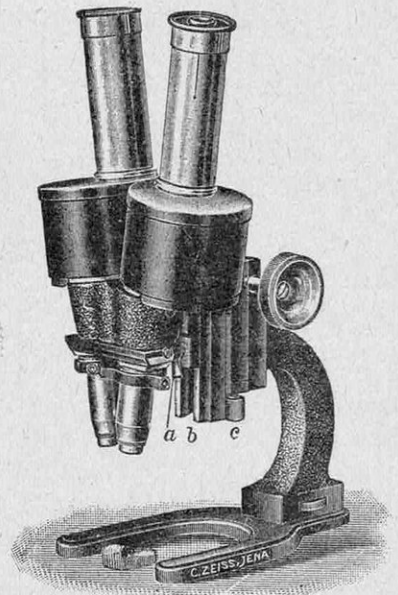
Statif X A

Se prête remarquablement à l'examen
stéréoscopique des insectes, minéraux,
plantes, etc., etc.

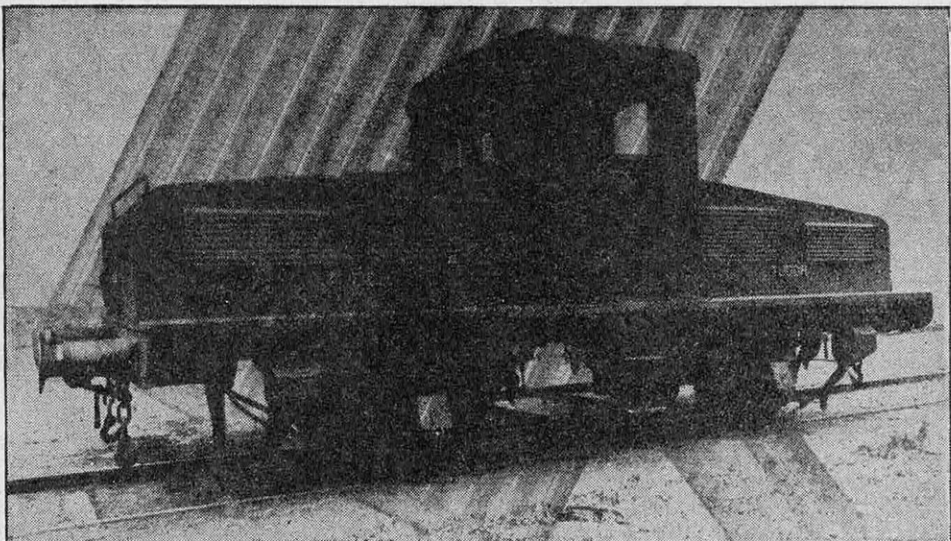
Grossissements 8 x à 336 x

NOTICE X A 77 GRATIS SUR DEMANDE ADRESSÉE A :
OPTICA, 18-20, faubourg du Temple - PARIS (XI^e)

CONCESSIONNAIRE POUR LA FRANCE DE



CARL ZEISS
JENA



L'ACCUMULATEUR
TUDOR-IRONCLAD

180 a 206, ROUTE d'ARRAS, a LILLE

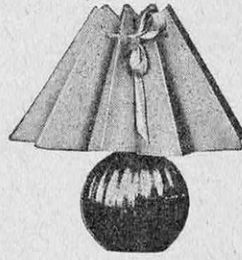
Dans votre intérêt, recommandez-vous toujours de La Science et la Vie auprès de ses annonceurs



LANTERNE carrée, moderne, gde lentille «Diamant», vernie noire. Etui seul... 15. »
En couleur 16. »



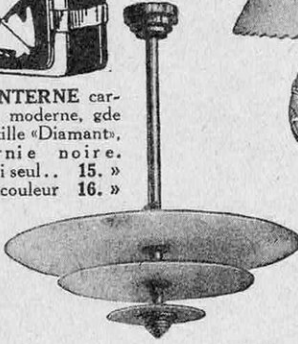
LAMPE, corps verre dépoli satiné, abat-jour rhodoid, hauteur totale 29³/₁₆... 48. »



LAMPE, boule verre, à côtes, dimension 15³/₁₆, or vif, abat-jour rhodoid plissé... 125. »

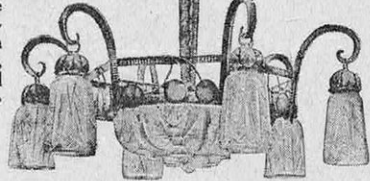


LANTERNE portative, tôle émaillée couleur, avec interrupteur. Le boîtier seul 8.50

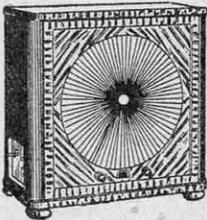


LUSTRE moderne, en bronze fondu, hauteur 50³/₁₆, diamètre 45³/₁₆, 3 plateaux, 3 lampes 230. »
Le même, plateaux hexagonaux 230. »

Grand choix en magasin



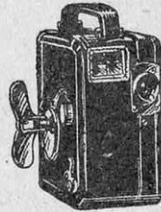
LUSTRE, monture fer forgé, hauteur 88³/₁₆, largeur 78³/₁₆, 7 lumières, dont 1 intérieur, verre pressé..... 395. »



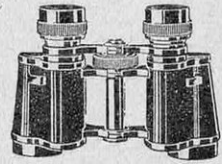
RÉCEPTEUR haut-parleur «Lowe», type EB 100. Un seul meuble, fonctionne sur secteur alternatif seul gamme d'ondes 200-2.000 m. Lampe blindée, 3 étages amplification, puissance et pureté. 1.650. »



PHONOGRAPHE «Nirona», appareil portatif, mallette bois, recouvert pégamoid noir, bleu, rouge, vert ou grenat. Peut emporter 6 disques, coupelle à couvercle pour aiguilles, dimensions 40x30x16³/₁₆..... 300. »
Autres modèles 165. » à 575. »



MOTOCAMERA «Mondial B» entièrement métallique, vernis craquelé noir, objectif Pathé f 3,5.. 675. »

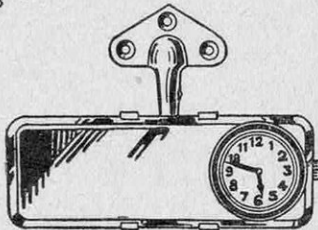


JUMELLES A PRISMES, «Deraisme», modèle Lumrop, pour le sport, le voyage, grande luminosité, grossissement 8 fois, diamètre des objectifs 25³/₁₆, en étui cuir..... 250. »

Grand choix en magasin



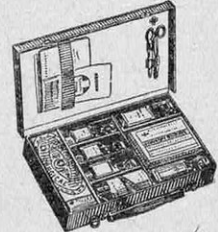
COUSSIN cuir, envers peau 59. »
Le même, intérieur interchangeable 69. »



RETROVISEUR «Miroclock», avec montre 8 jours, dimensions 180x70³/₁₆..... 175. »



BRIQUET de luxe, Abdulla métal chromé, uni poli 79. »
Guilloché poli.. 95. »



TROUSSE de pharmacie forme coffret, imitation cuir..... 165. »

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, Véloceipédie, Sports et Jeux

VISITEZ LES NOUVEAUX RAYONS :

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



Revente facile à bon prix...

C'est à quoi l'on reconnaît la bonne marque.
La MONET-GOYON se déprécie peu ; même après un long service, elle reste toujours nerveuse et racée. Son aspect confortable donne confiance, et celui qui rachète une MONET-GOYON est toujours sûr de faire une affaire excellente.

Si vous aimez la moto, prenez une

MONET-GOYON

121, R. DU PAVILLON
MACON

CATALOGUE
SUR DEMANDE

TOUTES APPLICATIONS
DURÉE ILLIMITÉE

LE REDRESSEUR
OXYMÉTAL
WESTINGHOUSE

| | | | |
|--------|------------|-------------------|---------|
| H.T.5. | redressant | 120 v. 25 millis. | Frs 85. |
| H.T.6. | » | 180 v. 30 millis. | » 96. |
| H.T.7. | » | 200 v. 30 millis. | » 110. |
| H.T.8. | » | 300 v. 50 millis. | » 135. |

Brochure
gratuite



23, rue
d'Athènes
Paris

1 VOLT - 100.000 VOLTS
0,001 AMPERE - 1.200 AMPERES



PARLEZ AU MOINS UNE LANGUE ÉTRANGÈRE

**Delighted to
meet you!**

**Es freut mich
sehr!**

Que signifient ces mots ?

L'ÉQUIVALENT de l'expression française : « Enchanté de faire votre connaissance. » Voilà ce que dit un Anglais ou un Allemand qui a l'occasion d'être présenté. Vous avez encore appris aujourd'hui une expression très courante des langues étrangères les plus répandues.

Du reste, maintenant plus que jamais, dans votre situation quelle qu'elle soit — et même dans votre vie privée — la connaissance d'une langue étrangère : anglais, allemand ou espagnol, est indispensable. Sachez que par Linguaphone vous pouvez apprendre à parler couramment, avec un accent impeccable, la langue de votre choix et ceci dans un temps-record.

Qu'est-ce que Linguaphone ?

C'est la première méthode d'enseignement des langues par le phonographe. A raison d'une heure par jour et avec n'importe quelle marque d'appareil, 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.

C'est une méthode d'enseignement des langues par l'ouïe, la vue et l'esprit. On apprend au moyen des disques de phonographe reproduisant la parole des professeurs de langues les plus éminents de l'Europe, et à l'aide d'images et d'un texte imprimé, qui rendent le sens aussi clair que le son.

Par son triple appel à l'ouïe, à la vue et à l'esprit, elle vous permet simultanément de comprendre la langue parlée, d'acquérir un accent parfait, d'établir un rapport entre les objets visibles et les paroles écrites, d'arriver à parler, à lire et à écrire correctement en peu de temps.

LA MÉTHODE

LINGUAPHONE

La première méthode d'enseignement des langues par le phonographe

Si vous ne trouvez pas un poste officiel à proximité de votre résidence, adressez-vous, pour tous renseignements, à LINGUAPHONE INSTITUTE, 12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS-8^e

**100
POSTES
OFFICIELS DE
DÉMONSTRATION**

L'Institut Linguaphone a soigneusement choisi, parmi des maisons de 1^{er} ordre de Paris et de province, un certain nombre de postes officiels de démonstration. Adressez-vous à l'un de ces postes ; on vous y fera, sans engagement de votre part, une démonstration complète, véritable leçon d'essai.



GRATUITEMENT!

J'offre d'indiquer le moyen de guérir radicalement la timidité, le trac, le manque d'assurance par une méthode simple, claire, permettant à chacun d'accroître également sa force d'intelligence, l'énergie de son caractère, son pouvoir d'action indispensable à qui veut obtenir une situation avantageuse. Aujourd'hui plus que jamais, ne pas oser, manquer de décision, c'est être vaincu d'avance.

La science moderne a découvert les leviers des puissances ignorées qui dorment en nous et le choc propice qui les fait surgir. Développez en vous, en vos enfants, la hardiesse, la confiance en soi qui mène au succès, la maîtrise de soi qui confère autorité et prestige.

Ecrire, avec 1 fr. en timbres pour réponse, à **J. COMTE (Dpt 103), P.R.P., rue Saint-Augustin, 22, Paris-2^e.**

Depuis sa fondation
"LA SCIENCE ET
LA VIE" fait exé-
cuer toutes ses
illustrations par les

Établissements

LAUREYS FRÈRES

17, Rue d'Enghien - Paris-10^e

Téléphone : PROVENCE
99-37 99-38 99-39



PHOTOGRAVURE
GALVANOPLASTIE
CLICHERIE
COMPOSITION
D'ANNONCES
PHOTOS INDUSTRIELLES
DESSINS

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. ROUZIE, 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 Blaymard.

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-ABBÈS (Oran)

Tous les Concerts Européens à votre disposition

avec les appareils

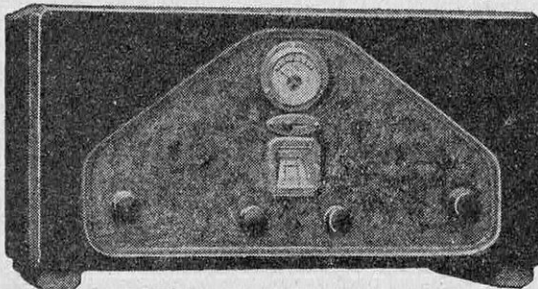
"L'ALTERNAPHONE"

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



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'intérim** 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**).

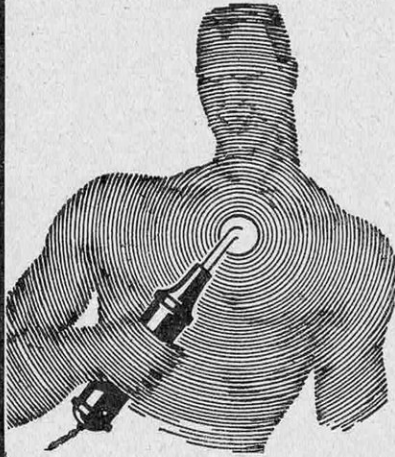
Conditions d'admission (2)

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).

LES RHUMATISMES GUÉRIS PAR L'ÉLECTRICITÉ



La force mystérieuse de l'électricité est utilisée pour le traitement radical des rhumatismes.

Des rayons **DOUX** et **INOFFENSIFS**, en traversant le corps entier, font disparaître rapidement toute douleur et vous redonnent une santé florissante. Toutes les forces naturelles agissent dans ces ondes vivifiantes : la chaleur, la lumière et l'électricité rayonnent et amènent une guérison complète. Des milliers de malades doivent la suppression de leurs souffrances à ces rayons dits **RAYONS VIOLETS**.

Un essai gratuit :

Si vous êtes malade, faites un essai de ces merveilleux rayons violets.

Cela ne vous engage à rien.

Les douleurs disparaissent comme par enchantement. Même les plus anciennes maladies sont complètement guéries, ainsi que l'attestent plusieurs centaines de lettres que vous pouvez consulter à nos bureaux.

Les rayons "SALVALUX" sont produits par un appareil très simple relié

par une prise de courant à la lumière électrique.

Cet appareil, nous vous le donnons absolument sans engagement et sans frais pendant **DIX JOURS A L'ESSAI**.

Si, pendant ce temps, vous n'êtes pas satisfaits de ses effets ou de sa construction, vous nous le retournerez simplement.

Demandez, dès aujourd'hui, notre tarif N° 21 et notre bon d'essai gratuit aux

Etablissements **SALVALUX**, 25, boul. Bonne-Nouvelle, PARIS-2^e

TOUT CE QUI CONCERNE l'alimentation DES POSTES DE T. S. F.

RECHARGEURS D'ACCUS
de tous systèmes

REDRESSEURS DE TENSION PLAQUE

ALIMENTATION DIRECTE
PAR LE SECTEUR

RÉGULATEURS DE TENSION

TOUS ACCESSOIRES
(Ferrix, valves, condensateurs, lampes, etc...)

POSTE-SECTEUR
SOLOR

Tous schémas dans SOLOR-REVUE, envoyée gratuitement contre enveloppe timbrée à

SOLOR-LEFÉBURE

5, rue Mazet, 5
PARIS (6^e)



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.

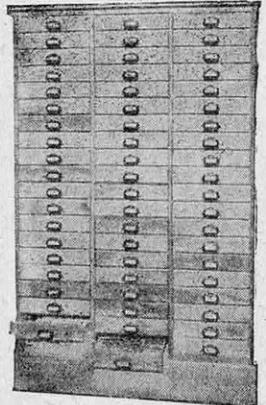
Il n'a pas de rideau **"GAX" N° 1, 60 iroirs 1.900 francs, franco**
Donc, élégance, propreté intérieure, accessibilité instantanée.

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^{ts} **GAX**, MONTPON (Dordogne)

Recommandez-vous de *La Science et la Vie*



LA SCIENCE ET LA VIE

est le seul Magazine de Vulgarisation
Scientifique et Industrielle

COMPRESSEURS LUCHARD

HAUTE PRESSION
BASSE PRESSION
COMPRESSEURS SPÉCIAUX

.....
Etabl^{ts} LUCHARD

S. A. R. L.

au capital de 1 million de francs

INGÉNIEURS - CONSTRUCTEURS

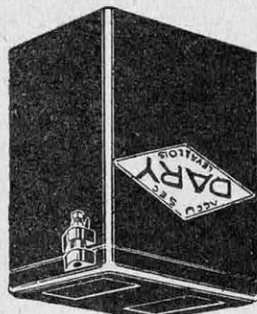
20, rue Pergolèse - PARIS

Téléph. : Passy 00-12, 00-13, 00-14, 00-15

R. C. Seine 227.524 B

ACCU-SEC "DARY" INSULFATABLE

35, rue Chevallier
LEVALLOIS-PERRET (Seine)
Tél. : Péreire 03-64
TOUTES APPLICATIONS



FONCTIONNE COUCHÉ

SPÉCIAL POUR
MOTO

Dimensions : 186 × 82 × 188 $\frac{m}{m}$
Poids : 5 k. 300 - 6 v., 14 AH

Prix : 230 francs

Type BHA

PLUS DE VÊTEMENTS
BRULÉS PAR L'ACIDE



SPI

Breveté
en France et à l'Étranger

DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE DE MOUTARDE

Le seul sans aucune pièce
en caoutchouc, cuir ou liège

INCASSABLE

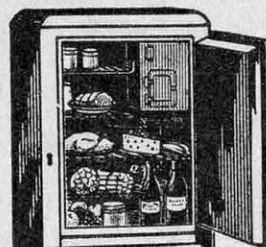
Toujours propre et prêt à l'emploi

Un tour de bouton...
une goutte de moutarde

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

TOUTES INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES

LA MEILLEURE ARMOIRE
FRIGORIFIQUE DU MONDE



NOMBREUX
MODÈLES

A PARTIR
DE 5950 F^s

Refrigex

133, B^d Haussmann PARIS

L'inverseur doit être la
pièce la plus robuste
d'un POSTE RÉCEPTEUR

LES INVERSEURS "GIRESS"

à balais en acier trempé

Pour éviter tous déboi-
rés, n'employez que les
Inverseurs "GIRESS"

assurent des contacts parfaits — Ils sont inusables

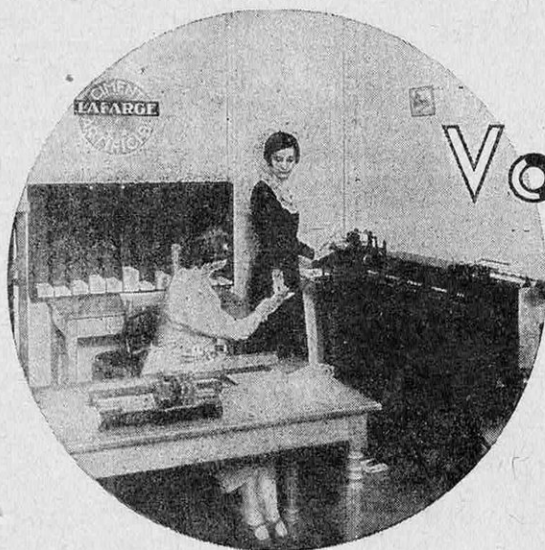
TOUS MODÈLES
POUR TOUS USAGES



CONNEXIONS A
VISSER OU SOUDER

TOUT L'APPAREILLAGE
RADIO-ÉLECTRIQUE

GIRESS 16, b. J.-Jaurès, CLICHY (Seine)
Téléph. : Marcadet 37-81



Voulez-vous

réaliser des économies de matières, supprimer les stocks inutiles, le coulage, etc... ?

réaliser des économies dans l'emploi de votre main-d'œuvre et de votre personnel ?

accroître considérablement vos capacités de direction et de gestion afin de développer vos affaires ?

En France

et dans le monde entier, de nombreux industriels, administrateurs et commerçants ont adopté le système de la carte perforée pour leur comptabilité et pour les statistiques qui leur sont nécessaires pour baser leur action.



Pour tous renseignements et brochures documentaires :

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE MACHINES COMMERCIALES

(Machines Hollerith)

S. A. française au capital de frs 200.000

29, boulevard Malesherbes
PARIS (8^e)

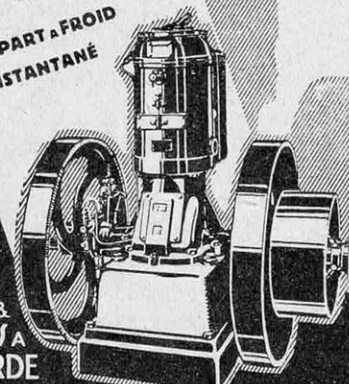
Téléph. : ANJOU 14-13

R. C. Seine 147.080



**L'HUILE LOURDE
EST CINQ FOIS
PLUS ECONOMIQUE
QUE L'ESSENCE OU
L'ELECTRICITE**

**DEPART A FROID
INSTANTANE**



**MOTEURS &
TRACTEURS A
HUILE LOURDE**

AMADOU

J.H. JOSSET - 98. Av. de Ceinture à S^t GRATIEN (S&O)

**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)

CHEMINS DE FER DE L'ETAT

S^tCLOUD *par les brèves*
journées d'hiver
MEUDON *faites de courtes,*
mais salutaires
S^tGERMAIN *promenades*
...
VERSAILLES

MALMAISON
FORÊT DE MARLY

à moins
de 30 minutes
de Paris.

**NOMBREUX
TRAINS
ELECTRIQUES**

**LE DIVAN A INCLINAISON
VARIABLE**



Par une simple pression sur un bouton, vous obtiendrez l'INCLINAISON DESIRÉE.

PUZENAT
3, passage Bullourde
14, rue Keller
PARIS (11^e)

vous réussirez

SI VOUS LISEZ le "Guide des Carrières Techniques" qui vous renseignera exactement sur les situations industrielles, commerciales, militaires, maritimes et vous indiquera le moyen de vous y préparer, rapidement, chez vous, et à peu de frais (Tomes N° 1 : T.S.F. — N° 2 : Automobile — N° 3 : Electricité — N° 4 : Aviation). Demandez, aujourd'hui même, gratuitement, le tome qui vous intéresse au Service N° 9

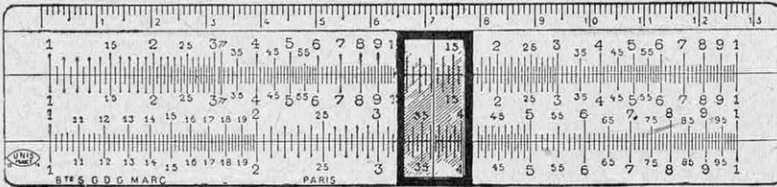
UNIVERSITÉ TECHNIQUE DE PARIS
28. RUE SERPENTE. VI^e

T
O
U
T
P
O
U
R
V
O
T
R
E
B
U
R
E
A
U

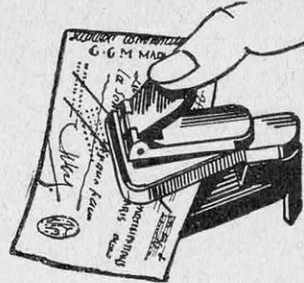
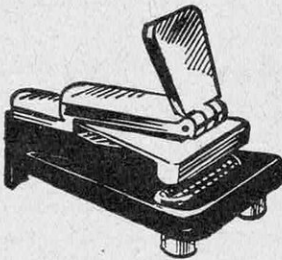
LES RÈGLES À CALCULS DE POCHE

LES FIXE-CHÈQUE
LA CACHETEUSE
LA DÉCACHETEUSE
LA TIMBREUSE

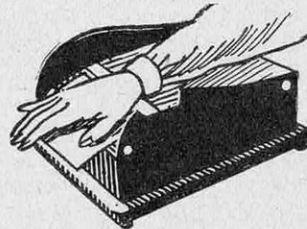
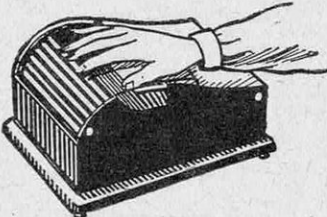
MARC



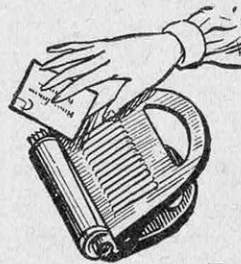
LES RÈGLES à CALCULS de POCHE .. depuis Fr. **24**



LES FIXE-CHÈQUE Fr. **50**



LA CACHETEUSE Fr. **350**



LA DÉCACHETEUSE Fr. **120**

LA TIMBREUSE Fr. **775**

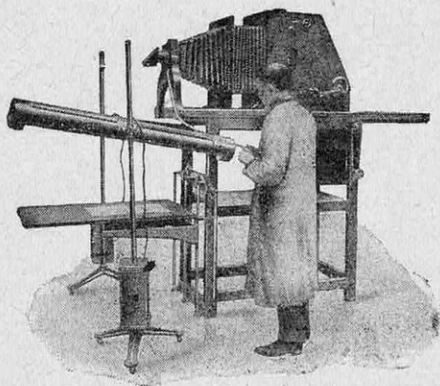
..... CONSTRUCTEURS-FABRICANTS

CARBONNEL & LEGENDRE

SOCIÉTÉ À RESPONSABILITÉ LIMITÉE AU CAPITAL DE 206.000 FRANCS

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

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

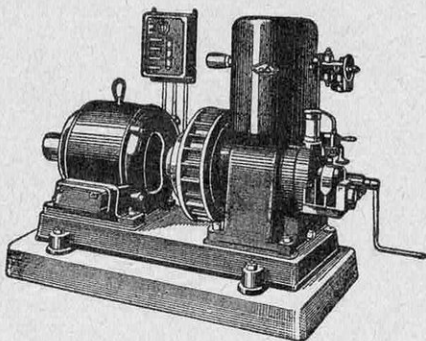
aux firmes intéressées au tarif le plus réduit

DE LONGUEVAL & C^{ie}, constructeurs
17, rue Joubert — PARIS

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



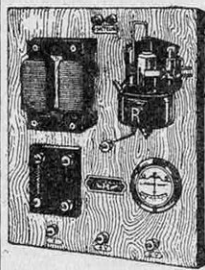
Notice franco en se recommandant de *La Science et la Vie*

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

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

CHARGEUR L. ROSENGART

B. S. G. D. G.



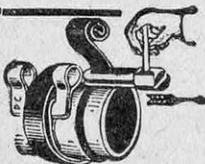
MODÈLE N°3. T. S. F.
sur simple prise de
courant de lumière
charge toute batterie
de 4 à 6 volts sous 5 ampères

SIMPLICITÉ
SÉCURITÉ
ÉCONOMIE

Notice gratuite sur demande
21, Champs-Élysées, PARIS

TELEPHONE: ELYSEES 66 60

8 ANS D'EXPÉRIENCE
25.000 APPAREILS
EN SERVICE



COLLIER DE SERRAGE P. C.

PLUS DE LIGATURES EN FIL DE FER SUR VOS

Tuyaux d'arrosage, Sulfateuses, Articles de cave, Pompes, Radiateurs, Air comprimé, Echelles fendues, Manches ou brancards cassés, Fixation d'antennes de T. S. F., etc.

MONTEZ-LE CORRECTEMENT — IL EST INDESSERRABLE

Etablissements CAILLAU, 56, quai de Boulogne, BOULOGNE (Seine)

Demandez au Service N° échantillon et poinçons franco et

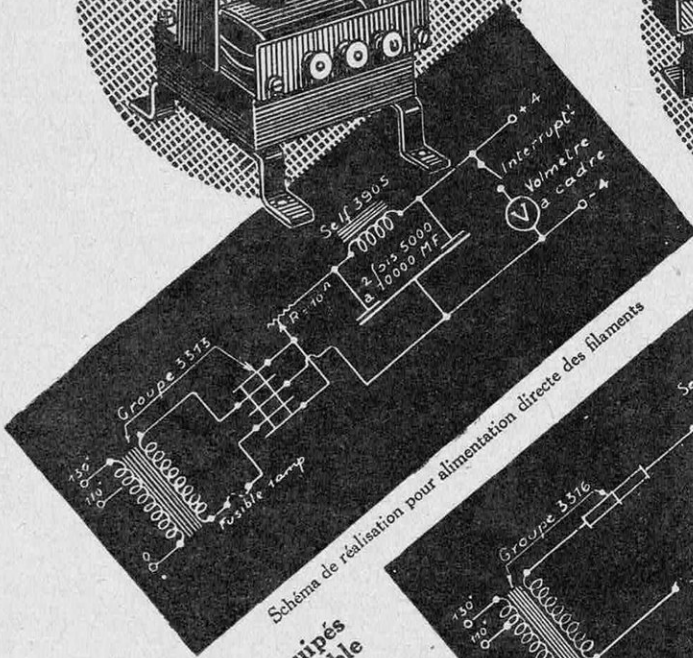
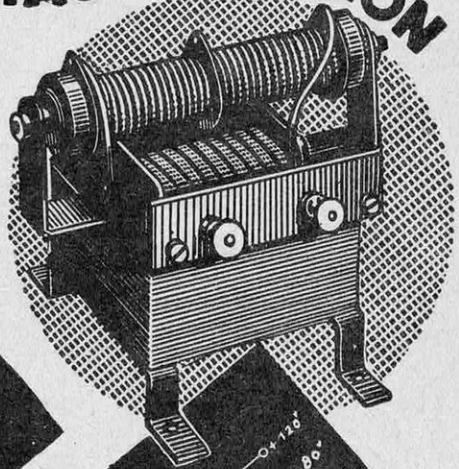
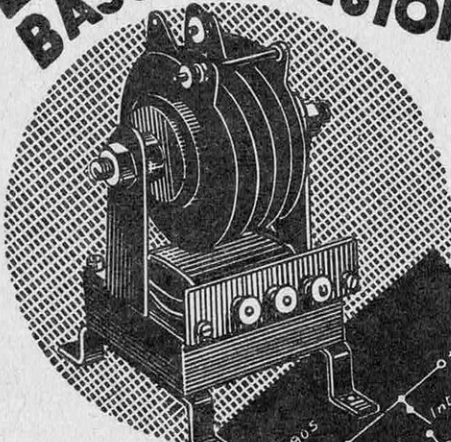
GRATIS ←

BON DÉMONTAGE

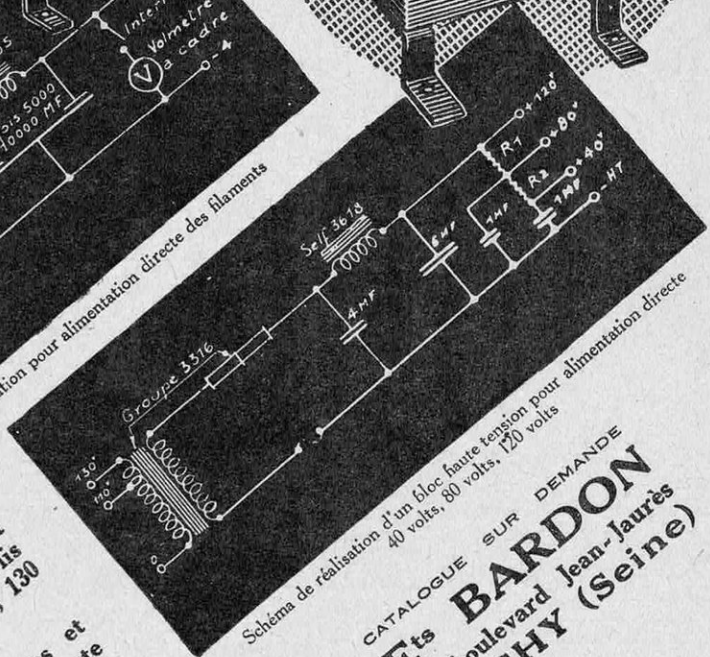
REDRESSEURS OXYMETAL

LICENCE WESTINGHOUSE

BASSE TENSION • HAUTE TENSION



Schema de réalisation pour alimentation directe des filaments



Schema de réalisation d'un bloc haute tension pour alimentation directe
40 volts, 80 volts, 120 volts

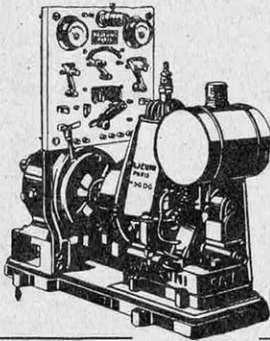
Tous nos modèles sont équipés avec redresseur oxymetal inusable et indéréglable. Ils ne nécessitent aucun entretien. Ils sont établis pour secteurs alternatifs 110, 130 ou 220 volts.

Matériel, conseils techniques et schémas de réalisation pour toute alimentation secteur et chargeurs d'accumulateurs.

CATALOGUE SUR DEMANDE
Ets BARDON
61, boulevard Jean-Jaurès
CLICHY (Seine)

BARDON

Groupe électrogène ou Moto-Pompe



RAJEUNI

Bien que minuscule, ce Groupe est de la même excellente qualité que les autres appareils construits par les Etablissements RAJEUNI. Il comporte la perfection résultant d'essais et d'expériences continus. La longue pratique de ses créateurs se révèle dans sa construction simple et indéfectible.

Catalogue n° 182 et renseignements sur demande.
119, r. St-Maur, PARIS-XI^e
Tél. : Oberkampf 52-46

LA PLUS PETITE VOITURE DU MONDE

LA MOINS CHÈRE

5.950 fr.

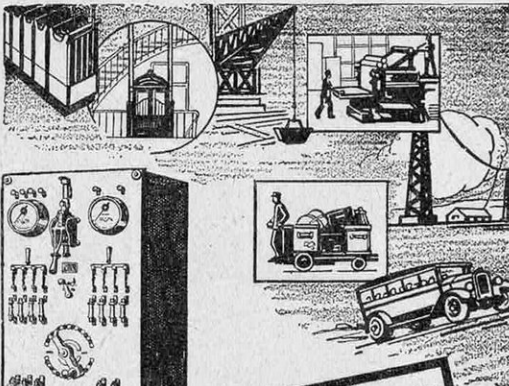


LA MOINS IMPOSÉE (5 francs par mois)

La mieux construite, la plus jolie, c'est...

"PTITAUTO"

Demandez la notice n° 107 — Etab. CH. MOCHET
68, rue Roque-de-Fillol, PUTEAUX (Seine)



REDRESSEURS DE COURANT à vapeur de mercure

A AMORÇAGE AUTOMATIQUE breveté S. G. D. G.
INDISPENSABLES pour la recharge pratique et économique des batteries d'accumulateurs: Ascenseurs, Appareils de levage, Moteurs à vitesse variable, Traction, etc.
Catalogues et références autographes franco



LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12, Avenue du Maine, 12 PARIS (XV^e)

Publ. A. GIORGIO

L'ÉLECTRIFIÈRE RENAULT

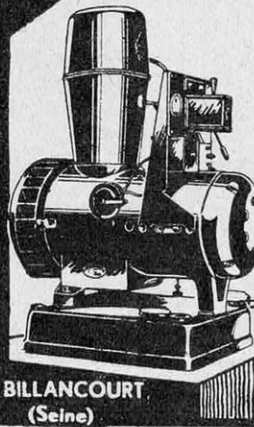
à ESSENCE ou à HUILE LOURDE

met à la portée de chacun la possibilité d'éclairer sa ferme ou sa maison de campagne. Robuste et simple, cet appareil ne nécessite que le minimum d'entretien et de dépense.

Dimensions d'encombrement :

- Hauteur . 75 c/m
- Longueur 70 c/m
- Largeur . 40 c/m

Notices sur demande

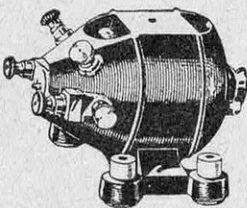


BILLANCOURT (Seine)

4046

LE MICRODYNE

Le plus petit moteur industriel du monde



MOTEURS UNIVERSELS DE FAIBLE PUISSANCE



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

S. G. A. S. ingén.-const^{rs} 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.

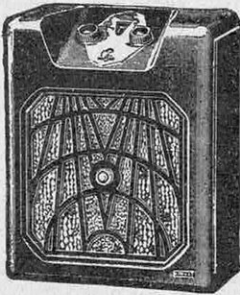
LES PLUS HAUTES RÉFÉRENCES

1.375^F

LE MONOBLOC SECTEUR

à 4 lampes dont 1 valve
et diffuseur intérieur

PUR, PUISSANT, SENSIBLE, SÉLECTIF



— GARANTI UN AN —

Remboursable après un essai de 10 jours,
si les résultats promis ne sont pas obtenus

2.800^F

Lampes et icences TH et CSF comprises

**UN MONOBLOC SECTEUR
SUPERHETERODYNE**

à 6 lampes dont 1 valve
et haut-parleur dynamique

**MIEUX - PLUS PUR - MOINS
CHER QUE LES AMÉRICAINS**

Même présentation que le
modèle 4 lampes ci-dessus

Donne sur simple prise de terre et
même sans aucun collecteur d'onde
les principales stations européennes

GARANTI UN AN
Construction 100% français

LEMOUZY

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

DÉMONSTRATIONS : Le mercredi de 20 à 23
heures, et chaque jour non férié, jusqu'à 19 heures.

Vous réussirez. Comment ?

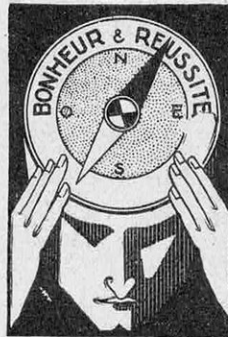
... en développant la puissance insoupçonnée qui est en vous et qui, par la volonté, vous conduira au succès.

Les forces psychiques ne sont plus maintenant l'apanage exclusif de quelques rares initiés s'en servant, suivant leur instinct, pour le BIEN ou pour le MAL. Aujourd'hui, grâce à une méthode simple, tout le monde peut posséder les sciences du magnétisme, de l'hypnotisme, de la suggestion, aussi bien que de l'influence personnelle, et grâce à elles arriver au SUCCÈS.

Si vous voulez RÉUSSIR, VAINCRE, RETIRER DE LA VIE LE PLUS D'AVANTAGES POSSIBLE,

L'INSTITUT ORIENTAL DE PSYCHOLOGIE vous aidera et, pour cela, son service de propagande distribue gratuitement 25.000 exemplaires de son ouvrage : LE DÉVELOPPEMENT DES FACULTÉS MENTALES.

Ce livre, d'un puissant intérêt, illustré de superbes reproductions



photographiques, vous montrera comment, en peu de temps, sans rien changer à vos occupations habituelles, vous parviendrez à développer votre VOLONTÉ, votre MÉMOIRE, CORRIGER LES MAUVAISES HABITUDES que vous pouvez avoir, et acquérir le POUVOIR MAGNÉTIQUE qui vous permettra d'IMPOSER VOTRE VOLONTÉ, même à DISTANCE.

Des milliers de personnes, sans distinction de condition sociale, d'âge, de sexe, y sont parvenues ; suivez donc leur exemple et, pour cela, découpez le bulletin suivant et adressez-le immédiatement à l'INSTITUT ORIENTAL DE PSYCHOLOGIE (Dpt 226), 36^{ter}, rue de la Tour-d'Auvergne, à Paris (IX^e), en ajoutant, si vous le voulez bien, 3 francs en timbres-poste pour couvrir les frais de correspondance et de port.

A DÉCOUPER

226
Veuillez m'expédier GRATUITEMENT et sans ENGAGEMENT DE MA PART, votre ouvrage : DÉVELOPPEMENT DES FACULTÉS MENTALES.

Nom..... Prénoms.....

Rue..... N°.....

à..... Dép^t.....

(Indiquer si vous êtes Madame, M^{lle} ou Monsieur.)



Lampe-Liseuse "FIRLY"

breveté S. G. D. G.

est le complément élégant et pratique de
l'Appui-Livres "BLEUZE"

également breveté

FIRLY couleur. 35. » - FIRLY chromé. 50. »
PINCE de fixation, pour tous meubles... 10. »
Port et emballage. 1.50

Appui-Livres "BLEUZE"

Chêne ou acajou verni 25. »
Hêtre naturel... 12.50
Port et emballage: 1.50

Tous magasins et chez
J. BLEUZE
43, rue des Couronnes, PARIS
C.C.P. Paris 1420-96



PROPULSEURS ARCHIMÈDES

Moteurs utilitaires à régime lent
de 2 1/2 à 14 C.V.

Les plus **SIMPLES**
Les plus **ROBUSTES**
Les plus **ÉCONOMIQUES**

— Garantis un an —

Adoptés par la Marine, les Ponts et
Chaussées et les Colonies.

Demandez Notice 23 à

"ARCHIMÈDES"
27, Quai de la Guillotière — LYON

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

Protégez-vous contre le froid !

avec les

PLINTHES COULISSANTES

pour calfeutrer les bas de portes

Modèle automatique
entièrement métallique

ENVOI GRATUIT
de la notice explicative

WEYDER, 213, rue de Courcelles - PARIS-17°
Téléphone : Pereire 02-31

LE MEILLEUR
ALIMENT MÉLASSÉ

8 GRANDS PRIX
8 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
DEPUIS 1910

PAÏL'MEL

EXIGER SUR LES SACS
PAÏL'MEL
M.L.
TOURY
MARQUE DÉPOSÉE

POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY 'EURE & LOIR,
Reg. Comm. Chartres B. 41

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

INSTITUT PELMAN

**Méthodes de travail, de pensée, d'action
Hygiène et gymnastique mentales**

(40 ans d'expérience — Un million d'adeptes)

LE SYSTÈME PELMAN

Cours individuel par correspondance
sous la direction de Professeurs de Faculté

Rééducation de la mémoire, du jugement, de l'attention ;

Développement de l'énergie, de l'imagination créatrice, de l'initiative ;

Jeunes Gens, pour terminer bien vos études et vous orienter vers une carrière ;

Adultes, pour mieux vous adapter à la profession et réaliser votre personnalité ;

Apprenez à penser fructueusement et à organiser votre vie avec méthode et sans aucune entrave à vos obligations journalières ;

Par un entraînement d'un semestre: efficacité et bon rendement la vie entière.

RENSEIGNEZ-VOUS. La brochure explicative vous sera envoyée contre UN FRANC en timbres-poste.

LA PSYCHOLOGIE ET LA VIE

Directeur : P. MASSON-OURSSEL, Prof. à la Sorbonne

Revue traitant chaque mois, depuis six ans, un problème de psychologie pratique

Abonnements..... 52. » ou 46. » (Pelmanistes)
Etranger 70. » ou 60. » (Pelmanistes)

ÉDITIONS PELMAN

“ PSYCHOLOGIE ET CULTURE GÉNÉRALE ”

Tome I. - D. ROUSTAN, Inspecteur Général de l'Instruction Publique

La Culture au cours de la Vie

Comment apprendre à penser à propos d'un problème quelconque. Comment développer sa culture première. (Franco 26.50, Etranger 28.50)

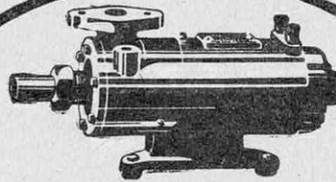
Tome II. - Dr G. BAUDOIN, Privat-Docteur à la Faculté de Genève

Mobilisation de l'Énergie

Comment avoir à sa disposition ses ressources d'intelligence et de volonté. Parents, éducateurs, apprenez à connaître par la psychanalyse les besoins de vos enfants. (Franco 26.50, Etranger 28.50)

INSTITUT PELMAN, 33, rue Boissy-d'Anglas, PARIS-8^e Télép. : ANJOU 16-65

LONDRES DUBLIN STOCKHOLM NEW-YORK DURBAN MELBOURNE DELHI CALCUTTA



N'ALLEZ PLUS CHERCHER VOTRE EAU

La POMPE ÉLECTRIQUE "RECORD"

l'amènera sous pression dans votre maison, votre garage, votre jardin, à des conditions incroyables de bon marché. Rigoureusement MONOBLOC donc sans accouplement (cause d'usure et d'ennuis), CENTRIFUGE, ne craignant pas l'eau calcaire ou sablonneuse, BLINDÉE et SILENCIEUSE, elle est qualifiée de "bijou" par ceux qui l'emploient. — Puissance du dernier modèle : 0.25 CV. — Débit : 2.400 litres à l'heure, au sol : 1.500 litres à 15 mètres de hauteur. — Consommation : 230 watts.

PRIX (type OTO) : 590 Francs

(Catalogue gratuit en nommant ce journal)

CONSTRUCTIONS DE PRÉCISION A. GOBIN

3, rue Ledru-Rollin - PARC-SAINT-MAUR (Seine)

Téléph. : GRAVELLE 25-37

MANUEL-GUIDE GRATIS INVENTIONS BREVETS, MARQUES, Procès en Contrefaçon

H. Boettcher Fils
Ingénieur - Conseil PARIS
21, Rue Cambon



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, sort en sus, 4 fr par machine ou par socle
S. REYBAUD, 37, rue Sénac, MARSEILLE
(CHÈQUES POSTAUX 90-63)



Quand vous avez chez vous la lumière électrique vous pouvez aussi avoir du Feu sans dépense supplémentaire de courant par l'Allumoir Electrique Moderne

Amorç. automat. En vente chez tous les Electriciens

WIT

Demander NOTICE franco, au Constructeur du "WIT" 67, Rue Bellecomb. LYON.

CHEMINS DE FER DE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE

DE PARIS A MARSEILLE EN COUCHETTE

Les longs voyages ne fatiguent pas quand on dort.

On ne dort bien que couché.

Le chemin de fer le permet.

Prix du supplément de couchette en 1^{re} cl. :
Compartiments à 4 places: 63 fr. 50.
Compartiments toilette à 2 places: 79 fr. 40.

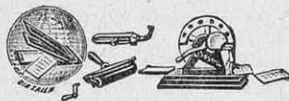
CHEMINS DE FER PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE

RELATION RAPIDE DE JOUR DE TOUTES CLASSES ENTRE PARIS ET LE LANGUEDOC

Le rapide 25 (toutes classes), quittant Paris à 9 h. 06, Dijon à 13 h. 22, Lyon-Perrache à 16 h. 30, a, depuis le 4 octobre, à Tarascon une correspondance immédiate sur Nîmes (arrivée à 20 h. 56), Montpellier (arrivée à 22 h. 35), Sète (arrivée à 23 h. 23).

Wagon-Restaurant entre Paris et Tarascon

DUPLICATEURS Plats CIRCULAIRES, DESSINS, MUSIQUE, ETC. Rotatifs



1^{er} PRIX du CONCOURS
GRAND PALAIS

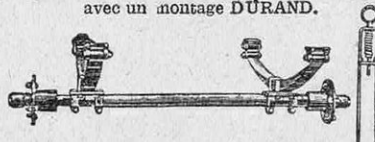
IMITATION PARFAITE sans auréole huileuse
de la LETTRE PERSONNELLE

Notices A. B. à

G. DELPY, Const^f, 17, rue d'Arcole, Paris-4^e

INDUSTRIELS, COMMERÇANTS, AGRICULTEURS. TOURISTES,

Faites vous-mêmes a 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

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.



Centrifugeur
de laboratoire
POULENC
équipé avec
un moteur
universel
ERA

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

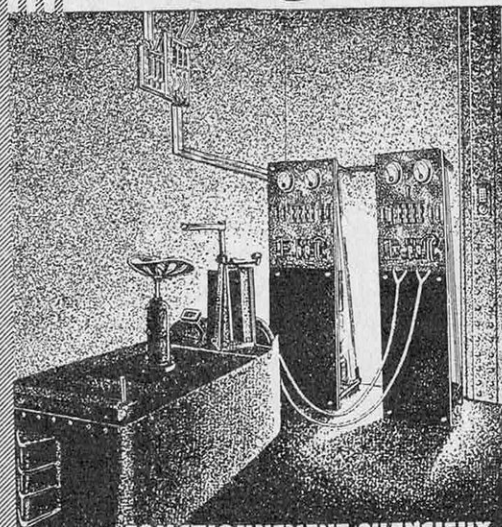


Publicité R.-L. Dupuy

**PANNEAU DE CHARGE
AUTOMATIQUE**

POUR L'ENTRETIEN
DES BATTERIES
DE TRACTEURS
A ACCUMULATEURS

"Tungar"



**FONCTIONNEMENT SILENCIEUX.
NE NÉCESSITANT AUCUNE SURVEILLANCE.
ARRÊT AUTOMATIQUE EN FIN DE CHARGE.**

LA CHARGE PEUT
SE FAIRE DE NUIT
EN TOUTE SÉCURITÉ

ALS-THOM

REGRESSEURS TUNGAR - 56, AVENUE KLEBER, PARIS 16^e

LA SÉRIE 39 COMME ÉGLISE



Toute vie a son charme, surtout celle d'un charpentier en acier. Réellement, si nous étions obligés de rechoisir la nôtre, ce serait certainement celle de dessinateur et constructeurs de bâtiments métalliques.

Nous ne parlons pas ici de la construction de série. Celle-là, bien entendu, est la base de notre usine et nous permet d'organiser notre travail sur une assez grande échelle. Cependant, lorsqu'il nous arrive d'étudier un projet tout à fait original, assez compliqué sans être trop « difficile », et présentant des caractéristiques se prêtant bien à notre genre de travail, lorsqu'il nous est permis d'étudier un tel projet, c'est à ce moment-là que nous éprouvons la conviction que la vie d'un constructeur est tout ce qu'il y a de plus agréable.

Telle a été l'étude du projet que représente le dessin ci-dessus : celui d'une église à **fabriquer en colis de 50 kilogrammes**. Tout le problème se résumait dans ces mots : aucun colis ne devait dépasser 50 kilogrammes, car non seulement fallait-il prévoir l'édification sur place au moyen d'un appareillage très rudimentaire, mais il fallait aussi prévoir la dernière étape du transport, à **dos de mulet**, par une piste vénézuélienne de 60 kilomètres de long.

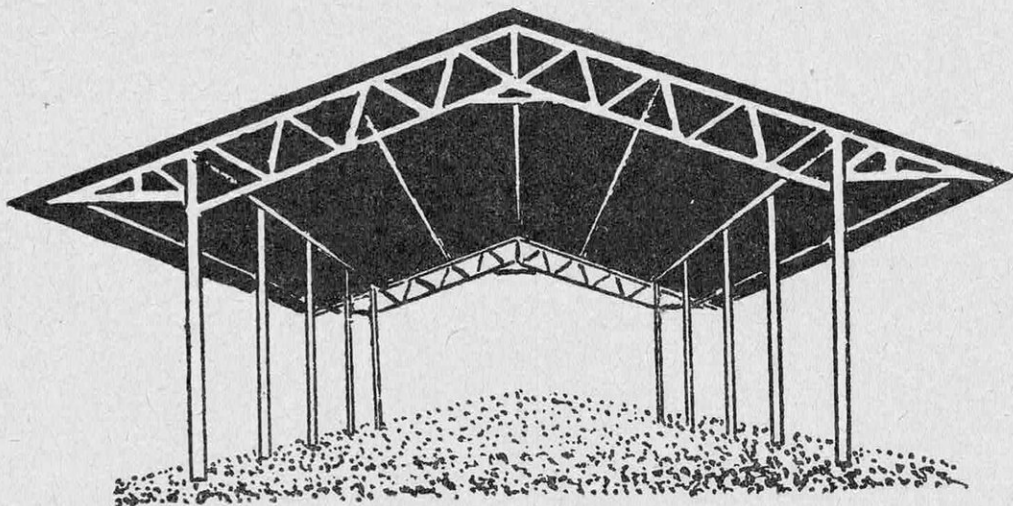
Voilà le côté romanesque de la vie d'un constructeur, du travail sortant du cadre journalier. Un projet de ce genre essaye bien notre bureau d'études. Il est vrai que le corps de l'église était fait principalement au moyen d'éléments standardisés de la **série 39**, mais le clocher, comportant plus de trois mille pièces, était tout à fait original.

L'année dernière, nous avons eu le privilège de réaliser plusieurs projets spéciaux, et nous ne demandons pas mieux que de nous occuper d'autres. Un de ceux qui nous occupent en ce moment est la construction d'une chapelle, qui nous est commandée par notre estimé collaborateur **M. le Blanc-Morinière**, qui en fait cadeau à la Martinique.

La ferme voûtée de la **série 39** se prête bien à l'édification des chapelles et églises coloniales. Elle se prête aussi à bien d'autres constructions, et ce sera avec un vif plaisir que nous accueillerons, de la part de nos honorés lecteurs, des renseignements au sujet des projets particuliers qui les intéressent.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs
6 BIS, quai du Havre — ROUEN

LA SÉRIE 39 DANS LA CULTURE



Janvier..., février..., mars : peu de jours, en somme, nous séparent du printemps et, déjà, dans la culture, chacun pense à la préparation des champs, à la bonne répartition des semailles et à la prochaine récolte, qu'il espère **abondante** et fructueuse.

Mais à quoi bon labourer, herser, rouler les terres dans les meilleures conditions ? A quoi bon semer avec soin l'avoine ou le blé ? A quoi bon faucher les épis gonflés de froment ? A quoi bon tout cela, si l'inclémence du temps doit gâcher, pourrir et perdre une partie de la récolte ?

Heureusement, quelques agriculteurs sont à l'abri de ce souci et sont sûrs, à l'avance, de mener à bonne fin leurs travaux champêtres et d'obtenir la juste récompense de leurs peines. Qu'ont donc fait ceux-ci que vous ne puissiez faire ?

Tout simplement, ces prévoyants, soucieux de bien s'organiser et de prendre toutes les garanties possibles, ont prévu le **hangar**, qui, tout en protégeant efficacement les gerbes engrangées, leur évite la confection de meules antiques exposées aux intempéries. Tout simplement, ces agriculteurs ont suivi le progrès et ont pris une décision qui fait honneur à leur prévoyance.

Constructeurs nous-mêmes de hangars agricoles, nous nous adressons tout spécialement aujourd'hui à tous ceux, parmi vous, qui n'ont pas encore leur hangar. Il n'est pas question de vous en faire la description ni de vous en indiquer les avantages — car, mieux que nous encore, vous savez en apprécier l'utilité quand vous le possédez — mais nous nous permettrons d'attirer votre attention sur nos propres constructions.

Il y a des hangars de toutes sortes, mais tous ne sont pas aussi pratiques, ni aussi bien conçus. A prix égal, un bon agriculteur portera donc son choix sur une construction facilement montable et susceptible d'être allongée d'une ou de plusieurs travées, suivant la progression des besoins. Notre **Série 39**, spécialement étudiée pour l'agriculture, répond parfaitement à cette condition et vous offre un choix fort varié de modèles et de combinaisons.

Il ne tient qu'à vous d'en avoir une idée exacte, et nous enverrons donc franco, à tout lecteur qui nous en fera la demande, tous les renseignements lui permettant d'étudier son projet, sans aucun engagement de sa part. Ne perdez plus de temps et, dès aujourd'hui, demandez-nous la brochure 144, qui vous mettra au courant de ce que nous pouvons exactement vous proposer.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs
6 BIS, quai du Havre - ROUEN

ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS DU BATIMENT ET DE L'INDUSTRIE

Reconnue par l'État, avec Diplômes Officiels d'Ingénieurs

M. Léon EYROLLES, C. * I. Ingénieur-Directeur

12, rue Du Sommerard et 3, rue Thénard

:: :: PARIS (V^e) :: ::

Polygone et Ecole d'Application

:: CACHAN (près Paris) ::

1.200 élèves par an — 143 professeurs

QUATRE SPÉCIALITÉS DISTINCTES :

1^o ÉCOLE SUPÉRIEURE DES TRAVAUX PUBLICS

Diplôme d'Ingénieur des Travaux publics

2^o ÉCOLE SUPÉRIEURE DU BATIMENT

Diplôme d'Ingénieur Architecte

3^o ÉCOLE SUPÉRIEURE DE MÉCANIQUE ET D'ÉLECTRICITÉ

Diplôme d'Ingénieur Electricien

4^o ÉCOLE SUPÉRIEURE DE TOPOGRAPHIE

Diplôme d'Ingénieur Géomètre

Le titre d'Ingénieur diplômé de l'Ecole permet, en se faisant inscrire à une Faculté des Sciences, de concourir pour le grade

d'INGÉNIEUR DOCTEUR

(Décret du 13 février 1931 et Arrêté ministériel du 31 mars 1931)

ÉCOLE SUPÉRIEURE DU FROID INDUSTRIEL

Diplôme d'Ingénieur Frigoriste (cette Ecole est placée sous un régime spécial)

SECTION ADMINISTRATIVE

pour la préparation aux grandes administrations techniques
(Ingénieurs des Travaux publics de l'Etat, de la Ville de Paris, etc.)

Les Concours d'admission ont lieu, chaque année, en deux sessions. Pour l'année scolaire 1932-33, la première aura lieu, du 18 au 27 juillet 1932, la seconde du 28 septembre au 7 octobre 1932.

NOTICES, CATALOGUES, PROGRAMMES SUR DEMANDE ADRESSÉE A L

ÉCOLE DES TRAVAUX PUBLICS

12 et 12^{bis}, rue Du Sommerard — PARIS (V^e)

en se référant de «La Science et la Vie»

La locomotive électrique évincera-t-elle la locomotive à vapeur ?
L'électrification des chemins de fer se poursuit dans tous les pays. Voici, magistralement exposées, les nombreuses causes qui militent en faveur de la locomotive électrique.

H. Parodi 177
Ingénieur-conseil à la C^{ie} du Chemin de fer d'Orléans.

Que pouvons-nous attendre de la revision des longitudes ?
Les continents sont-ils immobiles ou, au contraire, se déplacent-ils lentement ? La nouvelle mesure des longitudes de 1933 permettra de répondre à cette question, grâce aux nouvelles méthodes précises aujourd'hui mises en œuvre.

L. Houlléviq. 186
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Les huiles végétales remplaceront-elles, un jour, les huiles minérales ?
Grâce aux remarquables travaux du professeur Mailhe, on peut extraire, des huiles végétales de nos colonies, un pétrole de synthèse capable de fournir les essences légères et les huiles lourdes pour les moteurs.

Jean Arnoux 192
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

Nos pêcheries coloniales doivent alimenter le marché européen.
Le poisson diminue dans les mers qui baignent l'Europe ; or, l'Afrique-Occidentale française pourrait nous en expédier 100.000 tonnes par an.

A. Gruvel 197
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

Un nouveau moteur thermique fonctionnant par dilatation de l'eau.
L'ingénieur anglais Malone vient de créer un nouveau moteur, dont le rendement est supérieur à celui des machines à vapeur les plus modernes

Jean Labadié 203

Quelques nouveaux traitements en métallurgie.
La nitruration donne aux aciers une résistance à l'usure jusqu'ici inatteinte; la protection des alliages légers est aujourd'hui résolue par le nickelage, le chromage et la « protection anodique ».

Pierre Devaux 207
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

Les principaux modèles d'hydravions français.
Les prototypes actuellement établis permettent d'entreprendre la construction en série d'appareils adaptés aux lignes commerciales qu'ils doivent parcourir.

José Le Boucher 213

L'avenir du caoutchouc.
La greffe de l'hévéa, en augmentant et en accélérant la production de gomme, doit assurer aux planteurs une exploitation rémunératrice. Par ailleurs, de nouvelles applications du caoutchouc (notamment pour le revêtement des routes) permettent d'envisager favorablement l'avenir du caoutchouc.

R. Chenevier 223

La science au service des aveugles.
Une nouvelle invention qui permet de traduire en relief n'importe quel caractère imprimé et aux aveugles de « tout » lire

Charles Brachet 231

Le canal de Panama est menacé par l'inondation et la sécheresse.

J. M. 234

La Belgique a révélé son esprit d'organisation dans la mise en valeur de son Congo.

Le Congo belge possède d'admirables richesses agricoles (surtout le coton) et industrielles (cuivre, radium, étain, etc.), qui sont exploitées par les méthodes les plus modernes.

Paul Lucas 235

La machine-outil automatique a créé la fabrication en grande série : vitesse et précision.

Non seulement la machine-outil moderne travaille automatiquement plusieurs pièces à la fois, mais encore elle contrôle automatiquement la précision de son usinage et s'arrête d'elle-même lorsque la pièce est terminée.

Lenouvel 245
Ingénieur des Arts et Métiers.

V. Rubor 255

Les « à côté » de la science

La plus grosse presse à cintrer du monde développe une force de 100 tonnes.

P. L. 258

La rubrique « Nitrolac »

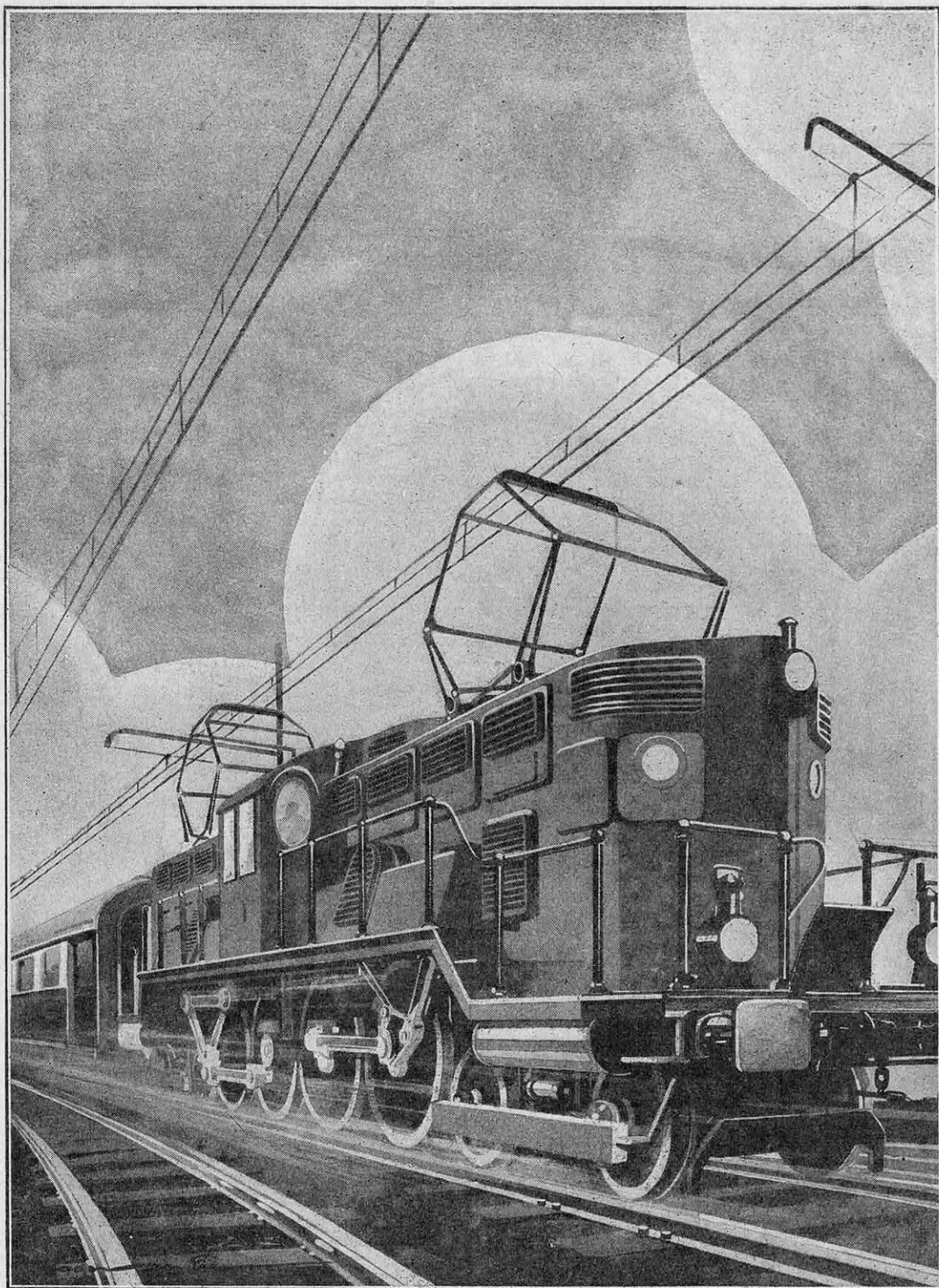
S. et V. 260

Chez les éditeurs.

J. M. 262

L'électrification des chemins de fer est une œuvre d'économie nationale que tous les pays cherchent à développer, surtout pour rendre leur exploitation « payante ». La locomotive électrique présente, en effet, sur la locomotive à vapeur, un certain nombre d'avantages, qui aboutissent à un accroissement et à une plus grande régularité du trafic. La couverture de ce numéro représente la locomotive de 6.000 ch du P.-L.-M., en service sur la ligne Culoz-Modane, qui est une des plus puissantes du monde. Les chemins de fer fédéraux suisses possèdent, en effet, depuis deux mois, deux locomotives électriques pour leur ligne à fortes rampes du Saint-Gothard, dont la puissance est de l'ordre de 7.000 ch chacune. (V. l'art., p. 177 de ce numéro.)

Nous informons nos lecteurs que l'emboîtement nécessaire à la reliure des nos 169 à 174, parus entre le 1^{er} juillet et le 31 décembre 1931, qui constituent le tome XL de La Science et la Vie, est en vente à nos bureaux, au prix de 5 francs, et de 6 francs avec la table des matières. Il peut être expédié franco, en France et dans les colonies, au prix de 5 fr. 50 et de 6 fr. 50 avec table. Pour l'étranger, ajouter à ces derniers prix 1 franc pour supplément de port ; tous les emboîtages parus antérieurement peuvent être fournis au même prix. Toutefois, les tables des matières des tomes III, IV, V, XXV, XXVI manquent.



LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE DE 4.000 CH, DU P.-O., EN VITESSE SUR LA LIGNE PARIS-VIERZON

Pour assurer à grande vitesse le même service que cette machine électrique, qui comporte quatre essieux moteurs, il faudrait une locomotive à vapeur à cinq essieux couplés. A poids total égal, la locomotive électrique présente, en effet, un poids adhérent supérieur à celui de la machine à vapeur. Tandis que le poids adhérent de la « Mountain », de l'Est n'est que de 75 tonnes (poids total, 190 tonnes), le poids adhérent de la machine ci-dessus est de 180 tonnes pour un poids total de 120 tonnes.

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^e — Téléph. : Provence 15-21

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

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

Tome XLJ

Mars 1932

Numéro 177

L'ÉLECTRIFICATION DANS LE MONDE

LA LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE ÉVINCERA-T-ELLE LA LOCOMOTIVE A LA VAPEUR ?

Par H. PARODI

INGÉNIEUR-CONSEIL A LA COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER PARIS-ORLÉANS

La traction électrique gagne de plus en plus de terrain sur la traction à vapeur, non seulement dans les pays qui, comme la Suède, l'Italie et la France, possèdent des réserves de houille blanche pour la production économique de l'énergie, mais encore dans ceux, comme les Etats-Unis, l'Angleterre, la Belgique, pour lesquels la traction à vapeur est favorisée par des ressources considérables de charbon. De nombreuses causes militent, en effet, en faveur de l'électrification des chemins de fer : régularité du trafic, augmentation de la capacité de service, économie réalisée grâce à la souplesse du fonctionnement de la locomotive électrique. Notre éminent collaborateur, M. Parodi, auquel l'Académie des Sciences vient de décerner le prix Montyon de mécanique pour ses travaux sur l'électrification des chemins de fer, dont il fut, en France, le pionnier, expose ici les différents aspects du problème de la traction électrique et les causes de son développement actuel dans le monde.

L se produit actuellement dans le monde entier, aussi bien en France qu'en Angleterre, en Amérique, en Suède, en Italie, un mouvement puissant en faveur de la traction électrique : il ne s'agit plus d'applications timides, locales et limitées, mais bien de programmes de grande envergure, comportant la substitution de l'électricité à la vapeur, soit sur des réseaux entiers, soit sur les lignes maîtresses des grandes compagnies. Les causes de ce mouvement sont d'autant plus intéressantes à rechercher que l'opinion semble, par ailleurs, s'être répandue que l'électrification n'était pas une opération payante.

L'exploitation électrique assure une régularité quasi parfaite

La principale de ces causes se trouve dans l'excellence du service réalisé dans les

installations de traction électrique à courant continu effectuées dans ces dix dernières années ; les résultats obtenus aujourd'hui avec le courant continu à 1.500 volts sont meilleurs que ceux d'avant-guerre avec le courant continu à 600-700 volts, et, si on avait maintenant à reconstruire des réseaux de tramways ou de métropolitains, on pourrait, sans crainte d'échec, les établir pour une tension au moins double. A titre d'exemple, nous signalerons que le métropolitain, dans son entente avec la Ville de Paris et la Compagnie d'Orléans pour la prolongation de son réseau dans la banlieue sud-ouest (ligne de Sceaux), a adopté la tension unifiée des grands réseaux de chemins de fer. Cette mise au point complète de la traction électrique à courant continu haute tension a pu être faite parce que, rompant franchement avec des errements anciens,

les exploitants, d'accord avec les constructeurs, ont organisé un contrôle rigoureux de la fabrication et ont adopté, pour l'établissement des moteurs, certaines dispositions déjà sanctionnées par l'expérience en traction à courant monophasé. Aucune découverte proprement dite n'est à l'origine de ces progrès, et on peut dire que le fini et la régularité de la construction, qu'imposent le contrôle continu de la fabrication et l'application des règles précises de réception, sont des éléments primordiaux du succès de la traction à courant continu 1.500 volts, choisie comme système de traction unifié en France.

Le succès obtenu ne peut être mieux caractérisé, croyons nous, qu'en disant que sur la section électrifiée du réseau d'Orléans, le nombre des incidents de service est tombé progressivement à un par 150.000 kilomètres de parcours de machine, les détresses (demande de machine de secours) ne se produisant plus guère qu'au taux de une par 300.000 kilomètres. Grâce à l'expérience maintenant acquise par les services d'exploitation, les menues réparations, comme les réfections complètes, peuvent être faites avec une grande rapidité ; et, à la suite de plusieurs dérèglements, on a pu constater que la remise en état de la ligne caténaire de transport d'énergie électrique était achevée avant celle de la voie proprement dite.

Grâce à la locomotive électrique, la capacité de service est accrue

Cette « qualité » du service n'est pas obtenue aux dépens de la quantité de travail effectué, puisque la locomotive électrique remorque pendant un temps plus long, à une vitesse plus grande, des trains plus lourds que la locomotive à vapeur ne peut le faire. Nous montrerons plus loin comment cette supériorité indiscutable résulte des conditions physiques de réalisation des deux types de machine, nous bornant pour le moment à citer quelques exemples du développement extraordinaire pris dans ces toutes dernières années par la traction électrique, tant en France qu'à l'étranger.

Chez nous, les exploitations maintenant assurées par le Métropolitain de Paris, les Chemins de fer de l'Etat, du Midi et le Chemin de fer d'Orléans, ont prouvé, sans discussion possible, que l'électrification donnait des résultats aussi satisfaisants dans la remorque à très grande vitesse de rapides de plus en plus lourds que dans la traction des trains de marchandises et de banlieue, où d'énormes efforts de traction sont mis en jeu.

Est-il besoin de rappeler que, dès 1903, la

vitesse de 200 kilomètres à l'heure sur rail a été réalisée sur la ligne de Marienfeld à Zossen, en Allemagne, avec des machines électriques, et que ce sont uniquement des considérations d'exploitation qui ne rendent pas désirable un accroissement trop considérable des vitesses sur des lignes non spécialisées, où circulent encore une majorité de trains de marchandises et de voyageurs relativement lents. Les machines à grande vitesse du Chemin de fer d'Orléans du type 2 D 2 (1), dont la photographie est donnée page 183, pourraient circuler à 140-150 kilomètres à l'heure, si on le jugeait utile, et elles pourraient assurer journellement un service présenté, à juste titre, comme un record pour les machines à vapeur les plus modernes (2). Les locomotives électriques de 4.000 ch, de la Compagnie d'Orléans, effectuent des parcours mensuels de 16.000 à 17.000 kilomètres, et deux d'entre elles ont parcouru, de juillet 1929 à juillet 1931, l'une 346.930 kilomètres, l'autre, 362.097 kilomètres, soit une moyenne de 177.256 kilomètres par machine et par an.

Les automotrices des Chemins de fer de l'Etat, comme celles de la Compagnie d'Orléans, permettent de réaliser des accélérations de 0,60 mètre par seconde-seconde avec des trains de 400 à 500 tonnes en mettant en jeu une puissance supérieure à celle que pourraient développer trois machines à vapeur modernes du type « Mikado ».

En ce qui concerne l'effort de traction, faut-il rappeler que les locomotives électriques du Virginian Railway remorquent des trains de 6.000 tonnes en rampe de 22 ‰, à la vitesse de 40 kilomètres-heure ? Nous pourrions réaliser en Europe de pareils efforts de traction avec des locomotives électriques, si la résistance des attelages de nos voitures et wagons ne limitait à 20.000 kilogrammes environ l'effort soutenu admissible au crochet d'attelage de ces machines.

Locomotive électrique et locomotive à vapeur

Il est nécessaire d'insister un peu sur une propriété de la traction par adhérence simple qui prend une importance d'autant plus

(1) On sait que l'on a pris l'habitude de classer les locomotives suivant leur nombre d'essieux porteurs ou moteurs. Ainsi la locomotive à vapeur 2-4-1 possède 1 boggie à l'avant (2 essieux), 4 essieux moteurs et 1 essieu porteur à l'arrière. Pour les locomotives électriques, le chiffre des essieux moteurs est remplacé par la lettre de l'alphabet dont le rang correspond à ce chiffre. 2 D 2 signifie donc : 1 boggie avant, 4 essieux moteurs, 1 boggie arrière.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 175, page 43.

grande que la rapidité de marche est plus élevée ; il s'agit de la décroissance du coefficient de frottement (roues motrices-rails) avec la vitesse.

Ce phénomène a été observé dès 1850, par M. Poirée, qui a effectué de nombreux essais en faisant remorquer un wagon de ballast, dont les roues étaient enrayées, par une locomotive à vapeur munie d'un dynamomètre.

supérieures à celles données par notre formule.

La figure 1 donne, en fonction de la vitesse exprimée en kilomètres à l'heure, les valeurs des coefficients de frottement pratiques et maxima, ainsi que celles des puissances développables à la jante d'un essieu moteur portant une charge de 20 tonnes. L'examen de ces courbes montre que l'effort de traction

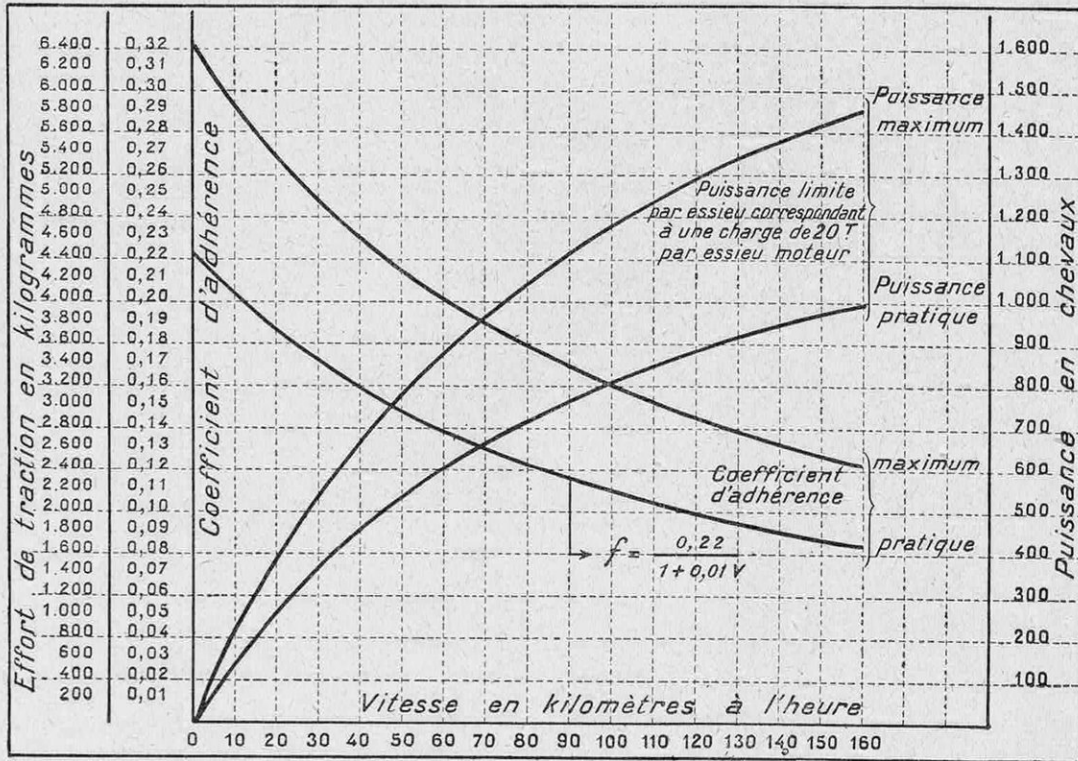


FIG. 1. — COURBES MONTRANT COMMENT VARIENT, AVEC LA VITESSE, LE COEFFICIENT D'ADHÉRENCE ET LA PUISSANCE QUE L'ON PEUT DÉVELOPPER A LA JANTE D'UN ESSIEU MOTEUR PORTANT UNE CHARGE DE 20 TONNES

Il est évident que, pour éviter tout patinage des roues sur les rails, on doit s'efforcer de suivre les courbes basées sur les valeurs pratiques du coefficient d'adhérence et de la puissance.

Toutefois, dans ces essais, la méthode employée amenait, du fait de l'échauffement de la partie de la roue, toujours la même, frottant sur le rail, une décroissance trop rapide du coefficient de frottement. C'est pourquoi nous avons adopté une loi de variation du coefficient de frottement un peu différente, laquelle représente assez bien les résultats obtenus en service courant sur un grand nombre de locomotives électriques et à vapeur.

Il ne s'agit là, bien entendu, que du coefficient de frottement mesuré dans les conditions atmosphériques normales, car, par temps très sec ou par temps de pluies persistantes et abondantes, on trouve des valeurs

qui peut être normalement développé par un tel essieu est de 3.140 kilogrammes à 40 kilomètres-heure, 2.440 kilogrammes à 80 kilomètres-heure, 2.000 kilogrammes à 120 kilomètres-heure, les puissances correspondantes étant respectivement de 465, 724 et 890 ch.

Il est inutile, voire même fâcheux, d'installer, par essieu, des puissances supérieures à celles qui viennent d'être indiquées, car leur utilisation risque d'entraîner des patinages en vitesse, d'autant plus ennuyeux qu'ils peuvent passer inaperçus dans les machines à commande individuelle des essieux, les appareils enregistreurs de vitesse

étant commandés par un seul des essieux moteurs.

Avec la locomotive électrique, il est possible, en variant le couplage des moteurs, d'obtenir, pour un même effort de traction, des vitesses différentes. En effet, pour chaque couplage, il existe une série de plots sur le contrôleur, qui correspondent à des valeurs

de fonctionnement de la locomotive du P.-L.-M., type 2 C C 2 (1), de 6.000 ch, en service sur la ligne de Culoz à Modane. La figure 8 donne une vue d'ensemble de cette machine. On observera comment les couplages des moteurs électriques, qui permettent d'obtenir, pour un même effort de traction, des vitesses différentes, permettent

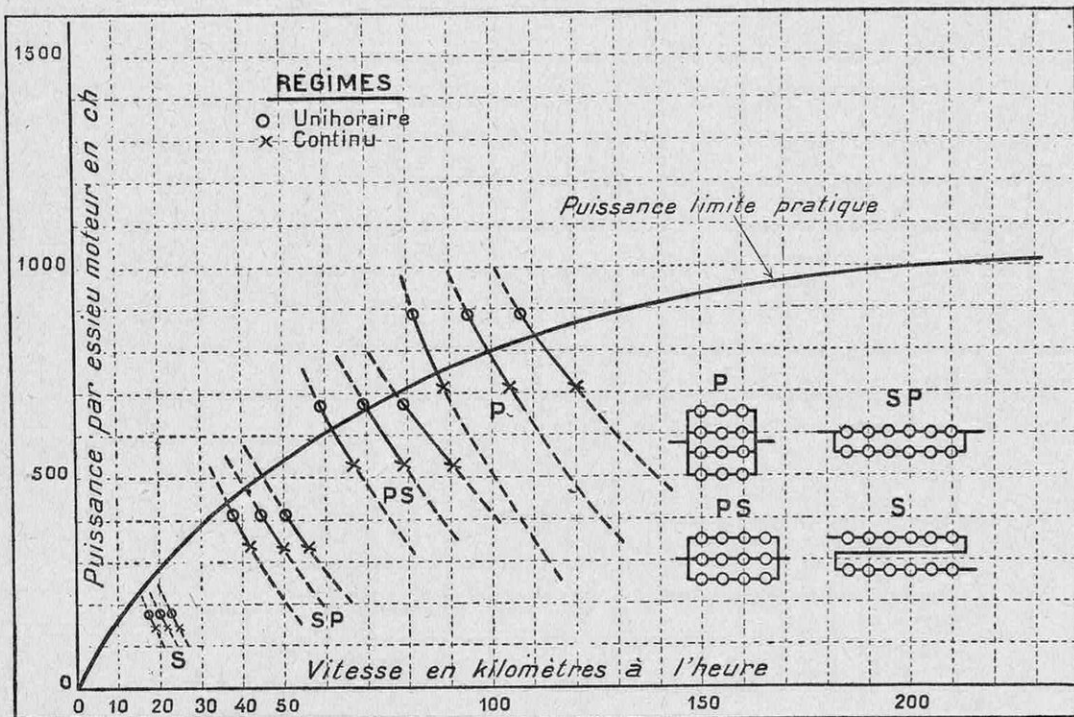


FIG. 2. — COURBES CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT DE LA LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE DE 6.000 CH DU RÉSEAU P.-L.-M.

Les douze moteurs de la machine peuvent être couplés de quatre façons différentes : S, série ; SP, série parallèle ; PS, parallèle-série ; P, parallèle. Au fur et à mesure que la vitesse s'accroît, on diminue le nombre de moteurs mis en série et on augmente celui des moteurs en parallèle. On voit, sur les fragments de caractéristiques tracés ci-dessus, correspondant aux couplages P, SP, PS, P, que les points de fonctionnement se trouvent de part et d'autre de la puissance limite pratique (sauf aux faibles vitesses). Le régime unihoraire est celui que l'on peut demander à la machine, pendant une heure, sans échauffement dangereux. Ainsi, la locomotive électrique suit de très près la courbe de puissance limite pratique, condition très favorable de son fonctionnement.

différentes et décroissantes du champ inducteur. En passant d'un plot au suivant, la puissance développée augmente et la vitesse de la machine s'accroît. Le coefficient de frottement diminuant avec la vitesse, les couplages ont été étudiés de manière que l'on puisse suivre assez fidèlement la courbe de puissance limite d'adhérence, tous les régimes de marche correspondant à des points des caractéristiques situés au-dessous de la courbe de puissance limite pratique étant pratiquement réalisables.

La figure 2 représente les caractéristiques

ainsi de suivre assez fidèlement la courbe de puissance limite d'adhérence, les points représentatifs de la puissance continue et de la puissance unihoraire des machines se trouvant de part et d'autre de la courbe de puissance limite d'adhérence aux grandes vitesses, un peu au-dessous aux vitesses faibles ou moyennes.

A titre comparatif, on verra, sur les figures 3 et 4, les courbes représentatives de la variation de la puissance à la jante avec

(1) 1 boggie avant, deux groupes de 3 essieux moteurs, 1 boggie arrière.

la vitesse de la même locomotive électrique P.-L.-M. et de la locomotive à vapeur du type Mountain du Chemin de fer de l'Est, dont une vue d'ensemble est donnée sur la figure 5. Il est intéressant de remarquer que la puissance de la machine à vapeur descend au-dessous de la limite d'adhérence aux grandes vitesses; vers 120 kilomètres-heure, la puissance de la machine à vapeur est à peu près trois fois plus faible que celle de la machine électrique, bien que les poids respectifs de ces machines soient de 190 tonnes (tender compris) pour la locomotive à vapeur et de 159 tonnes pour la locomotive électrique, les poids adhérents étant d'environ 75 à 107 tonnes, respectivement.

Cette comparaison fait ressortir

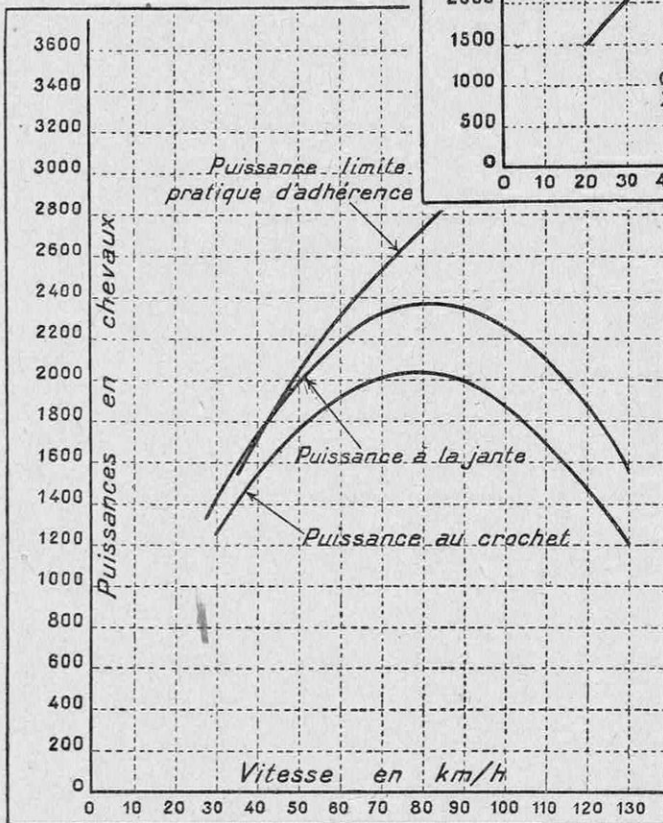


FIG. 3. — VARIATIONS DE LA PUISSANCE A LA JANTE D'UNE LOCOMOTIVE A VAPEUR, TYPE MOUNTAIN

Aux grandes vitesses (au-dessus de 80 km-heure), la puissance descend au-dessous de la puissance pratique d'adhérence. La puissance de la machine à vapeur est donc mal utilisée.

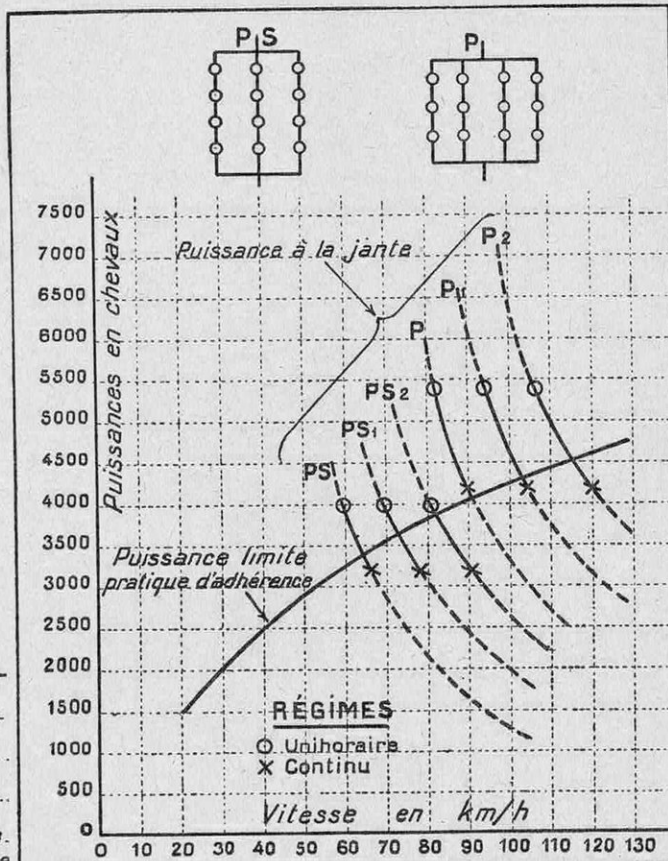


FIG. 4. — VARIATION DE LA PUISSANCE A LA JANTE DE LA LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE DE 6.000 CH DU P.-L.-M.

Même aux grandes vitesses, la machine électrique utilise convenablement sa puissance, puisqu'elle fonctionne toujours au voisinage de la courbe de puissance limite pratique d'adhérence.

tir les différences essentielles qui existent entre les machines à grande vitesse à vapeur et électrique, pour lesquelles le rapport entre le poids total et le poids adhérent est de 2,5 pour l'une et de 1,5 pour l'autre. Un calcul simple, qu'il est inutile de reproduire ici, permet de montrer qu'à effort de traction au crochet égal, la machine à vapeur doit développer, du fait du poids supplémentaire inutilement remorqué et de sa résistance propre au roulement, un effort à la jante supérieur d'environ 2.000 kilogrammes à celui de la machine

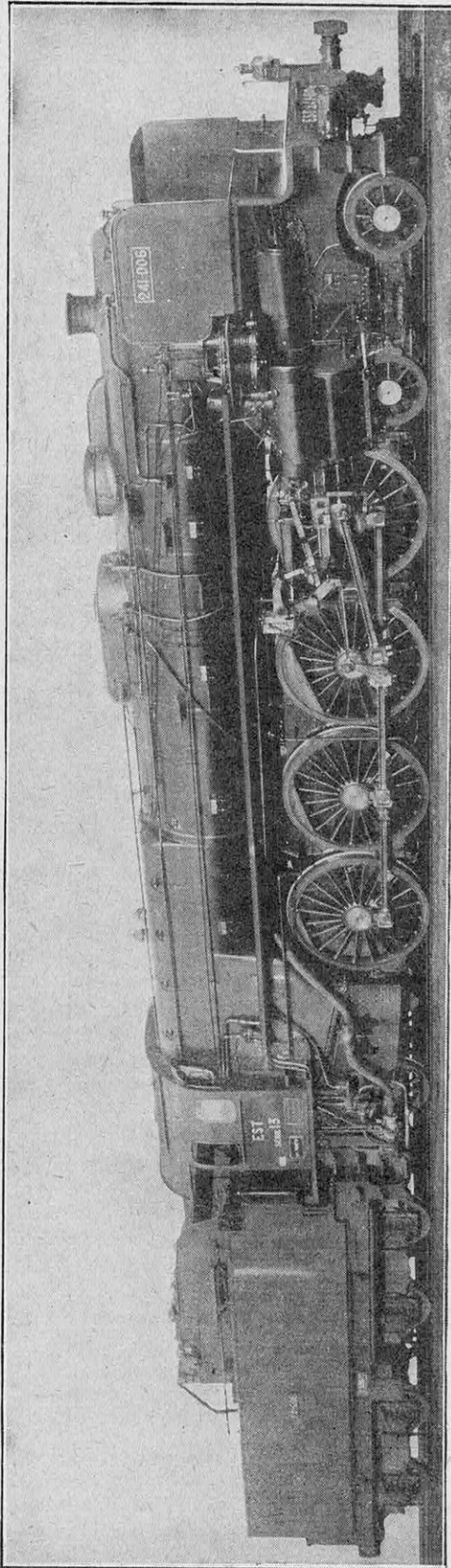


FIG. 5. — LOCOMOTIVE MOUNTAIN, DU RÉSEAU DE L'EST. POIDS : 190 TONNES. POIDS ADHÉRENT : 75 TONNES

électrique correspondante : comparant cette valeur de 2.000 kilogrammes à celles indiquées plus haut pour les efforts maximum développables à diverses vitesses, nous voyons que, pour pouvoir développer, à 120 kilomètres-heure, le même effort de traction au crochet qu'une machine électrique, la locomotive à vapeur doit avoir un *essieu moteur* de plus.

La machine « Mountain », de l'Est, est comparable à une machine électrique à trois essieux moteurs et il faudrait construire une locomotive à vapeur à cinq essieux moteurs pour assurer à grande vitesse le même service que les machines électriques 2 D 2 (1), de 3.600-4.000 ch de la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans, circulant sur la ligne Paris-Orléans-Vierzon. Les essais si remarquables, au point de vue thermodynamique, de la machine « Pacific 3566 » (fig. 7), du P. O., dont *La Science et la Vie* a déjà indiqué les résultats (2), prouvent nettement que cette machine à vapeur, tender compris, 145 tonnes, ne peut remorquer, en vitesse, la même charge que la machine électrique 2 D 2 pesant 130 tonnes.

Ce que nous venons de dire montre combien devient difficile la réalisation de machines à vapeur rapides à très grande puissance, et, en admettant même que l'on puisse loger, dans le gabarit européen, des chaudières et un mécanisme permettant de produire des quantités de vapeur et une puissance correspondant à 5.000 ou 6.000 ch, comme le prétendent certains constructeurs allemands, on ne voit pas comment de pareilles puissances pourront être utilisées avec les charges par essieu admises en Europe, sans changer complètement une disposition de machine qui a fait ses preuves.

Ces considérations, fort importantes dans le cas des machines de vitesse, ne le sont pas moins dans le cas des machines relativement lentes du service marchandises, car il est alors possible d'employer, comme l'ont fait le Midi et le P.-O., des locomotives à *adhérence totale* (3) et à commande à distance. Cette disposition permet de disposer, pour la remorque des trains, d'un poids adhérent aussi grand qu'on le désire, un seul mécanicien pouvant régler la marche de plusieurs locomotives à quatre ou six essieux moteurs accouplées électriquement. Dès maintenant, avec deux machines à quatre essieux moteurs, on peut disposer d'une adhérence de 160

(1) 1 boggie avant, 4 essieux moteurs, 1 boggie arrière.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 168, page 533.

(3) Dont tous les essieux sont moteurs.

tonnes, suffisante pour développer au crochet l'effort de traction maximum compatible avec la résistance des attelages. En recourant au système de commande à distance que M. Sabouret et moi-même avons breveté dès 1917, il sera possible d'aller encore plus loin, et, en répartissant d'une façon convenable les locomotives dans le train, d'échapper à la sujétion qu'apporte la résistance des attelages. Les essais effectués sur le Virginian Railway et sur le Chemin de fer Paris-Orléans montrent que la réalisation pratique de ce

La disparition de la multitude d'agents employés dans les dépôts au nettoyage des tubes des locomotives à vapeur, au lavage des chaudières, au décrassage des foyers, à la surveillance des machines en réserve ou en veilleuse, au chargement du charbon ou à l'alimentation en eau, permet de réaliser de substantielles économies.

A celles-ci viennent s'ajouter celles qui résultent de la meilleure utilisation du personnel de conduite, traction et exploitation, et de la réduction des durées et de l'impor-

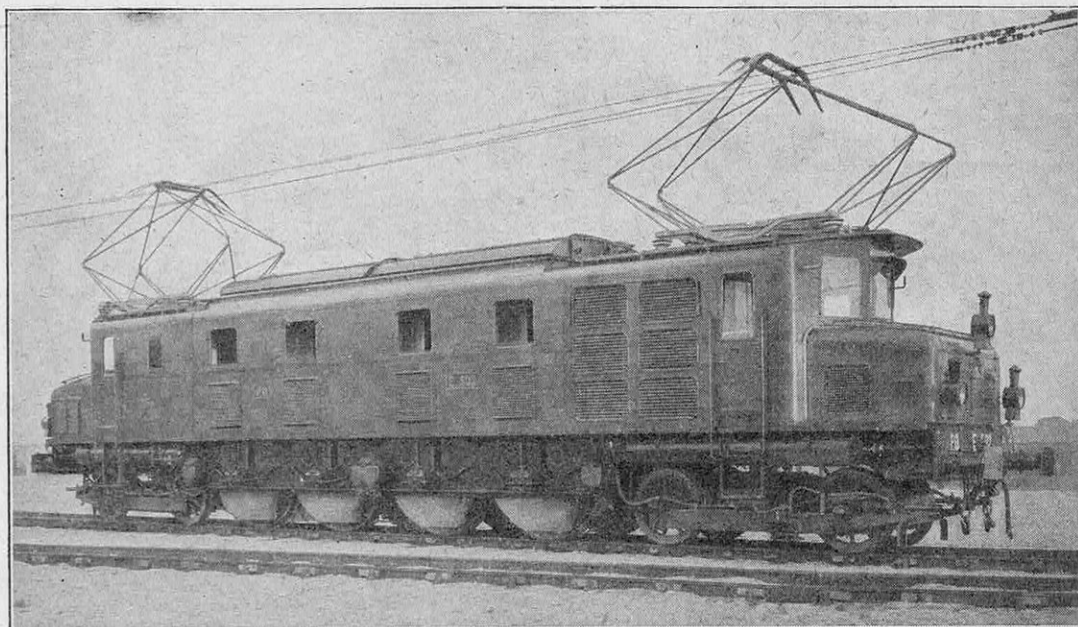


FIG. 6. — LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE A GRANDE VITESSE, DE 4.000 CH, DE LA COMPAGNIE DE PARIS-ORLÉANS. POIDS : 159 TONNES ; POIDS ADHÉRENT : 107 TONNES

système est possible. Le poids maximum des trains de marchandises ne dépassant guère actuellement 1.600 à 1.800 tonnes, il n'est pas encore nécessaire de faire dans cette voie autre chose que des essais. Avec la traction à vapeur, on peut, évidemment, avec plusieurs machines et une équipe par machine, réaliser la traction multiple, mais même les partisans les plus acharnés de la vapeur ont renoncé à défendre ce mode de traction pour les lignes de montagne.

L'électrification assure une réduction des dépenses d'exploitation

C'est surtout dans la robustesse du matériel que la supériorité de la traction électrique s'affirme, aucune pièce importante des machines n'étant soumise, comme dans la traction à vapeur, à usure systématique.

tance des réparations. Les grands lavages (réparation à l'atelier) peuvent n'être effectués qu'après des parcours de 120.000 à 200.000 kilomètres, suivant le type de machine, les petites réparations d'ordre électrique que l'on peut avoir à faire à l'occasion des petits lavages effectués dans les dépôts pour rafraîchissage des bandages des roues (60.000 à 80.000 kilomètres), sont assez peu importantes pour que l'on ait intérêt à opérer des permutations d'essieux montés afin de ne pas immobiliser inutilement une machine prête électriquement à reprendre le service.

Ces simplifications se traduisent par des réductions substantielles des dépenses d'entretien, de réparation et de conduite par locomotive-kilomètre, réduction représentant, dans l'ensemble, 50 % de la dépense correspondante avec la traction à vapeur

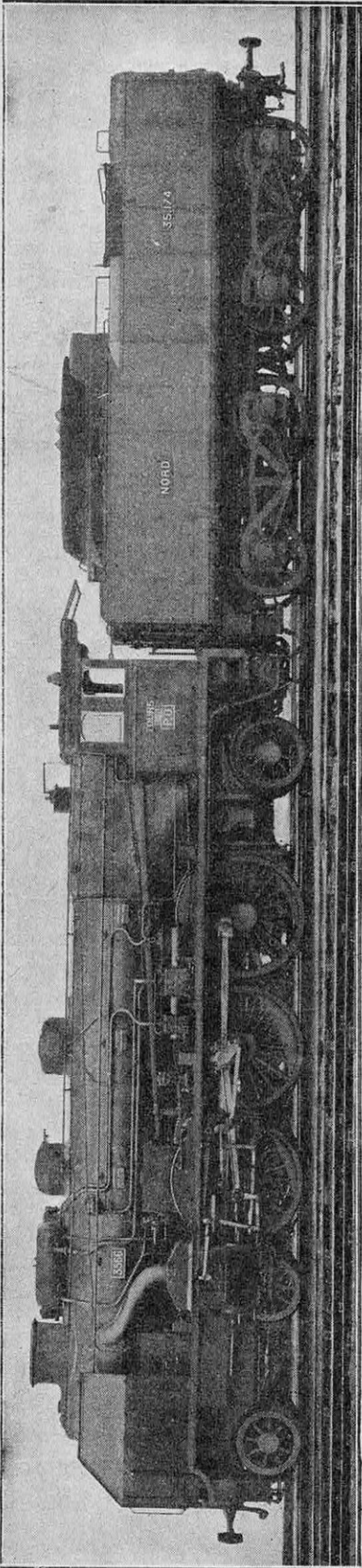


FIG. 7. — LOCOMOTIVE 35666, DU P.-O., QUI GRACE AUX TRANSFORMATIONS QU'ELLE A SUBIES, A PU REMORQUER UN TRAIN DE 500 TONNES, A PLUS DE 100 KILOMÈTRES À L'HEURE, DE PARIS À BORDEAUX (584 KILOMÈTRES, EN 5 H 48)

Malgré son excellent rendement thermodynamique, dû à un tracé minutieux des conduites de vapeur, à une surchauffe élevée et à l'emploi de soupapes, cette machine ne pourrait assurer le même service, à grande vitesse, que les locomotives électriques de 4.000 ch du P.-O.

En ce qui concerne l'économie réalisée sur les dépenses de combustible, on peut dire qu'elle dépasse les prévisions les plus optimistes ; la libération des machines à vapeur modernes en service avant l'électrification sur les lignes plates à grand trafic et leur emploi sur la partie non électrifiée du réseau produisent le même effet qu'une modernisation du parc de locomotives à vapeur. Compte tenu de cette circonstance, l'économie de charbon réalisée par kilowatt-heure consommé à l'entrée des sous-stations est de l'ordre de 2,5 à 3 kilogrammes, alors que, dans les comparaisons généralement faites, le coefficient d'équivalence est fixé aux environs de 2 kg 2 ou 2 kg 3. Bien des calculs inexacts ont été faits à ce sujet par des techniciens qui oublient que la machine à vapeur consomme du charbon même quand elle ne travaille pas, et qui préfèrent comparer, et pour cause, des résultats d'essais thermiques aux statistiques trop éloquentes à ce point de vue des Compagnies de chemins de fer. Nous nous bornerons à rappeler que la locomotive à vapeur travaille effectivement, en moyenne, quatre heures et demie par jour pendant chaque période de vingt-quatre heures et qu'il faut l'allumer à peu près tous les six jours, après lavage ou extinction. Ces allumages, pendant lesquels on consomme de 300 à 600 kilogrammes de combustible, suivant la nature et l'état des machines, sont effectués après des parcours compris entre 500 et 1.500 kilomètres... Que signifient, dans ces conditions, les consommations relevées en essai, déduction faite des allumages et marche en veilleuse ou en réserve !

Tout le monde sait que le rendement moyen de la locomotive à vapeur n'atteint pas, en moyenne, 3% au crochet d'attelage. Alors que, même en supposant l'énergie produite dans une centrale thermique, le rendement au crochet de la traction électrique dépasse 10% (1).

Voici les électrifications récentes les plus caractéristiques

Ce sont ces propriétés caractéristiques de robustesse, de rapidité et de puissance, qui ont provoqué et qui entretiennent le développement de plus en plus rapide de l'électrification. En Amérique, où les conditions spéciales d'exploitation (bas prix du charbon, charge des essieux dépassant 30 tonnes, faibles vitesses, etc.) sont parti-

(1) Dans une supercentrale thermique moderne, le rendement moyen atteint à peu près 20% ; à l'entrée des sous-stations, le rendement ne sera plus que de 18% environ. Il tombera progressivement à environ 16,5, puis 15,5 et enfin 11%, en moyenne, à la sortie des sous-stations, au pantographe, et enfin au crochet des locomotives.

culièrement favorables à la traction à vapeur, d'imposantes électrifications viennent d'être mises en service ; d'autres sont en cours de réalisation, telles que, par exemple, celle de l'Illinois Central Railroad (banlieue de Chicago) et celle du Pennsylvania Railroad (ligne de New York à Philadelphia et Washington). Cette dernière mérite de retenir tout particulièrement l'attention des techniciens, car le Pennsylvania Railroad est non seulement le réseau le plus important des Etats-Unis (50.000 kilomètres de lignes), mais encore celui qui a le plus étudié la traction à vapeur dans son laboratoire d'Al-

quillisé sur les conséquences économiques de travaux dont la première tranche, exécutée dans une période particulièrement défavorable — 1922 à 1926 — a donné cependant des résultats entièrement satisfaisants.

Si on songe que la large expérience acquise en France sur près de 1.000 locomotives ou automotrices en service ou en construction, représentant une puissance globale de 1.800.000 ch, ne fait que confirmer celle acquise à l'étranger dans les installations de plus en plus étendues : 1.666 kilomètres en Suisse, 1.168 en Suède, 1.630 en Italie, 1.557 en Allemagne, on comprend que les

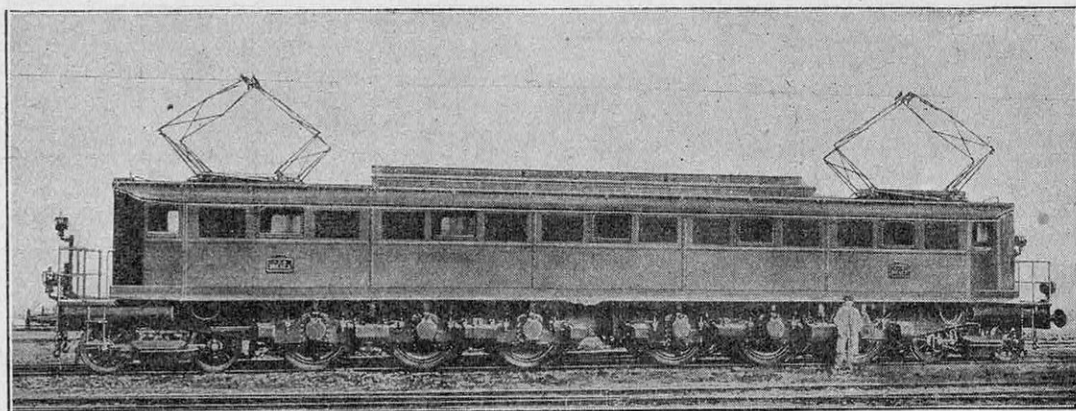


FIG. 8. — LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE DE 6.000 CH, DU P.-L.-M.

Grâce à ses six essieux moteurs, cette machine présente une adhérence remarquable, qui lui permet d'assurer sans défaillance le dur service de la ligne de Modane. Grâce aux quatre couplages de ses douze moteurs et aux trois régimes prévus pour chaque couplage, on obtient douze régimes de marche, d'où une grande souplesse de fonctionnement.

tona (1), où, depuis près de vingt ans, ont été essayés, d'une façon systématique et sûre, tous les perfectionnements apportés à la machine à vapeur. La décision du Pennsylvania Railroad prend, de ce fait, une importance particulière, surtout quand on constate que le Conseil de ce réseau a fait déclarer par ses représentants que cette décision était motivée par les avantages que procure la traction électrique sur les lignes faciles à grand trafic, lignes où ces avantages sont les plus grands.

Si on rapproche cette décision de celle prise par la Compagnie d'Orléans de prolonger l'électrification de Paris-Orléans-Vierzon, d'une part, d'Orléans à Tours (100 kilomètres), d'autre part, de Vierzon à Brive (300 kilomètres), on peut être tran-

pouvoirs publics de grands pays comme l'Angleterre et la France se préoccupent d'établir des programmes généraux d'équipement permettant aux chemins de fer de bénéficier, dans la mesure la plus large, des avantages techniques et financiers que procure le nouveau mode de traction.

Le rapport de lord Weir et de la Commission anglaise d'électrification conclut à une transformation générale des réseaux anglais. Sans aller aussi loin, nous sommes de plus en plus convaincus de la nécessité de donner, en France, à la traction électrique la place qui lui est due, non seulement parce qu'elle permettra d'améliorer tous les services de trains de voyageurs, de marchandises et de manœuvres, mais encore parce que son extension contribuera à assurer notre indépendance économique par une utilisation plus large des richesses naturelles de notre pays en « houille blanche » et en « houille verte ».

H. PARODI.

(1) Il n'existe que cinq ou six laboratoires d'essais de locomotives à vapeur dans le monde : trois aux Etats-Unis, un en Angleterre, un en Allemagne ; un sixième laboratoire est en construction en France.

QUE POUVONS-NOUS ATTENDRE DE LA RÉVISION DES LONGITUDES ?

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Une nouvelle mesure des longitudes doit être effectuée en 1933 par tous les observatoires du monde. On se souvient qu'une telle détermination a été exécutée en 1926, où quarante-trois observatoires, répartis sur toute la surface du globe, mirent en œuvre les progrès de la science, et en particulier de la T. S. F., pour comparer leur heure locale aux heures des autres points de la Terre (1). La précision obtenue fut telle que l'erreur commise sur vingt-quatre heures ne dépassa point sept millièmes de seconde, ce qui correspond à moins de un mètre sur les distances qui séparent les observatoires d'Alger, de San Diego (Californie, Etats-Unis) et de Zi Ka Wei (Chine). Partant d'une base aussi précise, nul doute que les astronomes ne puissent, l'an prochain, confirmer ou infirmer la théorie de Wegener (2), d'après laquelle les continents se déplacent lentement.

Réviser les longitudes, à quoi bon ?

IL n'est pas besoin d'être grand clerc pour comprendre l'intérêt qui s'attache à une mesure exacte de la Terre ; la *géodésie*, qui détermine sa forme, la *géographie*, qui place sur sa surface les continents et les mers, les fleuves, les montagnes et les villes, y sont également intéressées.

Or, pour connaître exactement cette surface, deux procédés sont à notre disposition ; l'un, la topographie, opère de proche en proche par mesure de distances et d'angles et, par les triangulations progressives, recouvre le terrain d'un réseau dont tous les éléments peuvent être calculés. Cette méthode s'applique à la surface des continents et peut être étendue aux îles suffisamment rapprochées pour qu'un rayon lumineux les atteigne ; c'est ainsi que, récemment, M. Helbronner, après avoir révisé la topographie des Alpes, a relié la Corse au continent en visant, de plusieurs stations élevées sur la côte provençale, un signal lumineux établi sur le mont Cinto, en Corse ; grâce à ces visées, et connaissant la distance qui sépare les obser-

vatoires de Provence, on a pu repérer la position de l'île, par rapport au continent voisin, avec une incertitude inférieure à un mètre.

Mais ces méthodes ne sont pas applicables aux larges étendues océaniques ; pour repérer les positions des continents qu'elles séparent, il faut avoir recours aux mesures astronomiques et déterminer la longitude et la latitude d'un certain nombre de points.

Je rappelle, en m'aidant de la figure 1, que la longitude d'un lieu *A* est mesurée

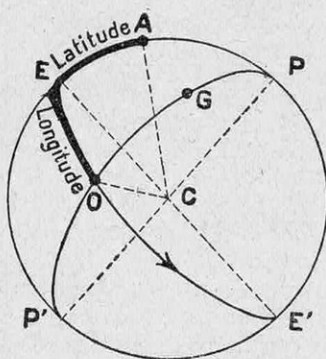


FIG. 1. — COMMENT ON DÉFINIT LA LONGITUDE ET LA LATITUDE D'UN POINT A LA SURFACE DE LA TERRE PP' étant la ligne des pôles, la longitude de A est mesurée par l'angle du méridien PAP' avec le méridien origine POP' passant par Greenwich (G). La latitude est mesurée par l'angle de AC avec le plan de l'équateur EE' .

(PP' étant la ligne des pôles) par l'angle du méridien PAP' , qui passe par ce point, avec le méridien origine POP' , qui passe par l'observatoire de Greenwich ; quant à la latitude AE , elle est mesurée par l'arc du méridien AE qui sépare ce point de l'équateur EE' (ou, plus rigoureusement, par l'angle correspondant ACE). La connaissance de ces deux coordonnées permet de placer le point A sur la sphère terrestre ; A servira à son tour de point de départ aux déterminations topographiques sur le continent auquel il appartient.

Qu'il y ait intérêt à effectuer ces mesures avec toute la précision que permet l'état actuel de la science, personne n'en doute. Mais cet intérêt se trouve amplifié par la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 101, page 365.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 89, page 423.

nécessité de soumettre à une épreuve précise l'audacieuse hypothèse de *la dérive des continents*; émise en 1912 par le géophysicien allemand Wegener (1), cette hypothèse a fait, depuis lors, l'objet de discussions passionnées; bien qu'elle ait déjà été exposée dans cette revue (2), je crois nécessaire d'en rappeler ici l'essentiel. Wegener admet, avec les géologues contemporains, que les continents, qui forment l'écorce solide du globe, reposent sur une couche plus dense, formée de matières voisines de leur point de fusion, et par conséquent visqueuses, dont l'ensemble porte le nom de *magma*; les masses continentales flottent sur ce magma, comme les icebergs sur la mer. Mais le géophysicien allemand admet, en outre, que des forces horizontales s'exercent sur ces grandes îles flottantes, et les entraînent lentement sur le magma visqueux qui les supporte; ainsi, leurs positions relatives, et aussi leur distance aux pôles et à l'équateur, ont varié lentement au cours des temps géologiques; Wegener, par cette audacieuse hypothèse, explique un certain nombre de difficultés qui ont fait, jusqu'ici, le désespoir des géologues, comme l'existence de périodes glaciaires, ou encore certaines analogies frappantes entre les faunes et les flores de continents séparés actuellement par d'immenses étendues océaniques.

A l'appui de sa théorie, Wegener a comparé les résultats obtenus, à cent ans d'intervalle, par les mesures de longitude, et il a cru pouvoir en conclure que le continent nord-américain s'éloignait de l'Europe à raison de 2 à 3 mètres par an; le Groenland,

au contraire, s'en rapprocherait avec une vitesse annuelle d'une dizaine de mètres; mais l'imprécision des mesures anciennes de longitude ne permet d'énoncer ces résultats que comme de vagues présomptions. Des déterminations précises permettraient seules un contrôle sérieux de l'hypothèse; or, il se trouve que la science moderne est en état de procéder maintenant, avec une précision extrême, à ces opérations.

Assurément, la saine logique voudrait qu'on effectuât simultanément la révision des latitudes aussi bien que celle des longitudes; mais, en fait, la première de ces mesures ne permettrait pas des vérifications assez précises; la latitude, mesurée, comme le montre la figure 1, par l'arc AE , est le complément (c'est-à-dire la différence avec 90 degrés) de l'arc AP , qui est la hauteur du pôle au-dessus de l'horizon; c'est ainsi que l'Observatoire de Paris étant à $48^{\circ} 50'$ de latitude nord, l'axe des pôles PP' y fait avec l'horizon un angle de $41^{\circ} 10'$. Or, la mesure de cet angle, obtenue, par exemple, en visant l'étoile polaire, est affectée d'erreurs qui en restreignent la

précision; les plus importantes sont le déplacement des pôles et les anomalies de la réfraction atmosphérique, qui infléchit les rayons lumineux et déforme la ligne de visée de l'étoile observée. Malgré ces difficultés, il existe, depuis 1895, un *service international des latitudes*, qui a pour mission de centraliser tout ce qui se rapporte à cette coordonnée, à sa mesure et à ses variations.

Des résultats plus précis ont été obtenus, surtout dans les dernières années et grâce aux progrès de la T. S. F., dans la mesure des longitudes. Cette opération repose sur la détermination et la transmission de l'heure,

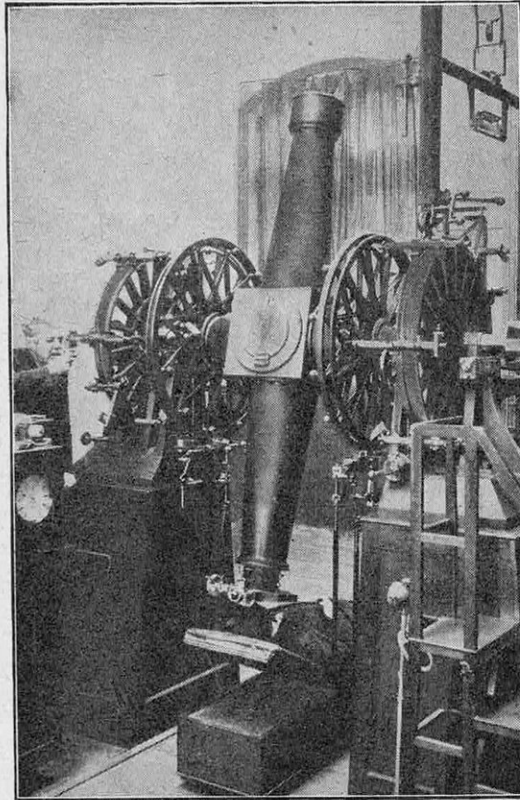


FIG. 2. — LA GRANDE LUNETTE MÉRIDIENNE DE L'OBSERVATOIRE DE BESANÇON

(1) Disparu, en 1930, dans une expédition à l'intérieur du Groenland.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 89, page 423.

lue à la grande horloge astronomique dont le cadran est le ciel étoilé ; c'est ce qu'il faut expliquer tout d'abord.

La détermination de l'heure sidérale locale est à la base de la mesure des longitudes

La Terre tournant sur elle-même, d'un mouvement uniforme, de l'ouest vers l'est, le spectateur placé en un point *A* voit défiler successivement, de l'est vers l'ouest, toutes les étoiles situées au-dessus de son horizon ; les unes après les autres, elles traversent le plan vertical nord-sud, qu'on appelle le plan méridien, et le temps qui s'écoule entre deux passages successifs d'une même étoile est, par définition, le jour astronomique ; on aurait pu choisir arbitrairement l'une quelconque de ces étoiles pour fixer l'origine de ce jour, le minuit astronomique ; pour des raisons que je n'ai pas le

loisir de développer ici, on préfère adopter, pour fixer cette heure zéro, un point du ciel qui ne coïncide avec aucune étoile, mais dont la position peut être exactement repérée par rapport à chacune d'elles : c'est le *point vernal*, le fameux *point gamma* cher aux polytechniciens, placé à l'intersection de l'équateur et de l'écliptique.

L'heure sidérale, ou astronomique, comptée à partir de cette origine, est donc réglée par le mouvement apparent des étoiles, c'est-à-dire, en fait, par la rotation de la Terre qui, ayant fait un tour sur elle-même, ramène, au bout de vingt-quatre heures, les mêmes étoiles au même point du ciel. Et la déter-

mination de cette heure est la première tâche des observatoires : tâche incessamment renouvelée, car il ne suffit pas d'avoir, une fois pour toutes, mis une horloge à l'heure astronomique ; en réalité, les horloges, même les plus soigneusement établies, sont des « garde-temps » imparfaits ; il n'en est pas une qui n'avance ou ne retarde, et ces variations, qui dépendent de nombreux facteurs, ne peuvent pas toutes être prévues, ni, par

conséquent, corrigées ; la seule méthode utilisable consiste, après avoir choisi les horloges dont la marche est la plus régulière, à les remettre périodiquement à l'heure vraie : celle-ci est déterminée en observant, à la lunette méridienne (1) (fig. 2) le passage au méridien d'un certain nombre d'étoiles, choisies pour la régularité de leur marche et la précision de leur pointé, qu'on nomme, pour cette raison, *étoiles horaires* ; on s'adresse de préférence à celles qui tra-

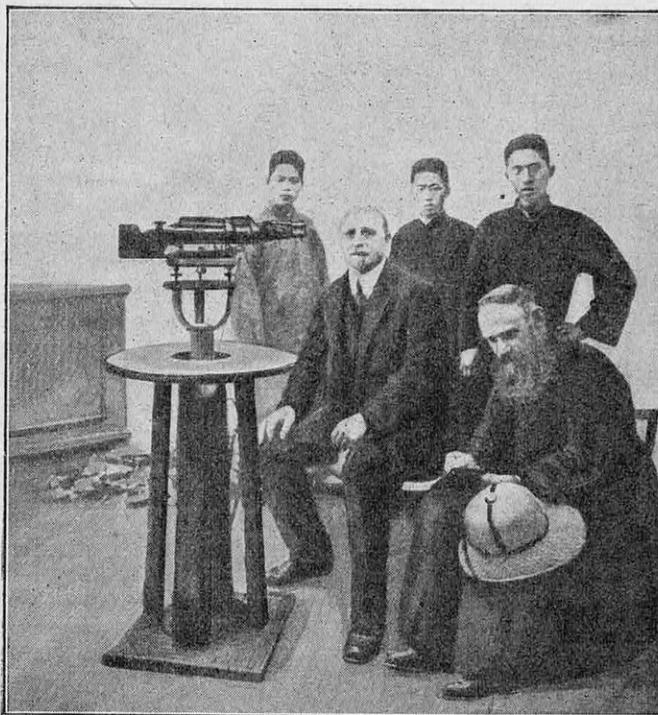


FIG. 3.- L'ASTROLABE DE L'OBSERVATOIRE DE ZI KA WEÏ (CHINE), QUI A SERVI, LORS DE LA MESURE DES LONGITUDES, EN 1926, A DÉTERMINER L'HEURE LOCALE, PAR L'OBSERVATION DU PASSAGE DE PLUSIEURS ÉTOILES CONNUES, A DES HAUTEURS ÉGALES, AU-DESSUS DE L'HORIZON

versent le méridien dans le voisinage de la verticale, au zénith, de façon à supprimer les erreurs dues à la réfraction atmosphérique, qui dévie les rayons lumineux lorsque l'atmosphère est traversée obliquement. Ainsi, chaque observatoire possède, soigneusement installées, préservées contre les variations de température et de pression, un certain nombre d'horloges que d'ingénieux dispositifs permettent de remettre, chaque nuit, en concordance avec l'heure sidérale ; la précision des résultats dépend de la construction et du réglage des instruments, et

(1) Ainsi nommée parce qu'elle se meut dans le plan méridien du lieu.

surtout de la lunette méridienne; elle dépend aussi de l'habileté des opérateurs, entraînés à réduire au minimum les erreurs personnelles; la suppression de ces erreurs, et, par suite, une précision plus grande résultent de l'emploi des méthodes automatiques, qui enregistrent les observations sur des bandes enroulées ou des films photographiques en déroulement régulier; grâce à ces perfectionnements, on peut admettre actuellement que, dans les observatoires bien outillés, l'heure sidérale est connue avec une incertitude qui ne dépasse pas $4/100$ ou $5/100$ de seconde, et qui peut, dans les cas favorables, s'abaisser à $2/100$.

De cette heure sidérale, la seule qui importe pour la détermination des longitudes, on peut déduire l'heure de temps moyen civil, que marquent nos pendules; celle-ci, en effet, est réglée, non sur le mouvement des étoiles, mais sur celui du Soleil, qui commande notre existence humaine; mais le Soleil possède un mouvement propre sur la sphère céleste et se déplace parmi les constellations; il en résulte que le jour sidéral est plus court que le jour civil de 4 minutes (exactement 3 minutes 56 secondes), ce qui correspond à une avance de 2 heures par mois, soit 24 heures par an.

Mesurer la longitude d'un lieu, c'est comparer son heure locale à celle du lieu origine, au même instant

Chaque observatoire ayant ainsi déterminé, par des moyens purement astronomiques, son heure sidérale, la comparaison de ces heures à un même instant permet de calculer immédiatement la différence des longitudes. Supposons, par exemple, que l'horloge astronomique de la station *A* (fig. 1) marque minuit, alors que celle de Greenwich indique 8 heures: ceci prouve que Greenwich voit passer à son méridien une étoile qui ne traversera celui de *A* que huit heures plus tard;

pendant ce temps, la Terre aura tourné du $8/24^e$ de son tour complet, c'est-à-dire de 120 degrés: *A* est donc à 120 degrés de longitude orientale par rapport au méridien international de référence.

Tout le problème est donc ramené à la connaissance simultanée des heures locales. On le résolvait jadis en transportant à la deuxième station le chronomètre réglé sur l'heure locale de la première; cette opération, utilisée quelquefois encore pour la mesure de la longitude en mer, donne des résultats qui dépendent de la fidélité du garde-temps employé, et aussi, naturellement,

de la durée du transport; on se rend compte des erreurs commises, de ce chef, au temps de la marine à voile, alors que plusieurs semaines, parfois plusieurs mois, s'écoulaient entre le départ et l'arrivée du navire; le transport du temps constituait alors la principale source d'erreur dans la mesure des longitudes.

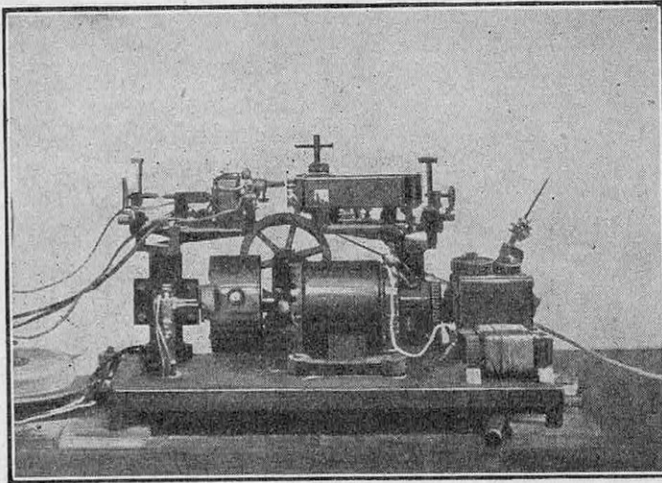


FIG. 4. — CHRONOGAPHE ABRAHAM DE L'OBSERVATOIRE DE ZI KA WEÏ (CHINE), SERVANT A L'ENREGISTREMENT DES SIGNAUX HORAIRE DE T. S. F.

Cette situation semblait pouvoir être améliorée par la création de la télégraphie sous-marine, qui permet le transport de l'heure par des voies infiniment plus rapides; pourtant, les résultats ne justifèrent pas ces espoirs: c'est que la nécessité d'établir, d'un observatoire à l'autre, des liaisons électriques compliquées, et surtout la déformation des signaux horaires transmis par le câble, limitent la précision des mesures.

L'apparition, et surtout les récents progrès de la T. S. F., ont complètement transformé la situation. Aujourd'hui, la Tour Eiffel, comme Greenwich et les principaux postes de l'Univers, reliés directement aux garde-temps des observatoires voisins, sonnent et font entendre dans tout l'Univers l'heure de Paris, de Greenwich ou d'ailleurs; et comme le « top » de l'onde électrique est net et transmis sans déformation, l'heure qu'il indique peut être recueillie partout avec exactitude.

Examinons, par exemple, comment les choses se passent à la Tour Eiffel : chaque jour, de 9 h 26 à 9 h 30, sont émis des signaux, formés des traits et des points de l'alphabet Morse, qui permettent à un opérateur exercé de relever l'heure de l'Observatoire à un quart de seconde près ; cette première série d'émissions est destinée aux opérations courantes de précision limitée.

Mais, ensuite, de 9 h 31 à 9 h 36, sont émis les *signaux rythmés internationaux*, qui permettent de reculer beaucoup plus loin les limites de l'exactitude. Ce sont eux qui nous intéressent dans le cas présent : pendant 60 secondes consécutives, la Tour émet, sur une longueur d'onde déterminée (2.650 mètres), 61 battements très brefs (chacun dure 0''02) ; l'opérateur qui reçoit ces battements au casque téléphonique, les superpose au bruit d'échappement de la pendule locale, qui bat la seconde ; ces deux

bruits forment, l'un avec l'autre, « vernier sonore », et l'oreille exercée parvient à distinguer l'instant précis où deux battements coïncident et se superposent ; c'est par cette coïncidence qu'il détermine l'heure exacte. Précisons ceci par un exemple :

La pendule locale a commencé sa seconde un peu avant l'heure transmise, d'une fraction qu'il s'agit de déterminer ; comme elle bat le 1/60^e de minute, tandis que la Tour bat le 1/61^e, elle fait (qu'on me passe cette expression) de plus grandes enjambées, gagnant chaque fois 1/61^e de seconde ; si elle a rattrapé la Tour à son 17^e top, elle

aura regagné ainsi 17/61^e, c'est-à-dire 28/100^e de seconde, et telle est justement la valeur de son avance par rapport à l'heure transmise.

D'ailleurs, au lieu de constater ces coïncidences à l'oreille, il est plus avantageux d'utiliser des inscriptions graphiques, qui marquent côte à côte sur une même bande, qu'on peut ensuite étudier à loisir, les battements des deux sources sonores à comparer ;

la technique moderne dispose à cet effet d'appareils excellents (fig. 4), utilisés aujourd'hui dans tous les grands observatoires.

Bien entendu, lorsqu'il s'agit de comparer la pendule locale avec les battements, transmis par T. S. F. d'une source très éloignée, il faut tenir compte, en outre, de la durée de propagation de ces ondes ; cette durée est, d'ailleurs, extrêmement courte (0''02122 entre Paris et Washington) et les erreurs qu'on peut commettre dans son évaluation sont, en fait, insignifiantes (1).

Tout compte fait, on estime que les erreurs commises dans ce transport de l'heure sont voisines du 1/100^e de seconde, donc nettement inférieures à celles qu'on peut commettre dans la détermination de l'heure sidérale locale ; ainsi, la T. S. F. a permis de supprimer presque complètement la principale cause d'erreur qui entachait autrefois la mesure des longitudes.

(1) Les dernières mesures, effectuées en 1926, semblent prouver que la vitesse de propagation des ondes serait voisine de 250.000 kilomètres par seconde, et, par conséquent, inférieure à celle de la lumière (300.000 kilomètres).

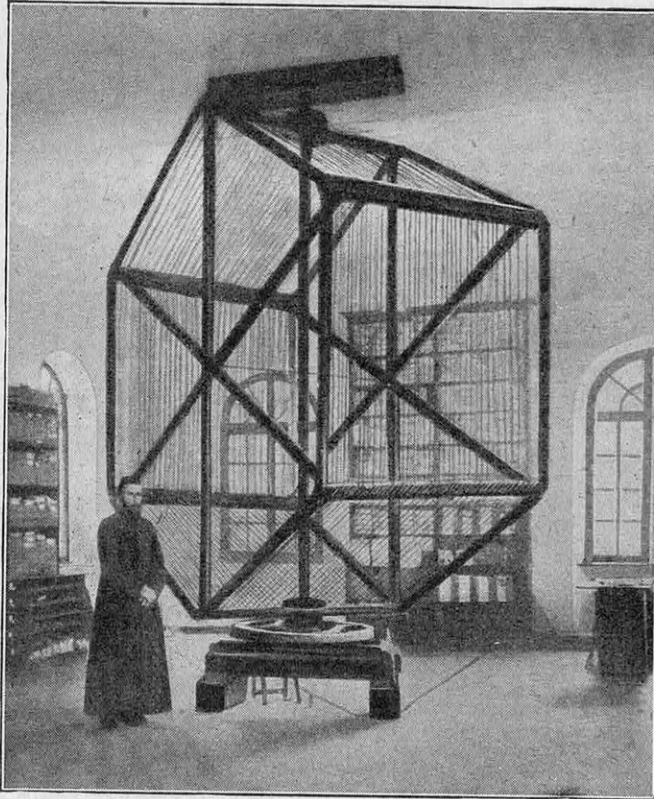


FIG. 5. — LE COLLECTEUR D'ONDES, POUR LA RÉCEPTION DES SIGNAUX HORAIRES DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL, A L'OBSERVATOIRE DE ZI KA WEÏ (CHINE)

Le cadre est formé de soixante-huit spires, espacées de 3 centimètres et enroulées sur un hexagone de 4 mètres de diagonale.

Ce que l'on peut attendre des mesures prévues en 1933

C'est à la suite de ces progrès et des possibilités qu'ils ont fait naître, que le problème de la révision des longitudes a été repris, sur l'initiative du *Bureau des longitudes* et du général Ferrié. Les projets formés dès avant 1914, puis arrêtés par la guerre, les mesures de longitudes effectuées entre Paris et Brest, Bruxelles, Bizerte et Washington avaient permis de mettre au point une technique précise. Depuis lors, l'accroissement de portée des ondes hertziennes avait rendu possible la comparaison

des heures, et par suite des longitudes de stations très éloignées, situées même aux antipodes ; le problème posé prenait, de ce fait, un caractère mondial qui exigeait la collaboration de tous les peuples civilisés. S'inspirant de ces nécessités, notre Bureau des longitudes suscita la formation d'une Commission internationale,

dont le général Ferrié fut le président et l'animateur, et qui mit sur pied un projet qui reçut son exécution en octobre et novembre 1926.

Quarante-trois observatoires, répartis sur toute la surface du globe, prirent part aux opérations ; chacun d'eux émettait par T. S. F. des signaux horaires que les autres recueillaient et comparaient à leur heure locale, soigneusement déterminée. Tous ces résultats, centralisés et dépouillés dans les grands observatoires de Paris, Greenwich et Washington, furent combinés de façon à éliminer les erreurs et à obtenir les résultats les plus précis. C'est ainsi que l'Observatoire de Paris eut à contrôler les résultats obtenus à Alger, à San Diego (Californie) et à Zi Ka Wei, près de Shanghai, où les pères jésuites ont établi le centre d'études astronomiques le plus important de l'Est asiatique. Grâce au travail de ces trois observatoires, que la T. S. F. reliait quotidiennement, les mesures

obtenues atteignent une précision qu'on put contrôler après coup, puisque la différence des heures locales : Alger-San Diego, San Diego-Zi Ka Wei et Zi Ka Wei-Alger devait représenter exactement 24 heures. Voici, en effet, les résultats obtenus :

DIFFÉRENCE HORAIRE

| | |
|-------------------------------|--------------------|
| Alger-San Diego | 8 h 0 m 56 s 900 |
| San Diego-Zi Ka Wei | 8 h 5 m 28 s 731 |
| Zi Ka Wei-Alger | 7 h 53 m 34 s 362 |
| <i>Total</i> | 23 h 59 m 59 s 993 |

Cette vérification, où l'erreur totale n'atteint que $7/1.000^{\circ}$ de seconde, donne une idée

de la précision atteinte dans ces mesures ; en remplaçant les angles par les distances correspondantes mesurées sur la sphère terrestre, on peut dire que les distances des trois stations prises ici en exemple sont mesurées avec une erreur inférieure à un mètre !

La grande opération de 1926 avait donc donné des résultats inespérés ;

elle avait amené à modifier certaines longitudes ; en particulier, elle avait établi que les longitudes admises pour l'Amérique du Sud étaient trop grandes d'une seconde environ ; ce résultat peut, évidemment, provenir d'erreurs systématiques dans les mesures antérieures, mais il peut également s'expliquer, dans l'hypothèse de Wegener, par un rapprochement de ce continent.

Un proche avenir en décidera, car le Congrès astronomique de Leyde, tenu en 1928, a décidé que les mesures de longitude seraient reprises en octobre et novembre 1933 (mois reconnus les plus favorables à ces opérations). L'œuvre est sur le chantier ; tous les perfectionnements suggérés par l'opération précédente seront mis en œuvre, et si les continents ont bougé, fût-ce d'un mètre, dans les sept années qui séparent les deux séries de mesures, nous en serons avertis.

L. HOULLEVIQUE.

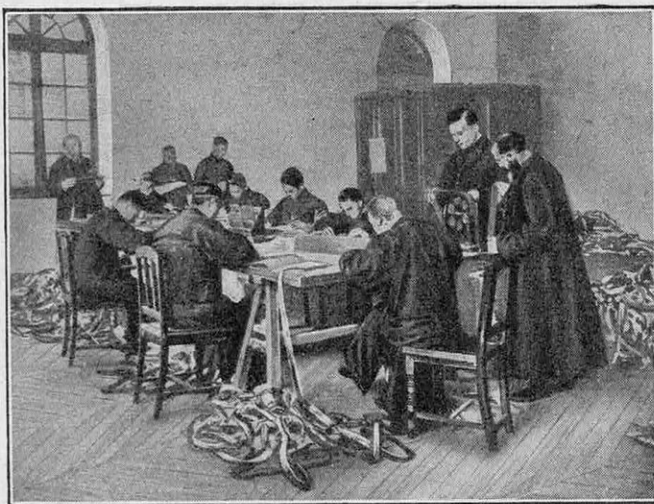


FIG. 6. — LE RELEVÉ DES BANDES D'ENREGISTREMENT A L'OBSERVATOIRE DE ZI KA WEÏ (CHINE), PENDANT LA RÉVISION INTERNATIONALE DES LONGITUDES DE 1926

LES HUILES VÉGÉTALES REMPACERONT-T-ELLES UN JOUR LES HUILES MINÉRALES ?

Par Jean ARNOUX

La consommation intense du pétrole et de ses dérivés, pour l'alimentation notamment de l'automobile, de l'aviation, des navires (1), ainsi que pour la fabrication des huiles de graissage employées dans toutes les industries, menace singulièrement les réserves de pétrole actuellement reconnues et évaluées dans le monde. Malheureusement, notre pays possède peu de gisements de naphte et aurait tout intérêt, par suite, à s'affranchir de l'importation étrangère. Aussi, en France, les recherches se sont-elles toujours orientées vers l'obtention et l'utilisation de produits susceptibles de remplacer le pétrole. Dans cet ordre d'idées, les remarquables travaux du professeur Mailhe, de la Sorbonne, ont maintenant démontré qu'il était possible de réaliser, à partir des huiles végétales, un véritable pétrole de synthèse capable de fournir aussi bien les produits légers, nécessaires à l'alimentation des moteurs à explosions, que les produits plus lourds, en général utilisés aussi bien comme lubrifiants que pour l'alimentation des moteurs à combustion interne, genre Diesel. Il faut ajouter que les huiles végétales constituent par elles-mêmes, et sans traitement préalable, un excellent combustible pouvant alimenter les moteurs genre Diesel (demi-Diesel et Diesel), dont le succès s'affirme chaque jour davantage grâce à ses multiples applications (2). Par exemple, la locomotive Diesel électrique, envisagée pour la traction coloniale, illustrera sans doute d'une façon concrète l'emploi des huiles végétales comme source d'énergie, en utilisant, bien entendu, celles de moindre valeur au point de vue commercial ou d'un approvisionnement plus aisé et, par suite, peu onéreux. L'huile de ricin, notamment, n'est-elle pas déjà l'un des lubrifiants les plus appréciés pour les moteurs d'avions, à cause de sa faible variation de viscosité avec la température ? Une saine politique coloniale consisterait donc à développer la culture des plantes oléagineuses pour la consommation sur place comme pour l'approvisionnement de la métropole.

ON connaît la recherche d'un carburant national qui nous permettrait, dès à présent, de suppléer aux difficultés d'approvisionnement en combustibles liquides minéraux (essence de pétrole). L'alcool ordinaire absolu en est à la base, mais en supposant que ce puisse être le carburant de l'avenir, il ne résoud que le problème des huiles légères.

Le problème des huiles complètes, telles qu'en fournit le pétrole minéral, nécessite donc la découverte d'un pétrole artificiel, synthétique, renfermant tous les composants de son homologue minéral, c'est-à-dire :

Huiles légères (éther et essence) ; pétrole lampant ; huiles lourdes ; huiles de graissage ; vaseline et paraffine.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 175, page 3.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 148, page 311.

Les deux hypothèses de formation du pétrole ont dirigé les savants dans leurs recherches d'un pétrole artificiel (1)

On sait que deux hypothèses sont faites sur l'origine du pétrole : l'origine inorganique et l'origine organique. Ces deux hypothèses devaient suggérer deux méthodes différentes de formation de pétrole synthétique.

L'hypothèse d'une origine inorganique, c'est-à-dire de la formation du pétrole à partir de corps d'origine minérale a présidé aux travaux de Berthelot, Moissan, Sabatier et Senderens ; l'acétylène reproduit synthétiquement par union du carbone et de l'hydrogène, dans l'arc électrique, permet, par condensation, d'aboutir à la benzène et ses homologues, toluène, xylène,



A. MAILHE
Professeur à la Sorbonne.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 175, page 12.

qui sont à la base des pétroles de Californie. Par ailleurs, si l'on fait agir sur la houille l'hydrogène de l'acide iodhydrique, on aboutit également à un liquide analogue au pétrole.

D'après l'hypothèse organique, au contraire, le pétrole résulterait de la distillation sèche, à haute pression et sous l'influence de la chaleur terrestre, de végétaux et d'animaux. De fait, la distillation de l'huile de baleine, sous pression, permet d'obtenir des produits analogues au pétrole de l'Est américain. Il était tout naturel d'étudier l'action de la distillation sur les corps gras de toute nature.

On sait que les corps gras, en particulier les huiles végétales, sont formés de l'union d'un alcool, la glycérine, et d'un acide gras, dont la molécule est riche en atomes de carbone comme l'acide palmitique, l'acide stéarique et l'acide oléique. L'action d'un acide gras sur la glycérine, aboutit à un

tales et animales étant sensiblement la même, il devenait intéressant de rechercher si la synthèse du pétrole à partir de l'huile de baleine pouvait s'étendre aux huiles végétales. M. Mailhe, professeur à la Sorbonne, a montré qu'effectivement la distillation

vers 600°, en présence d'un catalyseur comme la tournure de cuivre, aboutit à la formation d'eau, de gaz, de produits liquides surnageant et d'acroléine résultant de la destruction de la glycérine.

Les gaz, entraînant les produits légers, faciles à récupérer, brûlent avec une flamme éclairante, et leur pouvoir calorifique très élevé (12.000 calories au mètre cube) est dû à leur forte teneur en carbures homologues du méthane et de l'éthane.

Le liquide condensé est constitué par des carbures d'hydrogène; il bout entre 40 et 280° : sous cette forme, il est parfaitement utilisable comme carburant dans les

moteurs à explosions. On peut, d'ailleurs, le rectifier et en séparer : de l'éther de pétrole bouillant au-dessous de 60° ; de l'essence distillant entre 60 et 150° ; du pétrole lampant de 150 à 280°, ayant tous trois même valeur que les produits minéraux naturels. D'ailleurs, sa composition chimique est identique à celle des pétroles naturels de Roumanie et de Californie.

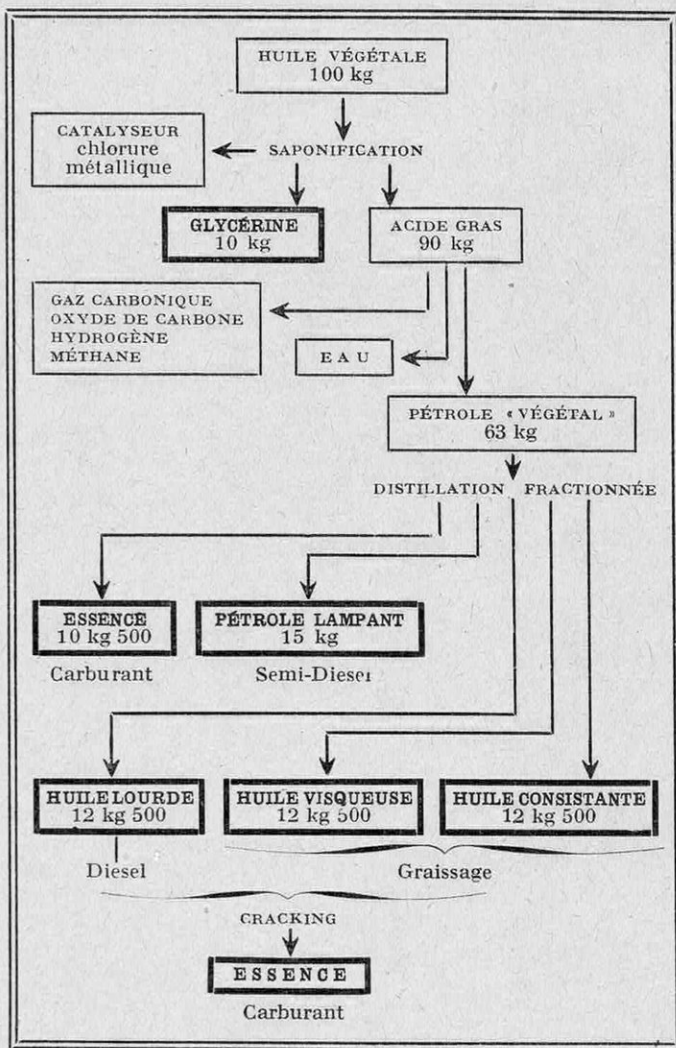


TABLEAU MONTRANT LA QUANTITÉ ET LA COMPOSITION DU PÉTROLE ARTIFICIEL QU'IL EST POSSIBLE D'OBTENIR EN PARTANT DE 100 KILOGRAMMES D'HUILE VÉGÉTALE, D'HUILE DE PALME PAR EXEMPLE

La composition chimique des huiles végé-

Restent, pour atteindre tous les constituants du pétrole naturel, les huiles lourdes dont la consommation s'accroît chaque jour. Mailhe a montré que les huiles obtenues précédemment, chauffées entre 240 et 280°, en présence de chlorure de zinc, fournissent au bout de quelques heures, en plus de pétrole lampant, un liquide plus lourd, bouillant de 290 à 320°, identique aux huiles lourdes minérales, et un produit visqueux, qui s'est pris en masse par refroidissement et qui n'est autre que de la vaseline.

On est ainsi en possession de la totalité des constituants du pétrole naturel — en un mot, on a réalisé la *synthèse du pétrole*.

Quelques perfectionnements sont venus modifier légèrement cette technique. Tout d'abord, il paraissait intéressant de réaliser un pétrole synthétique total, du premier coup, sans effectuer les deux opérations successives décrites précédemment (obtention d'un pétrole complètement distillé à 280° et fabrication d'huiles lourdes).

D'autre part, l'expérience ayant montré que les acides gras donnaient la même réaction que les huiles, il pourrait y avoir intérêt à éviter un traitement brut des huiles qui entraîne la destruction de la glycérine, produit de valeur.

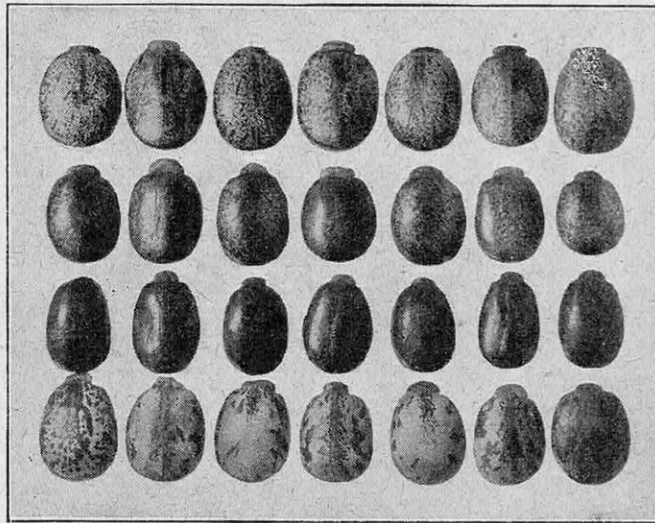
Ces deux points sont facilement réalisables en opérant avec un catalyseur convenable. Le mode opératoire est le suivant : on chauffe une huile végétale ou animale, ou l'acide gras résultant d'une saponification première, avec 5 à 10 % d'un chlorure métallique, de zinc ou d'aluminium, par exemple. L'appareil est une marmite en cuivre surmontée d'appareils à reflux, permettant le départ des produits de volatilité différente. Il se dégage un gaz de composition suivante :

| | |
|-----------------------|------|
| Gaz carbonique..... | 4 % |
| Oxyde de carbone..... | 9 % |
| Hydrogène..... | 64 % |
| Méthane..... | 16 % |

On a obtenu ainsi un liquide vert fluorescent qui, par rectification, permet d'isoler : Ether de pétrole, dté 0,68... entre 35 et 60°
Essence légère, — 0,73... — 60 — 90°
Ligroïne (exc. dissolvant)... — 90 — 120°
Pétrole lampant, dté 0,79... — 150 — 300°
Huiles lourdes..... — 300 — 350°
Vaseline et paraffine... au-dessus de 350°

Nous avons donc réalisé un véritable pétrole synthétique.

Au point de vue économique, on retire d'une tonne d'huile 100 kilogrammes de glycérine et 900 kilogrammes d'acide gras, donnant 630 kilogrammes de pétrole se répartissant ainsi : 15 % d'essence ; 20 à 25 % de pétrole lampant ; 15 à 20 % d'huile lourde ; 20 à 25 % d'huile visqueuse utilisable pour le graissage ; 15 à 20 % d'huile consistante.



GRAINES DE RICIN, D'OU L'ON EXTRAIT L'HUILE QUI EST LA MIEUX ADAPTÉE DE TOUTES LES HUILES VÉGÉTALES ET MINÉRALES AU GRAISSAGE DES MOTEURS

On récolte généralement entre 800 et 2.000 kilogrammes de graines par hectare. Leur teneur en huile peut atteindre 60 %.

L'utilisation directe des huiles végétales, sans traitement préalable, conduit à un combustible parfait pour le Diesel, ainsi qu'à un lubrifiant de choix

« Dans l'état actuel des choses, on peut dire qu'un moteur Diesel, établi pour assurer la combustion parfaite du gas-oil, peut brûler dans les meilleures conditions les huiles végétales. » Telles sont, dès 1915, les paroles de M. Lumet, directeur du laboratoire de l'Automobile-Club de France, qui nous montre que le problème de l'utilisation des huiles végétales dans les moteurs à combustion ne souffre aucune difficulté. Ainsi donc si, comme nous venons de le voir, on peut envisager que l'on suffira, de jour, aux besoins des moteurs à explosions, par le fait de la transformation des huiles végétales en

essence, il n'en est pas moins vrai que, dès à présent, l'huile végétale peut se substituer complètement aux huiles minérales dans les moteurs Diesel.

Bien mieux, actuellement, l'emploi de pétroles minéraux non homogènes dans le moteur à combustion n'est pas sans inconvénient, par suite de la présence de substances plus légères ; l'explosion peut se substituer à la combustion à l'intérieur du

a) L'huile de ricin, d'ailleurs pratiquement incongelable, garde sa fluidité dans des limites très étendues de température ;

b) Elle offre de meilleures garanties de sécurité, parce que sa combustion présente moins de résidus solides que celle des huiles minérales ;

c) Produit facile à identifier, de composition connue, elle présente ainsi une grande supériorité sur les huiles minérales lubri-



JEUNE PLANT DE PALMIER A HUILE PROVENANT DE SEMENCE SÉLECTIONNÉE, DEUX ANS APRÈS LA MISE EN PLACE ET TROIS ANS ET DEMI APRÈS LE SEMIS

Le palmier à huile est très répandu dans les colonies françaises, notamment en Guinée et au Dahomey. Sa culture intensive permet de récolter plus de deux tonnes d'huile à l'hectare.

cylindre, ce qui n'est pas sans danger. Les huiles végétales, grâce à leur composition invariable, augmentent la sécurité et constituent donc un combustible de choix pour les moteurs Diesel.

L'huile de ricin est la mieux adaptée de toutes les huiles végétales et minérales, au graissage des moteurs

Actuellement, l'huile de ricin est, à peu près exclusivement, le seul lubrifiant employé sur les moteurs d'avions, aux pièces fortement chargées, animées de grandes vitesses. D'où vient cette exclusivité ? De différents points ;

fiantes dont la composition n'est que mal connue et dont la seule classification repose sur leur plus ou moins grande viscosité ;

d) Enfin, la sélection des espèces végétales permet de modifier dans tel ou tel sens la qualité d'un produit végétal ; on aura donc toutes les variétés de lubrifiants désirés (les limites de viscosité des huiles minérales 17° à 19° atteignent pour les huiles de ricin 13° à 23°, en degrés Engler (1).

Le seul reproche que l'on puisse faire à ce

(1) Le degré Engler, mesurant la viscosité d'une huile, est mesuré par le quotient de la durée de l'écoulement de 200 centimètres cubes d'huile, à la température de l'expérience, par la durée de l'écoulement de 200 centimètres cubes d'eau à 20°.

lubrifiant de choix, c'est de s'acidifier assez vite, rendant impossible tout stockage, alors que les huiles minérales sont inaltérables. En exprimant les graines de ricin, l'huile jaillit en même temps que le suc cellulaire, riche en ferments provoquant l'acidification lente de l'huile. Une épuration meilleure doit supprimer ce léger défaut en éliminant le suc cellulaire de l'huile.

On peut même aller plus loin et se demander si les huiles végétales, autres que l'huile de ricin que l'on pourrait réserver pour les moteurs d'avions, ne pourraient pas devenir de véritables lubrifiants nationaux pour les moteurs à explosions. Voyons quels seraient les principaux avantages que l'on retirerait de cette intrusion dans un domaine réservé jusqu'à présent aux huiles minérales.

a) De même que l'huile de ricin, une huile végétale quelconque garde sa viscosité à peu près constante quand la température varie, et ceci à l'inverse des huiles minérales, dont on a toujours cherché à réduire les variations de fluidité en y incorporant une faible quantité d'huile végétale. Une parfaite constance dans la fluidité est, en effet, essentielle, comme assurant seule une couche lubrifiante *stable* entre les organes ayant tendance à gripper ;

b) Comme l'huile de ricin également, la combustion d'une huile végétale quelconque laisse moins de résidus que ses homologues minéraux ; les fâcheuses rayures dues à la calamine disparaissent ainsi. Ce phénomène est dû, évidemment, à la présence d'oxygène dans la molécule d'huile grasse, qui en assure la parfaite combustion ;

c) Enfin, la connaissance exacte des propriétés physiques et chimiques d'une huile grasse permet d'éliminer les mécomptes résultant de la différence qui existe toujours entre deux échantillons d'une même marque, et cela par suite de l'impossibilité d'effectuer une analyse même approchée.

De fait, des essais réalisés par M. Champ-saur, ingénieur au corps de l'Aéronautique, ont permis de vérifier ces avantages : gain de puissance, dû à l'amélioration de l'étanchéité de l'intervalle piston-moteur, et diminution de l'échauffement due à une diminution des frottements.

On peut arriver à la production d'huiles végétales à très bon marché

Nous sommes donc en possession d'un véritable pétrole synthétique, tirant sa matière première d'huiles végétales qui se renouvelleront tant que les conditions de notre existence resteront identiques à elles-

mêmes. *C'est encore la meilleure utilisation de l'énergie solaire que l'on ait trouvée.*

Il faut donc arriver à produire des huiles végétales à très bon marché, et ce n'est que par une culture intensive et rationnelle des graines oléagineuses que l'on atteindra ce but. La France, qui peut et doit se rendre indépendante de l'étranger pour son ravitaillement en carburants et huiles lubrifiantes, a un grand effort à faire dans cette voie.

La *Chemische Umschau*, périodique allemand, publiait, en 1919, ces quelques lignes : « Les Italiens paraissent avoir raison, quand ils disent que les Français sont incapables à mettre en valeur leur domaine colonial. Le ricin pousse partout, comme la mauvaise herbe. Les graines tombent sur le sol et sont perdues, et nul ne s'en soucie. Incurie ou ignorance d'autant plus notoire que la France achète pour plus de 30 millions de tonnes de graines de ricin ». De fait, nous importons annuellement 25.000 tonnes de graines de ricin, dont le dixième seulement provient de nos colonies, alors que le Maroc seul pourrait subvenir à nos besoins.

C'est surtout, si l'on en croit le docteur Doumenjou, ancien médecin des troupes coloniales, en Afrique-Occidentale française, où une culture même grossière du sol fournit à la population indigène des vivres abondants et variés, qu'il faudrait créer de très grandes entreprises agricoles, s'étendant sur de très vastes territoires concédés par le gouvernement français, seul propriétaire du sol.

D'après les calculs du docteur Doumenjou, la culture des plantes alcooligènes et oléogènes, en plein rendement, fournirait plus de 4 millions d'hectolitres de carburants et 1 million d'hectolitres d'huiles lubrifiantes.

Enfin, en attendant qu'un programme de cette envergure soit mis à jour, il y aurait lieu de poursuivre, à l'aide de cultures sélectionnées, la production intensive des arachides du Sénégal.

La métropole, de son côté, peut produire avantageusement des huiles de lin, de colza et d'œillette. Le colza, par exemple, cultivé à la ferme, transformé en huile, puis en acide gras dans de petites usines coopératives régionales, permettrait aux propriétaires de tracteurs de produire le carburant nécessaire à leurs moteurs.

Ainsi donc, notre nation peut se libérer de l'emprise de l'étranger. Notre terre de France et le sol de nos colonies viennent à notre secours et nous y trouvons les forces capables de nous mettre définitivement à l'abri des vassalités économiques.

J. ARNOUX.

NOS PÊCHERIES COLONIALES DOIVENT ALIMENTER LE MARCHÉ EUROPÉEN

Par A. GRUVEL

PROFESSEUR AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS,
CONSEILLER TECHNIQUE DU MINISTÈRE DES COLONIES

Le Congrès des Pêches, tenu récemment à Paris, a mis en évidence le déficit croissant de la pêche industrielle continentale, qui alimente le marché européen, par suite de l'appauvrissement de la faune normale de chalut dans les mers qui baignent l'Europe. Il faut donc nous alimenter plus loin en poisson. A cet égard, la partie de l'océan Atlantique qui, du Maroc au fleuve Sénégal, compte 2.000 kilomètres de côtes, peut donner lieu à une fructueuse exploitation. Si la pêche industrielle ne peut y être organisée partout, par suite de la nature inhospitalière de la côte, il existe cependant un emplacement remarquable, la baie du Lévrier, entre Las Palmas et Dakar, facilement accessible aux grands chalutiers modernes jusqu'à Port-Etienne. Là s'est créé, en effet, un important centre de pêche industrielle française, dont le professeur Gruvel nous montre ici tout l'avenir, grâce aux méthodes scientifiques de conservation du poisson (congélation). On estime à 100.000 tonnes le poids du poisson qui pourra être ainsi pêché et expédié de notre Afrique-Occidentale française (A. O. F.) vers les ports européens.

Au cours du dernier Congrès international d'Aquiculture et de Pêche, qui s'est tenu à Paris, du 20 au 25 juillet 1931, la question de l'appauvrissement des fonds de pêche sur les côtes de la vieille Europe a été soulevée à plusieurs reprises et dans diverses sections, sous une forme plus ou moins directe.

Nous pensons que, d'une façon générale, les divers orateurs qui ont traité cette question avec une ampleur variable, ne se sont pas suffisamment inquiétés de la recherche nécessaire, nous dirons ici *indispensable*, de nouveaux champs d'action pour nos chalutiers.

On a parlé d'une meilleure organisation technique de la pêche, de la réglementation plus efficace de cette industrie, etc., mais le fond même de la question n'a pas été, tout au moins à notre avis, suffisamment mis en relief.

Certes, tout ce que l'on pourra faire au point de vue de l'entente internationale, pour établir une réglementation afin d'empêcher le « gaspillage » du poisson qui s'est pratiqué, pendant trop longtemps, sur une vaste échelle et se fait, hélas ! encore aujourd'hui, pourra avoir des résultats, et loin de nous la pensée de croire ces mesures inutiles, si elles sont sérieusement étudiées par des hommes compétents et non pas prises à la légère, comme il arrive trop souvent en matière législative.

Les gouvernements ont, aujourd'hui, auprès d'eux, suffisamment d'hommes désintéressés et d'une compétence reconnue, pour pouvoir prendre toutes décisions, à ce sujet, en connaissance de cause, et ils seraient impardonnables de ne pas le faire. Mais les remèdes que l'on pourra apporter à la crise actuelle, qui ne fait que s'accroître, n'agiront qu'à longue échéance et à la condition d'être *sagement et fermement appliqués*.

Pendant ce temps, la pêche industrielle devient de plus en plus déficitaire, le poisson de plus en plus cher, et on ne nous cache pas l'acuité du problème qui se pose actuellement à ceux qui ont charge d'assurer le développement économique de leurs pays respectifs et l'alimentation des peuples.

La solution la plus rapide, celle qui est évidente et s'impose immédiatement, c'est la recherche de nouveaux champs d'activité pour la *pêche industrielle*, la seule qui compte véritablement quand il s'agit du ravitaillement du marché européen, extrêmement important, comme on peut le penser.

Quels sont les produits que réclame normalement ce marché ? D'abord, les poissons destinés à la consommation *fraîche* journalière, ceux que l'on est habitué à rencontrer sur les marchés locaux et qui sont plus spécialement des poissons de chalut : soles, dorades, rougets, grondins, merlus, etc., etc., auxquels se joignent quelques espèces de

surface également consommées, en petite quantité, à l'état frais, comme : sardines, anchois, thons, bonites, maquereaux, etc., mais qui sont, avant tout, utilisées pour la conserverie. Cette industrie joue, en effet, sur le marché mondial du poisson, un rôle considérable, mais elle ne touche, à peu près exclusivement, que les espèces de surface, plus spécialement celles que nous venons d'indiquer.

Mais il est un autre groupe de produits, également conservés, qui présentent, pour certains pays et pour la France elle-même, soit pour la consommation intérieure, soit, surtout, pour l'exportation, une importance extrêmement considérable. Ce sont les grands poissons, autrefois pêchés exclusivement à la ligne, aujourd'hui, à peu près complètement au chalut, comme les morues dans le sens le plus large du mot, les flet-tants, etc., tous poissons de mers froides, qui se consomment aussi bien à l'état frais qu'à l'état de salaison, ou même de produits fumés.

Il faut reconnaître qu'en France, la consommation, à l'état frais, de la morue, dénommée commercialement « cabillaud » est relativement très restreinte. Celle du flettant, si apprécié dans les pays du Nord et, en particulier, en Norvège, est quasiment nulle.

On n'utilise guère, dans les familles, que la morue salée, en entier ou en « filets » préparés et, encore, généralement à certaines époques de l'année, plus spécialement au moment du carême, par exemple. Quant à l'aiglefin fumé, préparé surtout en Angleterre et vendu sous le nom de « haddock », il commence seulement à être consommé assez sérieusement à Paris et dans quelques grandes villes de province, mais on ne peut pas dire cependant que ce soit là un

produit très recherché en général en France.

Si l'on arme pour Saint-Pierre-et-Miquelon, Terre-Neuve, l'Islande, etc., c'est uniquement pour la pêche de la morue franche, du « poisson », comme l'appellent tous les morutiers, pour la préparer au sel, la sécher ensuite et l'exporter dans les pays de grande consommation qui, du reste, deviennent peu à peu, eux-mêmes, des pays de production.

Mais il n'est pas douteux que la consommation mondiale de la morue salée représente encore un chiffre impressionnant. C'est pour cela que la richesse des champs d'opération ordinaire s'appauvrissant, sans doute temporairement, il faut du moins l'espérer, les armateurs ont cherché de nouveaux champs de pêche, en dehors de ceux normalement utilisés jusqu'ici, c'est-à-dire Saint-Pierre-et-Miquelon, Terre-Neuve, l'Irlande, les Ferøe, le Dogger-Bank, etc... Différentes observations, faites par les Danois et les Norvégiens, ont conduit les armateurs à la pêche à la morue sur les côtes du Groenland, où des ressources considérables, peut-être accidentelles, se sont manifestées, qui commencent à être exploitées.

Naturellement, tous les pêcheurs intéressés vont se ruer sur cette région et, si l'on n'y prend garde, dans quelques années, ces champs deviendront peut-être aussi pauvres que ceux que l'on aura délaissés provisoirement. Ainsi va le monde, qu'aussitôt qu'une richesse naturelle, de quelque nature qu'elle soit, est signalée quelque part, c'est la ruée pour son exploitation, jusqu'au moment où, à force d'être fouillée, il n'en reste finalement plus rien pour personne.

C'est pour l'exploitation rationnelle de ces richesses mondiales, qu'une réglemen-



UN BEAU COUP DE CHALUT DANS LA RÉGION DU CAP BLANC (PORT-ÉTIENNE, AFRIQUE-OCCIDENTALE FRANÇAISE)

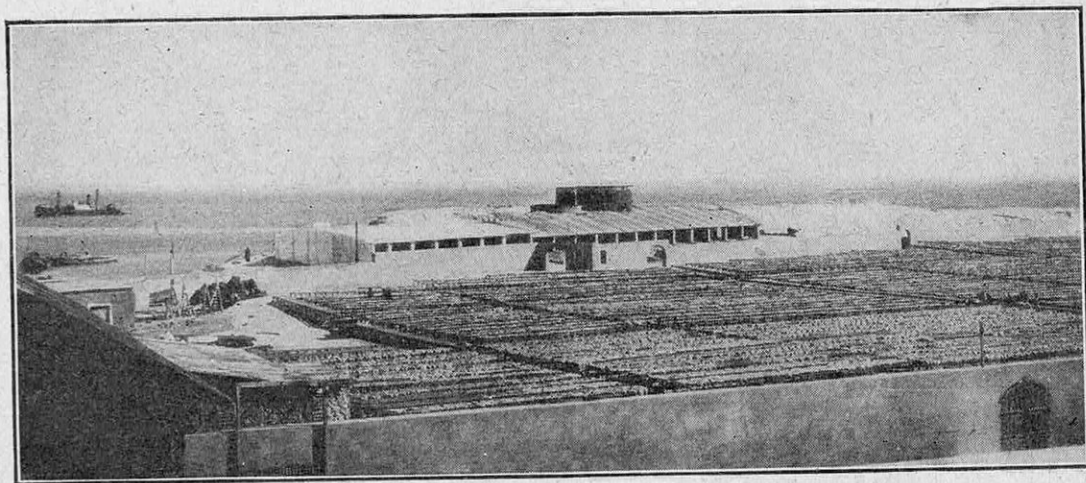
tation internationale s'imposerait immédiatement, avant, surtout, qu'il ne soit trop tard. Mais il y a loin de la coupe aux lèvres. La morue et le flettant, bien que formant un appoint intéressant à la consommation locale de certains pays septentrionaux, ne peuvent, en aucune façon, remplacer les poissons de chalut ordinaires, plus fins et, partant, beaucoup plus appréciés pour la consommation journalière fraîche. On ne peut pas comparer, à ce point de vue, une sole ou une dorade, avec une morue ou un flettant.

Or, la faune normale de chalut, qui est représentée, dans les mers tempérées d'Europe, par un grand nombre d'espèces, s'ap-

pauvre, en général, à telle enseigne que les chalutiers algérois désarment pendant une partie de l'année pour laisser reposer les fonds.

Les côtes de Tunisie ne sont pas très riches non plus, et on a dû interdire l'exportation du poisson pour le conserver à la consommation locale. Celles d'Égypte sont très envahies par les alluvions du Nil, et les tentatives de pêche, qui ont été faites au large, n'ont pas donné de très brillants résultats.

Quant aux côtes palestinienne et libano-syrienne, elles sont, peut-être, les plus riches de toute la Méditerranée, pour trois raisons : la première, c'est qu'elles n'ont, pour ainsi dire, pas été exploitées jusqu'ici ;



LES CITERNES, LAVERIES ET SÉCHERIES DE POISSON INSTALLÉES A PORT-ÉTIENNE OCCUPENT UNE SUPERFICIE DE 3 HECTARES

pauvrit indéniablement, de jour en jour, et ce sont ces poissons, ou des espèces similaires, qu'il convient de trouver ailleurs pour assurer la consommation fraîche sur le marché européen.

Les ressources en poissons diminuent en Europe. Il faut rechercher de nouveaux champs de pêche

Eh bien ! ces nouveaux champs de travail et de pêche existent. Il s'agit simplement d'en tirer profit méthodiquement, rationnellement, si l'on ne veut pas les voir disparaître comme ceux que l'on exploite aujourd'hui avec une intensité dévastatrice.

Procédons, si l'on veut, par élimination. Nous ne parlerons pas, bien entendu, des plateaux continentaux des diverses nations européennes, riveraines de la mer du Nord, de la Manche et de l'Atlantique, actuellement exploités, ni de la partie européenne de la Méditerranée. On sait que cette mer est

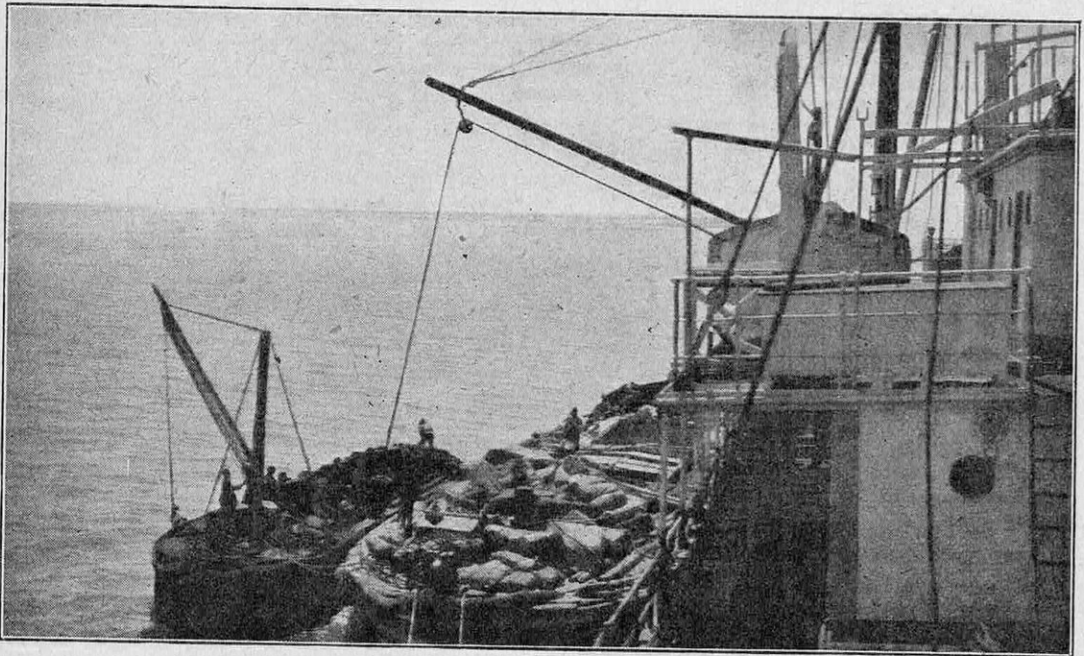
la seconde, c'est que les fonds, généralement rocheux, interdisent le chalutage sur la plus grande partie de la côte libanaise et, enfin, troisièmement, c'est qu'il existe dans cette partie de la Méditerranée, grâce à des conditions thermiques et biologiques spéciales, à côté de la faune ordinaire de cette mer, une faune « de complément », comme nous l'avons appelée, formée surtout de poissons, crustacés et mollusques qui proviennent de la Mer Rouge et de l'Océan Indien, et qui sont loin d'être négligeables.

Mais la richesse de cette faune n'est pas telle qu'elle puisse supporter, pendant longtemps, une exploitation intensive et elle permettra probablement tout juste, quand la pêche industrielle sera organisée dans cette région, ce qui ne saurait tarder, d'assurer l'alimentation de la Palestine et des États de Syrie, peut-être aussi de Chypre et d'une partie de la côte turque asiatique. La Méditerranée tout entière est donc à éliminer.

L'Afrique-Occidentale française présente un beau champ d'action

Il ne nous reste alors, parmi les régions assez rapprochées des grands ports de pêche européens, et facilement accessibles aux grands chalutiers actuels, que la côte occidentale d'Afrique, depuis le Maroc jusqu'un peu au sud de l'embouchure du fleuve Sénégal. Cette vaste région, s'étendant à vol d'oiseau sur une longueur de 2.000 kilomètres environ, avec un plateau conti-

On sait que tout le long des côtes marocaines se trouve, vers une profondeur de 110 à 130 mètres, une bande de madrépores (*Dendrophyllies*) rameux extrêmement résistants et sur lesquels les engins traïnants s'accrochent et se perdent infailliblement. Entre la zone rocheuse côtière et cette bande madréporique, les fonds sont de sable et sable vaseux ou vase, assez riches en poissons de diverses espèces, surtout en pleuronectes (soles) et accessibles aux petits bateaux de pêche. Mais, au large de cette bande « dange-



LES BALLES DE POISSONS SECS SONT EMBARQUÉES SUR UN PAQUEBOT, A PORT-ÉTIENNE (AFRIQUE-OCCIDENTALE FRANÇAISE)

ental de largeur variable, mais qui, en face des côtes mauritaniennes, peut atteindre 60 kilomètres en certains points, présente le grand avantage d'être chalutable sur la plus grande partie de sa surface. De plus, au centre de toute cette côte inhospitalière, se trouve, heureusement, à égale distance à peu près entre Las Palmas et Dakar, un havre magnifique (baie du Lévrier) de plus de 60 kilomètres de profondeur, facilement accessible aux grands chalutiers jusqu'au mouillage de Port-Etienne, le grand port de pêche de la côte saharienne, fondé, en 1906, par M. le gouverneur général Roume et auquel, malheureusement, certains des successeurs de ce grand colonial ne se sont guère intéressés, n'ayant pas compris, sans doute, l'intérêt qu'il présente pour le ravitaillement de la métropole.

reuse » et jusqu'à la limite du plateau continental, les fonds de sable d'abord, puis sable vaseux et vase sont riches en poissons variés (il y a peu de temps encore en merlus) et accessibles aux grands chalutiers européens.

Ces fonds sont, du reste, exploités actuellement surtout par des chalutiers espagnols, italiens et, sporadiquement, par quelques français de La Rochelle, Lorient et même Boulogne. Ils s'avancent au moins jusqu'à la hauteur de l'oued Draa.

A partir de ce point, et jusqu'au cap Blanc du Sud (par opposition au cap Blanc du Nord, qui se trouve sur les côtes du Maroc), qui ferme la grande baie du Lévrier, les fonds marins se modifient assez sérieusement, et l'on trouve, au milieu du sable vaseux et de la vase, des émergences de « platiers » rocheux, formés généralement de couches

gréseuses parallèles et d'une direction générale est-nord-est-ouest-sud-ouest. Ces roches étant à peu près exclusivement plates, les engins traînants modernes peuvent circuler à leur surface sans grand dommage.

Parfois, ces fonds rocheux sont creusés de cavités plus ou moins larges et profondes où s'établit une faune riche en hydrides, bryozoaires, gorgones, etc., qui abritent et nourrissent des espèces ichthyologiques abondantes et intéressantes : pageaux, dentés, diagrammes, etc.

Au sud du cap Blanc et de la fameuse région du banc d'Arguin, les falaises littorales font place à la dune et au sable. Les fonds s'harmonisent avec le littoral, et l'on retrouve le sable pur, puis du sable vaseux et de la vase, sur tout le plateau continental, avec quelques accidents rocheux rares et peu importants. Le courant nord-sud qui longe les côtes de Mauritanie, après celles du Maroc, entraîne les alluvions considérables apportées par le fleuve Sénégal, en sorte que, à sa hauteur et déjà même un peu au nord de son embouchure, à cause des contre-courants de marée, on trouve déjà un fond de sable vaseux important, *extrêmement riche* en pleuronectes de diverses espèces (soles, synaptures, cynoglosses, psetodes, etc.), qui s'étend jusqu'à plus de 20 milles au sud de l'embouchure du fleuve. Mais, à partir de là, apparaissent de nouveau les fonds rocheux disséminés qui entourent le cap Vert, immense bloc de roches éruptives. Ces roches, que l'on retrouve au nord et au sud du cap Vert, rendent ces parages inaccessibles aux engins traînants quels qu'ils soient. Toute la région aux alentours du grand port de commerce de Dakar ne se prête en aucune façon à la pêche industrielle. Voilà pourquoi, quoi qu'on fasse, Dakar ne sera jamais intéressant au point de vue pêche, et c'est infiniment regrettable, car il possède tous les éléments qui permettraient de développer largement un port de cette nature.

Port-Etienne

doit devenir un grand centre de pêche

On nous a beaucoup reproché, à M. Roume et à moi, d'avoir créé un centre de pêche à Port-Etienne, en plein Sahara, en quelque sorte, au lieu d'essayer de développer celui de Dakar. Nous venons de répondre à ce reproche, et les événements qui se sont succédé depuis sa création, n'ont fait que justifier le choix qui a été fait de la baie du Lévrier comme grand centre de pêche industriel et, en même temps, port de refuge, et bientôt, nous l'espérons, de ravitaillement sur

cette côte, dont l'inhospitalité est démontrée, hélas ! par les trop nombreuses épaves qui pourrissent sur la côte, depuis la *Méduse* jusqu'au *Jean-Bart*.

Dans une remarquable et très documentée communication faite à la section coloniale du récent Congrès international de pêche, M. Barris, ancien officier de marine et administrateur délégué de la *Société industrielle de la Grande Pêche*, a montré que, pour peu que les Pouvoirs publics s'y intéressent, Port-Etienne, merveilleusement situé au centre de cette immense région chalutable que nous avons signalée plus haut, peut et doit devenir le grand port de pêche internationale de la côte occidentale d'Afrique, entre Dakar et Casablanca. Mais, pour cela, il est indispensable que les projets à l'étude soient réalisés assez promptement et qu'on donne à ce port les moyens matériels de recevoir une quantité considérable de poisson, d'y traiter les sous-produits, d'y conserver les poissons destinés à l'exportation sur l'Europe, d'y assurer le ravitaillement en charbon, mazout, eau, matières alimentaires, etc., des bateaux et des équipages, d'en faire, enfin, un port de pêche dans le sens le plus moderne du mot.

Dans un avenir prochain, en effet, toute cette côte sera exploitée, sans doute aucun, par une flottille de chalutiers de tous tonnages et de toutes provenances. Les uns seront assez grands pour pouvoir faire toute une campagne sans ravitaillement et constitueront de véritables navires-usines, comme il commence à s'en construire maintenant en Allemagne et même en France ; les autres, et ce sera probablement le plus grand nombre, apporteront à Port-Etienne leurs poissons frais congelés, leurs déchets, etc., pour être placés, les premiers en chambres froides et attendre le départ du bateau qui les emportera en Europe, les seconds dans des machines qui les transformeront en guanos, farines alimentaires, huiles, etc.

Cette région, avec principal port d'attache et centre technique à Port-Etienne, pourra devenir, grâce au transport en chambres froides par les chalutiers eux-mêmes ou des bateaux-chasseurs spéciaux, ou même les courriers ordinaires de la côte d'Afrique, l'un des grands pourvoyeurs en poisson frais de la métropole et des pays voisins. Elle pourra aussi fournir à notre agriculture des engrais azotés, des farines alimentaires pour l'élevage du bétail, des vessies natatoires pour la préparation de l'ichthyocolle, etc.

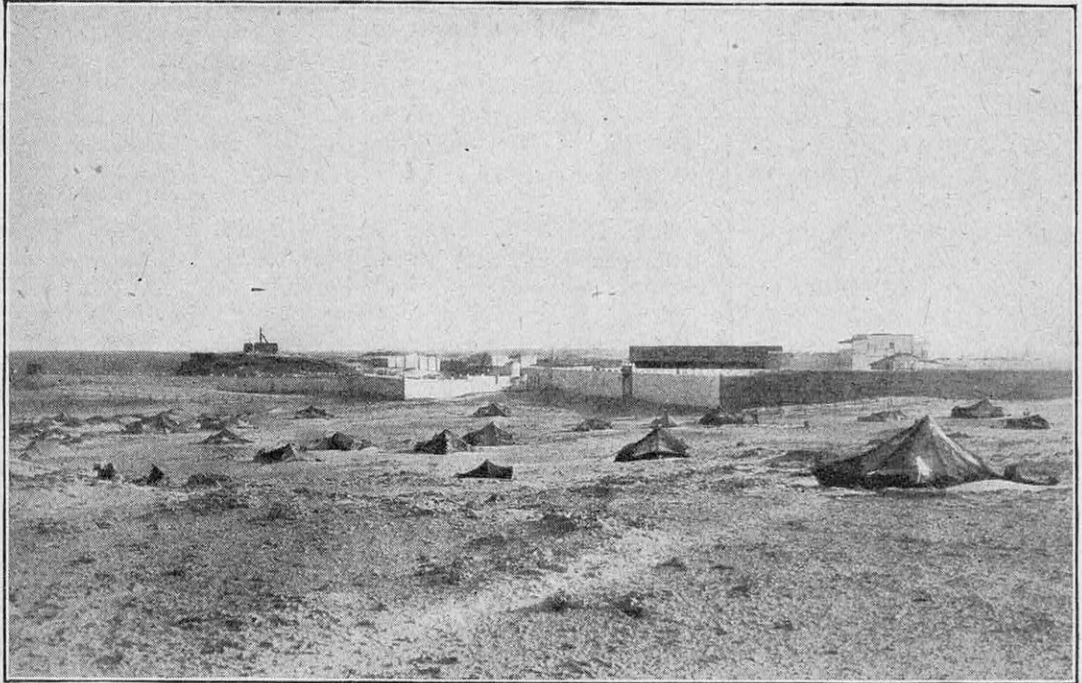
Le poisson, congelé à cœur par les procédés modernes, placé en chambres froides à — 10°

environ, pourra se conserver suffisamment longtemps pour atteindre, non seulement les marchés français et italien, par Marseille et la Côte d'Azur, mais aussi le centre de l'Europe par Bâle, où se trouve le plus grand marché du monde.

Mais, comme le fait très justement remarquer M. Barris, que va-t-on faire pour protéger ces nouveaux champs d'exploitation contre l'avidité des armateurs internationaux et le gaspillage forcé qui en résultera?

quelconques. Nous craignons bien qu'avec les grands chalutiers modernes, les plus dangereux parce que les plus productifs, une semblable réglementation ne soit acceptée que par très peu de nations et que, là comme ailleurs, la dévastation ne commence rapidement, jusqu'à épuisement à peu près complet des fonds.

La chose vaut, en tout cas, la peine d'être tentée, et nous espérons que le gouvernement espagnol se ralliera à cette proposition.



VUE D'ENSEMBLE DES ÉTABLISSEMENTS DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE LA GRANDE PÊCHE, A PORT-ÉTIENNE (AFRIQUE-OCCIDENTALE FRANÇAISE)

Voilà le cas où une entente internationale s'impose. Mais combien difficile à réaliser, chacun essayant d'obtenir le maximum de résultats et, par conséquent, de bénéfices et appliquant cette formule égoïste, mais bien humaine : « Chacun pour soi et Dieu pour tous ».

Quand Port-Etienne sera organisé en véritable *port de pêche moderne*, une entente devrait s'établir d'abord entre l'Espagne et la France, les deux nations les plus intéressées à la pêche en ces parages, par leur voisinage et leurs accords précédents. Une réglementation basée sur des données scientifiques modernes étant établie entre ces deux pays, seules les puissances étrangères qui accepteraient cette réglementation seraient admises dans le port de Port-Etienne, pour y accomplir des opérations industrielles

On estime, actuellement, à 25.000 tonnes environ la quantité de poisson frais extraite de la mer par les pêcheurs français et canariens aux environs de Port-Etienne et du cap Blanc. M. Barris pense que, sur toute la zone chalutable dont nous avons parlé plus haut, du sud du Maroc jusqu'à l'embouchure du Sénégal, on pourrait, sans trop de dommages, extraire annuellement 100.000 tonnes de poisson environ. Mais c'est un chiffre qu'il ne faudrait jamais dépasser, si l'on ne voulait pas courir rapidement à la ruine de ces fonds.

Quoi qu'il en soit, nous pensons qu'il y a là, sur toute cette côte, une énorme réserve d'azote, d'acide phosphorique et de matières grasses qui ne demande qu'à être sagement exploitée, pour le plus grand bien de l'humanité.

A. GRUVEL.

UN NOUVEAU MOTEUR THERMIQUE FONCTIONNANT PAR DILATATION DE L'EAU

Par Jean LABADIÉ

Le célèbre physicien Carnot a défini avec précision les conditions de fonctionnement d'une machine thermique permettant d'obtenir le maximum de rendement. Ce rendement est d'autant plus grand que la différence de température entre la source chaude et la source froide est plus élevée et que la température de la source chaude est elle-même plus haute. Dans les machines à vapeur d'eau, une notable quantité de calories est dépensée uniquement pour faire passer l'eau de l'état liquide à l'état gazeux, en maintenant la température constante. C'est là, évidemment, l'une des causes de la faiblesse de leur rendement. Un ingénieur anglais, M. Malone, vient récemment d'établir un moteur thermique où l'eau n'est nullement vaporisée et dont le fonctionnement est uniquement fondé sur la dilatation de l'eau liquide sous l'influence de la chaleur. Il obtient ainsi un rendement sensiblement supérieur à celui réalisé dans les machines à vapeur les plus modernes, mais fonctionnant d'après le cycle ordinaire.

Toute machine thermique est réglée par le principe de Carnot (1)

1932. Voilà donc cent ans que mourait à Paris, emporté par l'épidémie de choléra (1832), un jeune physicien dont la pensée planera éternellement sur la technique humaine, tant que celle-ci utilisera la chaleur : Léonard Sadi Carnot.

Son « principe », qui régit toute machine mettant en œuvre « la puissance motrice du feu », constate que dans tout moteur de cette espèce, il doit exister une « source chaude » et une « source froide », entre lesquelles le fluide moteur — quel qu'il soit — subit une chute de température. De plus, le rendement de l'engin sera d'autant plus grand que la chute de température en question sera *plus grande* et que la température de la source chaude sera plus élevée. Autrement dit, la source chaude doit être prise à la plus haute température possible, la froide ne pouvant guère tomber, pour raison d'économie, au-dessous des températures gratuitement fournies par la nature — l'eau des rivières, par exemple.

C'est en partant de cette règle inéluctable qu'en toutes occasions, les techniciens ont perfectionné tous les moteurs thermiques — à vapeur, à explosions, à combustion interne.

Le « fluide moteur », en effet, importe peu : une machine à vapeur peut vaporiser n'importe quel liquide, son rendement (rapport

du travail fourni à la chaleur consommée) dépendra toujours de la différence des températures régnant entre sa chaudière et son condenseur.

Par exemple, les moteurs à explosions commencent à travailler à la température, très élevée, de leur flamme interne — ce qui est leur meilleur facteur de rendement — mais leurs gaz d'échappement sont encore très chauds : d'où il résulte que ce rendement ne dépasse guère 25 %. Les Diesel ont un échappement plus froid : aussi leur rendement peut atteindre et dépasser 35 %. Mais dans le cas des machines à vapeur d'eau, prises sous leur forme la plus rudimentaire (locomotives), le rendement n'atteint péniblement que 8 à 10 %. C'est qu'avant tout travail extérieur, et simplement pour se vaporiser, l'eau dépense une grande quantité de chaleur (chaleur latente de vaporisation) que la vapeur rejette finalement au condenseur (source froide) ou dans l'atmosphère, quand la machine n'a pas d'autre condenseur que l'air libre.

Ces grandes lignes techniques nous permettent maintenant de comprendre toute l'importance d'une machine thermique dans laquelle le fluide moteur proprement dit ne subirait aucune déperdition parasite de chaleur, au cours du « cycle » par lequel il transforme celle-ci en travail.

Une telle machine, Carnot l'avait imaginée, mais seulement de façon théorique — simple schéma mécanique destiné à la dé-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 176, page 147.

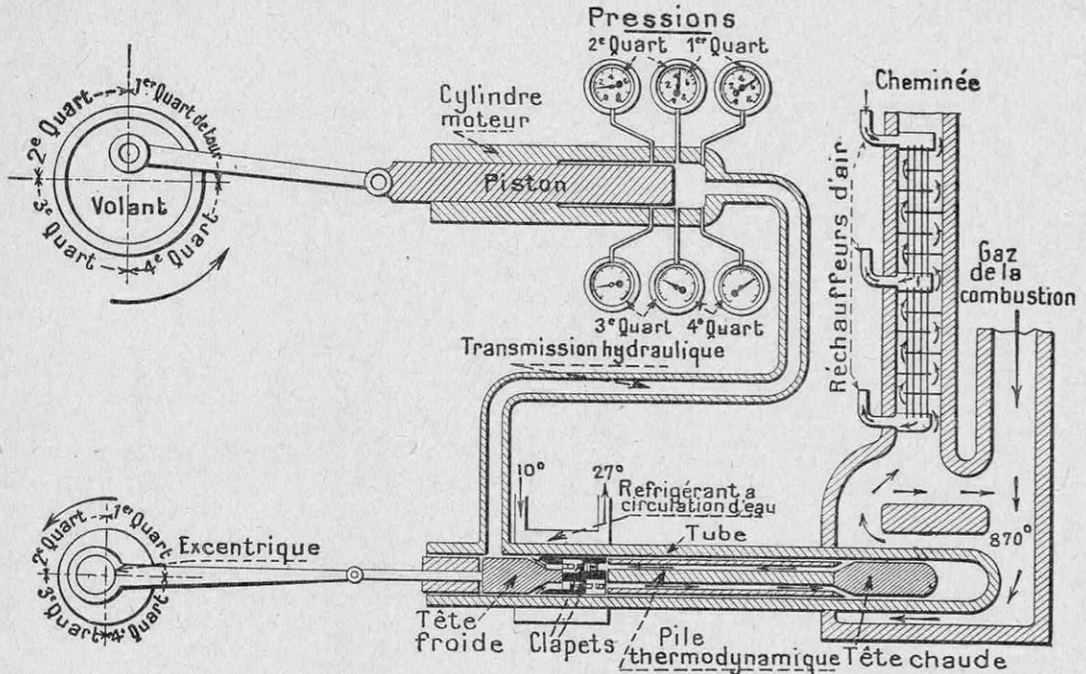


FIG. 1. — SCHÉMA MONTRANT LA DISPOSITION DES ORGANES ET LE FONCTIONNEMENT DU MOTEUR THERMIQUE MALONE, UTILISANT LA DILATATION DE L'EAU LIQUIDE

Ce moteur se compose de deux parties : 1° la pile thermodynamique et son tube enveloppe, où s'effectue la transformation de la chaleur en travail mécanique par la dilatation et la contraction alternées de l'eau ambiante ; 2° le cylindre moteur, qui reçoit par une transmission hydraulique les pressions résultant des dilatations alternées de l'eau de la pile. Le cylindre et sa transmission fonctionnent donc à froid. Le flux de chaleur est arrêté sur le parcours hydraulique par le réfrigérant qui entoure la tête froide de la pile. — Le cœur de l'invention est évidemment la pile thermodynamique. Voici sa fonction : c'est une masse métallique percée de deux sortes de canaux parallèles à travers lesquels l'eau passe librement. La pile est animée d'un va-et-vient qui oblige donc l'eau, à circuler à travers sa masse. Mais un jeu de clapets commandant l'ouverture des canaux intérieurs oblige l'eau chaude (venant de la tête chaude vers la tête froide) et l'eau froide (venant de la tête froide vers la tête chaude) à circuler en sens inverse, chacune dans le lot de canaux qui lui incombe. Dans cette circulation inverse, l'eau chaude (au travail par dilatation) cède sa chaleur inutile à l'eau froide en marche vers la source chaude. — Pour atteindre ce but, le va-et-vient de la pile est accordé (par un excentrique) sur celui du piston moteur — avec un décalage d'un quart de tour en avant. — La figure représente la machine à la fin du premier quart de tour. Au début du cycle, la pression du système hydraulique est de 835 kilogrammes par centimètre carré (premier manomètre en haut, à droite). — Au début du second quart de tour, le piston étant à la moitié de sa course, la pression sera de 680 kilogrammes (deuxième manomètre). — Au début du troisième quart (ou fin du deuxième quart), la pression est tombée à 236 kilogrammes. C'est celle qu'indique le troisième manomètre à gauche du haut et le premier à droite du bas. — Durant le troisième quart de tour, la pression remonte à 360 kilogrammes et, finalement, se trouve remontée à 835 kilogrammes à la fin du quatrième tour (troisième manomètre, à droite, en bas). Le cycle recommence. — La course du piston est très brève. La machine tourne très vite (jusqu'à 250 tours par minute). Les dilatations de l'eau s'effectuent, en effet, à un rythme très rapide, étant donnée la faible masse d'eau en travail et la grande surface d'échange de chaleur. Sans ce dernier phénomène, le système ne fonctionnerait pas.

monstration du principe. Un ingénieur anglais, M. Malone, vient de créer, aujourd'hui, comme pour célébrer le centenaire de l'immortel initiateur, dont les travaux remarquables sont à la base de la thermodynamique moderne, c'est-à-dire de tous les moteurs thermiques, une machine industrielle réalisant une grande élévation de rendement par une application quasi intégrale du « cycle de Carnot ».

La machine Malone est fondée sur la seule dilatation de l'eau

Le moteur thermique Malone utilise, comme fluide moteur, l'eau demeurant à l'état liquide.

En évitant la vaporisation, il évite d'abord, par là même, toute perte ultérieure par condensation. C'est un premier point, considérable au point de vue rendement.

L'eau mise en œuvre est enfermée dans le système moteur en fort petites quantités (450 grammes environ par cheval-vapeur). Et, le système évoluant en « vase clos » absolument hermétique, il n'est même plus besoin de la renouveler. C'est ce qui ressort clairement d'un premier examen de notre schéma.

Mais, de plus, le système se divise en deux parties distinctes, bien que reliées entre elles par une conduite hydraulique ininterrompue. L'une, qui aboutit au piston moteur, travaille constamment à froid, à la manière d'une presse hydraulique. La seconde, seule, est soumise à l'action thermique : elle constitue, naturellement, le cœur de l'invention. L'auteur l'appelle « pile thermodynamique ». Sa fonction peut se résumer en deux mots : elle puise la chaleur au foyer, directement, donc au maximum de température, et elle permet à cette chaleur de se transformer en travail par une dilatation de l'eau (qui se propage, tout le long du système, jusqu'au piston moteur), tout en interdisant, par contre, à cette même chaleur, de se répandre inutilement dans l'ensemble du fluide liquide moteur.

En d'autres termes, la « pile thermodynamique » Malone, longue seulement de quelques décimètres, sépare, comme un filtre récupérateur très serré, la « source chaude » et la « source froide », qu'elle touche par chacune de ses extrémités.

Sur cette longueur se déroule, par conséquent, tout le cycle moteur qui nécessite, dans les machines classiques, la mise en œuvre d'une chaudière, d'organes d'amenée et de distribution de vapeur, d'un ou plu-

sieurs cylindres et, finalement, d'un condenseur — le tout dans un tube de l'ordre de grandeur du mètre !

La pile thermodynamique et son fonctionnement

Examinons de près ce tube merveilleux. Notre schéma indique clairement comment sa « tête chaude » plonge dans les gaz

du foyer. Sa « tête froide » est entourée d'un manchon de refroidissement, par circulation d'eau.

Celle-ci est constituée par une pièce cylindrique métallique perforée de petits canaux longitudinaux. Elle est mobile à l'intérieur du tube et son mouvement est commandé par un excentrique engrené (avec un décalage convenable) sur l'arbre moteur du volant.

La pile étant à fond de course, elle n'est séparée du fond du tube (tête chaude) que par une mince pellicule d'eau. Cette pellicule absorbe quasi instantanément (en quelques dixièmes de seconde) la chaleur offerte par la source chaude. Il s'ensuit une augmentation locale de la pression qui se propage jusqu'au piston à travers les canaux de la pile et le reste des conduites. Le

piston se trouve donc actionné. L'arbre moteur tourne.

Mais aussitôt, grâce à l'excentrique qui lui est conjugué, la pile entre également en mouvement.

Ses petits canaux internes sont divisés en deux lots par un jeu de clapets : les uns laissent passer l'eau de la tête froide vers la tête chaude ; les autres laissent remonter l'eau chaude vers la tête froide. Dans le mouvement de va-et-vient de la pile, l'eau

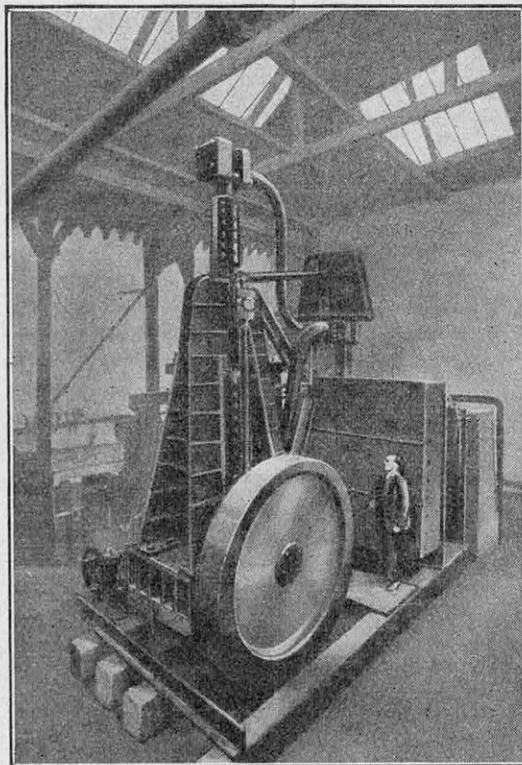


FIG. 2. — LE PREMIER MOTEUR INDUSTRIEL CONSTRUIT PAR M. MALONE

Cette machine comporte quatre-vingts piles thermodynamiques, dont les effets parallèles de dilatation actionnent deux cylindres moteurs. Elle marchait d'abord avec de l'huile en place d'eau. Le mouvement des piles était assuré par des cames (comme dans les moteurs à explosions), et non par des excentriques, comme c'est le cas pour le moteur récent.

chaude et l'eau froide se croisent donc sans cesse. A travers la masse métallique de la pile, l'eau chaude (déjà sensiblement mais insuffisamment refroidie par *sa détente de travail* sur le piston) cède sa chaleur à l'eau froide descendant vers la tête chaude — en vue de la seconde poussée par dilatation. Cet *échange de chaleur* entre le fluide qui, ayant déjà travaillé, n'en a plus besoin, et le fluide qui, accourant au travail, doit, au contraire, s'échauffer au maximum, cet échange constitue la plus simple, la plus immédiate, donc la plus efficace des récupérations.

Finalement, la quantité de chaleur perdue qui traverse la pile est très faible : elle est absorbée par le réfrigérant, déjà mentionné, en forme de bague extérieure au système. Ce dernier barrage, définitif, préserve la conduite hydraulique de tout échauffement parasite.

Le cycle détaillé d'un tel fonctionnement est exprimé par notre

schéma. Contentons-nous d'avoir mis en évidence la simplicité du principe : la chaleur, recueillie à l'une des extrémités de la pile, peut bien fournir, par dilatation de l'eau, le travail qu'on attend d'elle — mais elle ne peut dépasser la barrière de la « source froide » baignant l'autre extrémité.

Efficacité industrielle du moteur Malone

Le rendement, *indiqué* par les appareils de mesure, d'une machine établie sur ce type a été de 27 % — taux supérieur à celui des moteurs à explosions.

Le poids par cheval du moteur Malone est d'environ 150 kilogrammes — c'est celui des Diesel ordinaires. Inférieur, en tout cas, à celui des machines marines à vapeur, ce

poids permet d'envisager l'équipement moteur des navires par le système Malone. Leur consommation d'eau sera nulle, et celle de charbon, inférieure d'un tiers à la consommation des turbines classiques.

Adaptés au service des centrales électriques, les moteurs Malone — dont la vitesse de rotation peut s'accorder à la fréquence des courants alternatifs industriels, ce qui permet leur accouplement direct aux générateurs électriques, peuvent être d'un immense secours à l'industrie électrique.

Le combustible qu'ils demandent n'a aucune qualité spéciale, ce qui n'est pas à dédaigner. Leur graissage est beaucoup

moins coûteux que celui de tout autre moteur thermique.

Il reste à savoir s'il est possible de construire ces moteurs d'une puissance suffisante. Aucune raison ne s'y oppose. Il suffit d'accumuler plusieurs jeux de piles thermodynamiques autour d'un même foyer et de diriger leur travail sur plu-

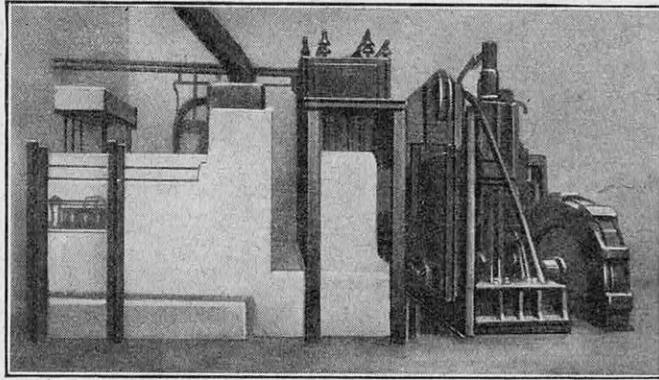


FIG. 3. — LE SECOND MOTEUR INDUSTRIEL MALONE, CAPABLE DE DÉVELOPPER UNE PUISSANCE DE 100 CH

A gauche, le foyer soigneusement calorifugé dans lequel baignent les têtes de vingt piles thermodynamiques. Ces piles actionnent deux cylindres. Le rendement indiqué a été de 27 pour cent. Cette machine fonctionne, non avec de l'eau, mais avec du mercure.

sieurs cylindres. Par contre, la pile elle-même ne semble pas facile à agrandir. N'oublions pas, en effet, que l'eau en contact avec la surface de chauffe doit conserver un faible volume relativement à cette surface — ce qui se réalise bien dans un petit tube, mais plus difficilement si le diamètre est large.

La pression de l'eau atteint jusqu'à 850 kilogrammes par centimètre carré et ne peut descendre au-dessous de 150 kilogrammes. Une machine travaillant à des pressions aussi formidables sera évidemment toujours délicate à établir à grande échelle industrielle.

Au reste, d'ici dix ou vingt ans, cela semblera peut-être l'enfance de l'art.

JEAN LABADIÉ.

QUELQUES NOUVEAUX TRAITEMENTS EN MÉTALLURGIE

Par Pierre DEVAUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Aciers spéciaux, alliages légers sont aujourd'hui à la base de toute la construction mécanique moderne. C'est à leurs précieuses propriétés de résistance et de légèreté que l'on doit notamment l'essor de l'automobile et de l'aviation. Ces qualités ne seraient cependant pas suffisantes pour assurer aux organes, qui constituent par exemple un moteur à explosions, une vie de longue durée, si les aciers utilisés ne subissaient un traitement susceptible de leur donner la dureté indispensable à cette longue existence. Dans cet ordre d'idées, la nitruration, qui tend à supplanter la cémentation, offre au constructeur des possibilités inattendues, en donnant aux aciers nitrurés une résistance remarquable à l'usure. Dans un autre domaine, l'aluminium et ses alliages ont fait également l'objet d'études minutieuses de laboratoire, qui permettent aujourd'hui de les protéger efficacement contre l'altération, soit par nickelage et chromage, soit par oxydation superficielle (protection anodique). Ce sont les progrès de la métallurgie qui ont permis l'évolution prodigieuse des industries électromécaniques.

Tous les progrès de la mécanique moderne ont eu pour base des perfectionnements de l'industrie des aciers ; l'exemple le plus typique a été la conquête de l'air, rendue possible par la création, grâce aux aciers spéciaux, de moteurs légers pesant moins de 1 kilogramme par cheval. Récemment, les aciers spéciaux, alliés aux métaux ultra-légers, viennent encore de remporter deux victoires retentissantes, avec le record de vitesse sur terre (major Campbell à Dayton, 394 kilomètres à l'heure) et record de vitesse de l'hydraviation que le lieutenant Stainforth a élevé à 657 kilomètres à l'heure : la presque totalité des pièces essentielles des deux engins victorieux et, en particulier, de leurs moteurs, étaient en aciers complexes extrêmement étudiés, au nickel, chrome, molybdène, durcis par un traitement spécial.

La dureté est la caractéristique la plus recherchée des aciers modernes ; et, en effet, la tendance très nette dans les machines actuelles est de localiser les efforts sur des pièces de choix ; dans une roue d'automobile, par exemple, les roulements avec leurs billes supportent, à cause de leur emplacement, des efforts ponctuels extrêmement considérables ; les engrenages, si abondamment prodigués dans la boîte des vitesses et le pont arrière des automobiles, sont encore plus éprouvés, puisqu'ils transmettent par une ligne de contact infinitésimale toute la puissance du moteur : dans une simple voiture de tou-

risme, la pression de contact entre les dents atteint plusieurs centaines de kilogrammes par centimètre carré.

Aucun acier, si chargé qu'il soit en chrome ou en autres composants métalliques, ne serait capable de résister à de telles pressions, si on ne faisait subir à la pièce terminée un traitement de durcissement superficiel. Jusqu'à ce jour, le plus parfait de ces traitements était la cémentation qui consiste dans une imprégnation superficielle du métal par du carbone.

L'opération est assez étrange : elle consiste à faire digérer les pièces pendant plusieurs heures, à la température du rouge, dans des boîtes en fer remplies de déchets animaux (os, nerfs, peaux) et de charbon, ou de certains produits chimiques (ferrocyanure). La pièce est ensuite trempée, recuite et enfin rectifiée à la meule ; on atteint ainsi une grande dureté de la surface, tout en conservant une bonne élasticité dans le cœur de la pièce. On peut, d'ailleurs, empêcher la cémentation de se produire aux endroits où il paraît préférable de conserver à l'acier ses propriétés naturelles : ainsi, dans les engrenages, le fond des dents, qui ne se trouve jamais en prise, est couvert provisoirement par un dépôt électrolytique de cuivre qui s'oppose à la diffusion du carbone dans l'acier.

Quant à la nitruration, c'est un procédé tout nouveau, mais qui n'a rien de mystérieux ; au lieu d'une pénétration de carbone,

elle consiste en une pénétration d'azote fourni par la décomposition à chaud du gaz ammoniac. Mais ce procédé si simple va peut-être révolutionner encore une fois la mécanique et en particulier l'automobile.

Un gaz qui durcit les aciers

L'azote a été considéré longtemps comme un élément nocif, augmentant la fragilité. Des travaux récents ont montré l'absorption de l'azote par le fer dans un courant d'ammoniac à 800° et l'existence de trois principales combinaisons fer-azote : un ni-

mètre) ; de plus, à l'inverse de ce qui se produit souvent pour la cémentation, la nitruration est progressive, en sorte que la couche adhère solidement au noyau. Ce point est très important pour les engrenages, où les efforts locaux arrivent à produire des enfoncements.

L'opération industrielle s'effectue dans des fours électriques à régulation automatique de température ; les pièces usinées (engrenages, chemises de cylindres, vilebrequins) sont placées dans une sorte de cuve en acier spécial dans laquelle circule un courant

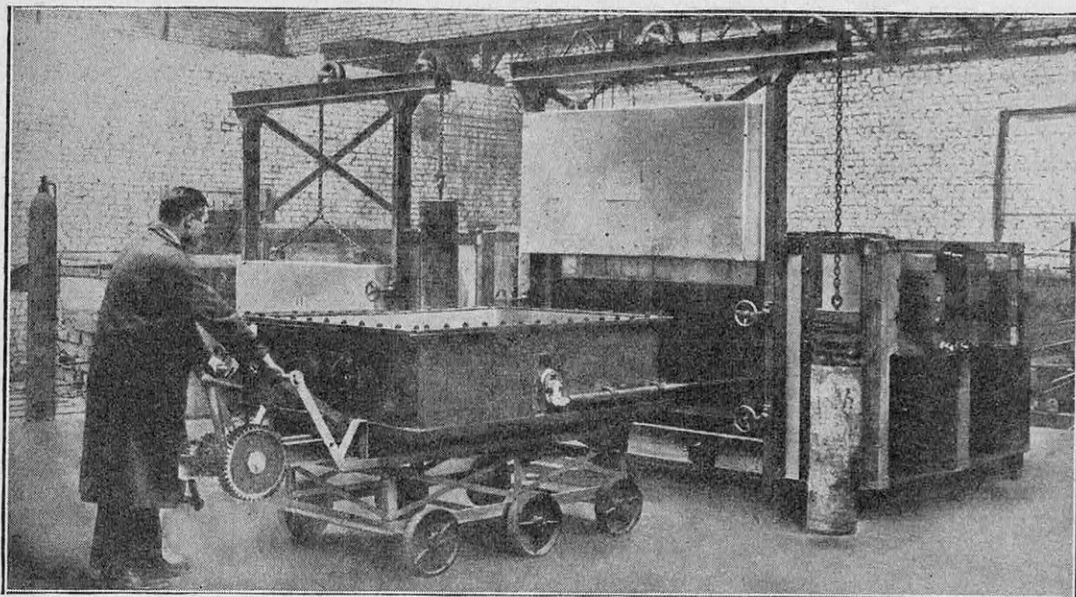


FIG. 1. — FOUR CHAUFFÉ ÉLECTRIQUEMENT POUR LA NITRURATION DE L'ACIER

Les pièces à nitrurer sont placées dans la cuve en acier que l'on va introduire dans le four.

trure contenant 11,1 % d'azote ; un autre nitrué, contenant 5,9 % d'azote ; enfin, une solution solide à faible teneur en azote.

C'est ce dernier composé qu'il s'agit d'obtenir ; on y parvient en opérant au-dessous de la température critique de 580° (1) ; pratiquement, les fours sont réglés aux environs de 500°.

On sait, aujourd'hui, que la nitruration appliquée au fer et aux aciers ordinaires ne donne qu'un faible accroissement de dureté et occasionne une grande fragilité, par suite d'une pénétration trop profonde. Au contraire, en utilisant certains aciers spéciaux, on obtient un durcissement considérable et la couche nitrurée reste mince (1 milli-

ininterrompu de gaz ammoniac. La température est maintenue sensiblement constante au voisinage de 500°. La durée du traitement varie suivant la nature des pièces et la profondeur de nitruration désirée.

Les parties « réservées » qui ne doivent pas se trouver nitrurées sont protégées non par cuivrage, mais par étamage.

Pourquoi on nitrué les aciers

Les avantages de la nitruration sont considérables et marquent un gros progrès sur la cémentation. En voici du reste les principaux :

Il n'y a pas besoin de trempe ni de recuit après la nitruration ; les pièces sortant du four à ammoniac sont prêtes à être montées sur les machines. Il n'y a donc plus de pièces perdues à la trempe et l'on peut réaliser des pièces compliquées,

(1) Au-dessus de 580°, il se formerait des nitrués stables, c'est-à-dire des combinaisons chimiques, qui rendraient le métal peu homogène. La solution solide, au contraire, est parfaitement saine.

Par suite de la faible température de la nitruration (500° au lieu de 800° à 950° pour la cémentation), les pièces sortent du four sans tensions moléculaires internes et, par suite, ne présentent pas de déformations ultérieures ; ceci est très important pour les calibres employés dans l'industrie et les vérificateurs des constructions d'artillerie, où la précision est de l'ordre du 1/1.000^e et même du 1/10.000^e de millimètre.

Il n'y a pratiquement aucune déformation du fait de la nitruration ; une grande couronne d'engrenage, par exemple, ne risquera pas de prendre du « voile ». Ceci suppose, bien entendu, qu'il n'y a pas de tensions moléculaires avant la nitruration : il est donc prudent de soumettre les pièces délicates, avant le début du traitement, à un recuit suivi, bien entendu, d'un refroidissement lent.

En revanche, la nitruration produit un léger *grossissement* des pièces ; la surépaisseur varie de 1/1.000^e à 2/100^e de millimètre, de sorte que si la tolérance est inférieure à ces chiffres, il faut, soit prévoir les pièces un peu petites, soit les rectifier après à la meule.

La surface des pièces reste propre avec une coloration variant du bleu au blanc d'argent, que l'on peut du reste faire disparaître.

Par suite de ces divers avantages, il devient possible de durcir des pièces qui ne se prêtent pas à la cémentation à cause des déformations de trempe et de

l'impossibilité géométrique de la rectification. Tel est le cas des vis sans fin par exemple.

Voici une gamme d'aciers nitrurés

Il existe sur le marché toute une gamme d'aciers spécialement étudiés pour la nitruration et possédant après traitement une résistance de 50 à 150 kilogrammes par millimètre carré.

Leurs caractéristiques sont analogues à celles des aciers nickel-chrome de très bonne qualité : il est donc possible de donner au corps de la pièce, par un traitement préalable, telles caractéristiques que l'on estime utiles ; ces caractéristiques ne sont absolument pas altérées par la nitruration, car aucun acier ne se détrempe avant 700°.

Quant à la couche, elle est d'une dureté extrême, dépassant de beaucoup celle des aciers cémentés au carbone. Elle est rigoureusement inatta-

quable aux limes chromées les plus mordantes ; les angles des objets nitrurés coupent facilement le verre et même rayent le quartz !

Cette dureté ne va pas, d'ailleurs, sans inconvénients ; en effet, la fragilité des angles vifs est assez grande et il faut, dans la conception des

pièces, s'efforcer de les remplacer par des arrondis.

Par une heureuse coïncidence ces aciers si durs sont, en même temps, pratiquement inoxydables à l'air humide, à l'eau douce et à l'eau de mer. Ce sont donc des matériaux précieux au premier chef pour les constructions navales.



FIG. 2. — GRACE A LA NITRURATION, IL EST POSSIBLE DE RÉALISER DES ROUES D'ENGRENAGES CONIQUES A DENTURE EN CHEVRONS RÉSISTANT A L'USURE

La trempe qui fait suite obligatoirement aux traitements superficiels ordinaires, provoquerait, dans ce cas des gauchissements inadmissibles. Seule, la denture exposée au frottement est nitrurée, tandis que le fond des dents conserve intégralement toute son élasticité.

| Charge en kg | 20 | 50 | 80 | 200 |
|--|------------|------------|------------|--------|
| Acier cémenté au chrome | 0,0048 | 0,0235 | 0,0298 | — |
| Acier cémenté au chrome-vanadium | 0,0016 | 0,0160 | 0,0208 | — |
| Acier cémenté au chrome-nickel-molybdène | 0,0016 | 0,0171 | 0,0279 | — |
| ACIER NITRURÉ | insensible | insensible | insensible | 0,0026 |

CE TABLEAU PERMET DE COMPARER LES DIMINUTIONS DE POIDS PROVENANT DE L'USURE PAR FROTTEMENT DE DIFFÉRENTS ACIERS SPÉCIAUX CÉMENTÉS ET EN PARTICULIER D'UN ACIER NITRURÉ

On constate que l'acier nitruré ne commence à être « usé » d'une manière sensible que pour des charges sur les surfaces frottantes supérieures à celles appliquées sur les aciers cémentés.

Des engrenages neufs au bout de 100.000 kilomètres !

La grande qualité des aciers nitrurés, c'est qu'ils sont pratiquement inusables ; quand on démonte un pont arrière d'automobile ayant fait un dur service, il est souvent difficile de trouver les traces d'usure sur des pignons nitrurés.

Les aciers nitrurés sont donc tout indiqués pour la fabrication des pièces supportant des frottements sous des charges considérables : engrenages, plateaux d'embrayage, vilebrequins de moteurs, arbres à cames, croix de cardan, rotules, roulements à rouleaux, vis et secteurs de direction, mors et mandrins de tours, pièces de machines à écrire, de bicyclettes, de machines à coudre, de métiers à tisser, de locomotives, etc.

Les poussoirs et culbuteurs de moteurs rapides, en acier nitruré, font un très bon service, car la nitruration résiste bien aux chocs répétés ; on les emploie de plus en plus pour les outillages des machines à découper, estamper, cambrer, calibrer, emboutir, etc.

Des possibilités inattendues pour les constructeurs

La nitruration ouvre, dès aujourd'hui, des voies inexplorées aux constructeurs, et on ne peut encore prévoir tout ce qu'elle nous révélera d'ici quelques années.

C'est ainsi que la conception du cylindre de moteurs à explosions, est en train de se modifier complètement : au lieu d'un bloc massif, en fonte spéciale, on envisage maintenant une mince chemise (2 à 3 millimètres) en acier nitruré extra-dur, serti dans un bloc-cylindres en fonte ordinaire. Dans les moteurs de prix et dans l'aviation, on peut même supprimer ce bloc, qui se trouve réduit à des coquilles peu volumineuses en alliages légers d'aluminium ou de magnésium. On arrive ainsi à une légèreté prodigieuse.

C'est probablement cette résistance à l'usure qui fera le plus pour le succès des aciers nitrurés auprès du grand public, client de l'automobile. Une autre propriété précieuse ne manquera pas de plaire aux automobilistes : c'est que les surfaces nitrurées *ne grippent pas*, à moins d'une élévation de

température extrêmement forte (plus de 500°) ; un manque momentané d'eau ou d'huile, ne sera plus qu'un banal incident de route.

Il y a là une orientation toute nouvelle et singulièrement heureuse ; jusqu'à présent, une machine très perfectionnée, très poussée, était également une mécanique fragile, et trop souvent aussi une source d'ennuis. Grâce aux aciers nitrurés, on peut construire aujourd'hui sans difficulté des voitures à la fois sportives et robustes.

On sait maintenant nickeler et chromer l'aluminium

L'aluminium et surtout les alliages d'aluminium (alpax, duralumin, almasilium, etc.) sont les compléments essentiels de l'acier dans la mécanique moderne ; ils représentent, en effet, l'élément à la fois massif et léger qui forme les carter, boîtiers, couvercles, supports, poignées et généralement toutes les pièces ne travaillant pas à un taux de fatigue élevé. En leur donnant des formes

scientifiquement étudiées, on les emploie également pour certaines pièces essentielles : tels sont les mâts profilés et les tubes dans les avions, les bielles à section en I dans les moteurs rapides, les pistons à fond bombé, etc.

Malheureusement, l'aluminium ne « prend » aucun dépôt métallique : le cuivre, le nickel, le chrome n'adhèrent pas à la surface. On se contente généralement de le polir, mais ce n'est qu'un pis aller, car le brillant se ternit presque aussitôt, par suite de la formation d'une pellicule blanche d'oxyde.

Un procédé tout nouveau permet, aujourd'hui, de nickeler et de chromer l'aluminium et ses alliages ; il consiste essentiellement dans la création, sur l'aluminium, d'une *couche de fer* extraordinairement mince permettant les traitements ultérieurs. Cette couche ne dépasse probablement pas le micron (1/1.000^e de millimètre) car elle se trouve constituée en quelques secondes ; mais elle suffit pour changer les propriétés de surface du métal.

Les pièces convenablement nettoyées sont trempées, sans aucun courant, dans une solution bouillante de perchlorure de fer et



FIG. 3. — CYLINDRE EN ACIER NITRURÉ SERVANT A LA REPRODUCTION DES GRAVURES

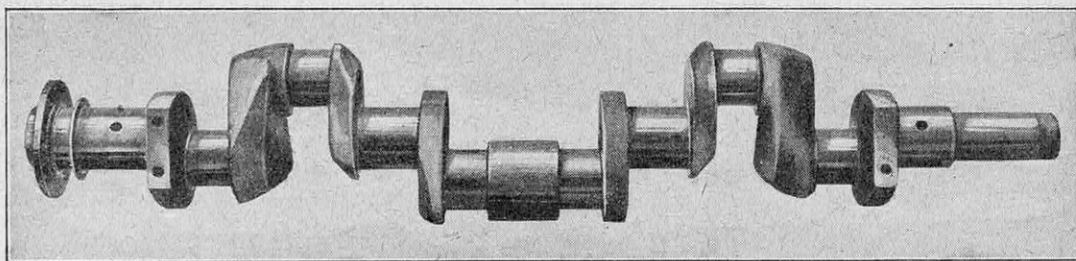


FIG. 4. — VILEBREQUIN DE MOTEUR A EXPLOSIONS, DONT LES PARTIES FROTTANTES, PORTÉES (REPOSANT SUR LES PALIERS) ET SOIES (TOURNANT DANS LES TÊTES DE BIELLES), ONT ÉTÉ SOUMISES A LA NITRURATION POUR EN RÉDUIRE L'USURE

d'acide chlorhydrique. Ce trempage, qui ne dure que trente secondes, produit un dépôt chimique de fer pur à la surface de l'aluminium. Après rinçage, elles passent au *nickelage* ordinaire ; pour le chromage, on commence par nickeler et on chrome par-dessus.

Les pièces chromées ont un très bel aspect brillant et clair ; la couche est très dure et très protectrice ; elle ne demande aucun entretien. Le nickel prend un beau poli, mais il tire légèrement sur le jaune ; il est extrêmement adhérent, car il ne se détache ni par pliage ni par emboutissage.

On traite dès à présent les métaux suivants : aluminium pur, aluminium du commerce, alpa, duralumin, elektron, alliages de zinc et d'aluminium, alliages de cuivre et d'aluminium.

Le nickelage et le chromage de l'aluminium sont appelés à modifier très sensiblement l'aspect de la construction automobile et navale et de l'aviation ; au point de vue esthétique, en même temps que technique, on ne peut que s'en féliciter.

La protection anodique de l'aluminium

Un autre procédé est employé également pour revêtir l'aluminium d'une couche protectrice ; il a ceci de curieux qu'il ne comporte aucun *apport de matière solide*, mais une simple oxydation superficielle.

A l'état naturel, les pièces neuves en aluminium sont recouvertes, comme nous l'avons dit, d'une couche très mince d'oxyde

(alumine), assez adhérente et imperméable à l'eau et à l'air ; il en résulte une protection relative qui suffit dans la plupart des cas (carters de moteurs, poignées, pièces d'aviation, etc.). On sait que l'aluminium et ses alliages partagent cette propriété précieuse avec le plomb et le zinc, dont l'oxydation reste localisée à la surface, alors que dans le fer, par exemple, la rouille gagne en profondeur et finit par ronger toute la pièce.

L'idée de remplacer cette pellicule naturelle par une couche artificielle plus résistante et surtout plus régulière (non poreuse), semble due à Loewenthal, de Bruxelles, qui exploitait ses brevets en Allemagne ; il réussit à réaliser, dès 1906, des bobinages électriques en conducteurs d'aluminium oxydés *sans isolants*. Actuellement, pour les conducteurs non soumis à des déformations

mécaniques, on arrive, grâce à la présence de cette couche superficielle de 0 mm 05, à un isolement de 10.000 volts !

Le procédé s'applique aussi bien à l'aluminium pur qu'aux alliages modernes : silumin (alliage au silicium), duralumin K (sans cuivre), magnalium (alliage au magnésium). Il consiste essentiellement à placer la pièce dans un bain électrolytique, au pôle où se produit le dégagement d'oxygène (pôle positif) ; c'est ce que les chimistes appellent une oxydation par l'*oxygène naissant*, et elle est extrêmement énergique.

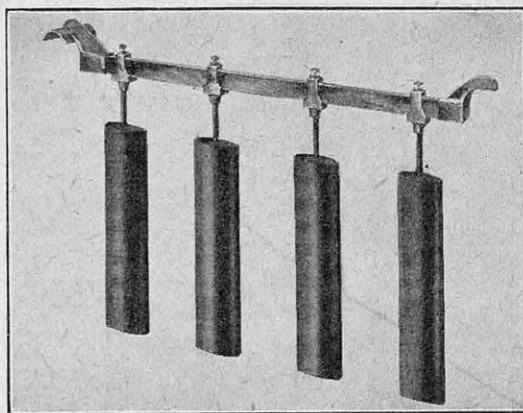


FIG. 5. — ANODES SOLUBLES EN NICKEL, SUSPENDUES A DES CROCHETS EN MÉTAL INOXYDABLE, UTILISÉES POUR LE NICKELAGE ÉLECTROLYTIQUE DE L'ALUMINIUM

Des bobines électriques sans isolant

La couche protectrice obtenue par ce procédé est d'un bel aspect bronzé et elle possède des propriétés très intéressantes.

En premier lieu, elle adhère fortement au métal et, quoique très dure (plus qu'une couche de chromage), elle ne se fend pas tant que le métal sous-jacent n'est pas lui-même fendu. Elle est inaltérable à l'eau, à toutes sortes d'agents chimiques et à la moiteur de la peau. Elle ne donne aucun goût aux aliments, ce qui permet de l'employer pour les ustensiles ménagers.

D'autre part, elle est susceptible, par des tours de main de fabrication, de prendre des colorations différentes d'un très bel effet esthétique.

Cette couche, dont l'épaisseur peut varier de 0 mm 02 à 0 mm 05, selon la résistance demandée, possède des propriétés isolantes remarquables, bien que, dans des conducteurs susceptibles d'être pliés, on ne puisse garantir un isolement de plus de 400 volts; dans les installations fixes, on arrive,

nous l'avons dit, à 10.000 volts et davantage.

C'est, du reste, dans cette voie de l'électrotechnique que l'aluminium oxydé a trouvé le plus de débouchés : on en fait (surtout en Norvège et en Allemagne) des enroulements

pour électroaimants de levage, pour appareillages de tramways, pour régulateurs de lampes à arc, séparateurs de minerais, etc.

L'aluminium ayant une conductibilité qui n'atteint que les 60 % de celle du cuivre, on est obligé de prévoir des sections plus fortes, mais le poids est bien moindre. De plus, la robustesse de ces enroulements à isolant minéral est extraordinaire, puisqu'ils peuvent supporter indéfiniment une température de 300°, alors que les isolants organiques (coton, gutta) grillent

résolument aux environs de 100°.

Cette dernière propriété, qu'il convient de rapprocher de celle que nous avons signalée pour les aciers nitrurés conservant leur résistance à haute température, ouvre à l'électromécanique d'intéressantes perspectives pour l'avenir.

PIERRE DEVAUX.

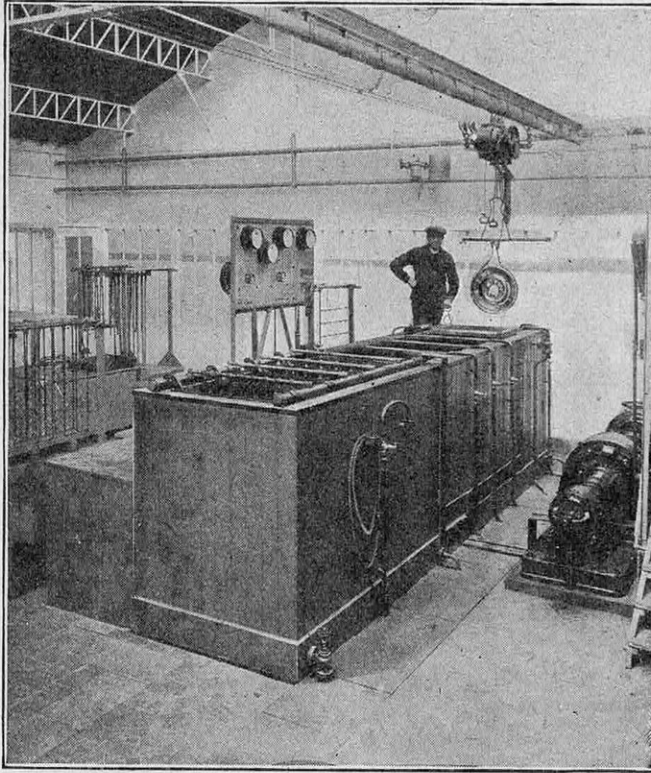
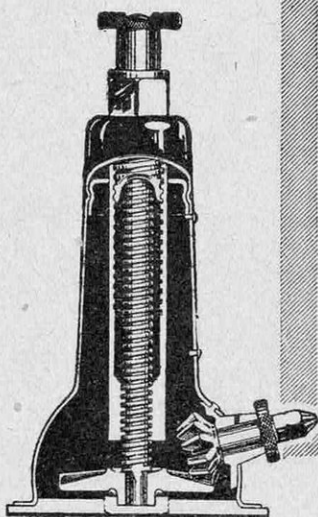


FIG. 6. — ENSEMBLE D'UN DISPOSITIF D'ÉLECTROLYSE POUR LE CHROMAGE DE L'ALUMINIUM

Le courant à basse tension et grande intensité, nécessaire pour cette opération, est fourni par le groupe convertisseur de droite. Les pièces à chromer sont maintenues dans le bain par des crochets suspendus aux barres transversales surmontant le bac.

La production de l'or dans le monde est passée de 530 tonnes en 1923 à 830 tonnes en 1930. Et, cependant, les économistes nous affirment qu'il y a disette de monnaie monométallique dans l'univers !

POUR TOUS POIDS
 POUR TOUS CHASSIS
LES CRICS GERGOVIA



LES GERGOVIA
 Licence Michelin

Ils sont simples, sûrs, doux à manœuvrer, grâce à leur butée à billes. Aucun grippage possible. Vis acier mi-dur, engrenages étampés, cémentés, trempés, corps en tôle emboutie sans soudure.

- Force 500 kgs. 66.»
- Force 800 kgs. 75.»
- Force 2 tonnes. 114.»
- Force 3 tonnes. 150.»



LES ANTAR-GERGOVIA

- | | |
|--------------------|--------------------|
| Surbaissé 1 tonne | 6 tonnes normal |
| Licence Michelin | 415 francs |
| 126 francs | |
| Surbaissé 2 t. 1/2 | 6 tonnes surbaissé |
| 192 francs | 395 francs |



LE "CRABE"

Le cric "Crabe" supprime la corvée de mise en place du cric.

On le "roule" au jugé sous l'essieu à l'aide de sa clé double-manivelle. Il s'axe de lui-même sur l'essieu et le mord comme le ferait un étau, grâce à ses deux chiens basculeurs.

Force 1.500 kg.
 Prix 145 francs.

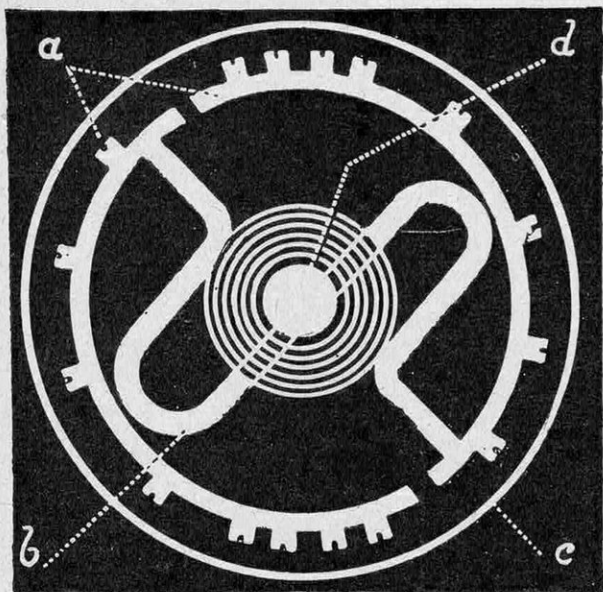
LES MICRO-GERGOVIA

Par leur hauteur très réduite, ils conviennent aux voitures les plus basses. Leur robustesse, leur garantie de fonctionnement sont celles de tous les crics GERGOVIA. Vis intermédiaire en bronze. Tous vissages protégés; rien que des surfaces lisses à l'extérieur.

- Force 500 kgs. 82.»
- Force 800 kgs. 90.»
- Force 1200 kgs. 120.»
- Force 2 tonnes. 138.»

GERGOVIA

Notices sur demande aux Ets H. Pingeot, CLERMONT-FERRAND 



et ... pourquoi incassable?

Vous êtes curieux de savoir pourquoi une montre WYLER est incassable ? Ouvrons donc une Wyler : Ensemble mécanique parfait, n'est-ce pas ? mais remarquez le balancier : la précision d'une montre étant fonction de la finesse des mobiles, dans toutes les montres précises, ce qui cède au premier choc, ce sont les pivots du balancier. Il fallait donc trouver un moyen pour que les chocs dont peut avoir à souffrir la montre, ne soient pas transmis aux pivots. Voyez maintenant le balancier (a) de la Wyler, ses bras (b) sont coudés et flexibles ; que la montre tombe sur la carrure, sur son côté pile ou son côté face, au choc, le balancier prend du champ, l'effort de traction est absorbé par les bras, le pivot (d) est épargné. En outre, cette bague (c) qui entoure le balancier, limite sa course et absorbe l'excédent de choc en cas de chute sur la carrure ; dans le cas d'une chute à plat, le même rôle est rempli par le fond, d'une part et deux saillies arrondies, d'autre part.

A côté de cela : pièces robustes, montage impeccable, ensemble cohérent, boîtier résistant, et bien entendu, verre incassable et indésertissable.

Le 8 octobre 1931, en présence d'un huissier, une Wyler, jetée de la Tour Eiffel, a été ramassée intacte et constat fut dressé qu'après la chute et dans les jours qui suivirent, sa marche était toujours précise et régulière. Dans notre vie fiévreuse moderne, la montre WYLER incassable vient à son heure. Vous choisirez votre WYLER parmi 100 modèles de montres de poche, bracelets hommes et dames à partir de 195 francs.



montre
Wyler
Incassable

en vente
chez les bons
horlogers

LES PRINCIPAUX MODÈLES D'HYDRAVIONS FRANÇAIS

Par José LE BOUCHER

Au moment où l'Allemagne, l'Angleterre et l'Italie poursuivent, dans le domaine de l'hydravion, un programme bien défini, qui a déjà affirmé, avec succès, ses tendances au cours de ces dernières années, la France, elle aussi, se préoccupe de résoudre les problèmes ardues que soulève actuellement la construction des hydravions. Il ne faut pas, en effet, perdre de vue que la construction d'un hydravion fait appel à des connaissances techniques relevant à la fois de la navigation aérienne et de la navigation maritime. Les techniciens du ministère de l'Air cherchent précisément à définir les prototypes présentant les meilleures qualités sous ces deux aspects bien différents, pour entreprendre prochainement la fabrication en série d'appareils vraiment adaptés à leurs fonctions.

La construction d'un hydravion soulève des problèmes forts délicats

L'AVIATION maritime a été longtemps délaissée en France. Pourquoi? Il semble bien que de nombreux constructeurs n'aient pas eu foi dans l'avenir de l'hydravation. Le problème aéronautique semblait se résumer pour eux à l'utilisation exclusive de l'avion. L'hydravion ne leur apparaissait que comme un appareil terrestre transformé.

L'expérience a démontré l'erreur de ces « incroyants ». Si la construction d'un hydravion demeure un problème général fort complexe, on est arrivé, dès maintenant, à établir des compromis satisfaisants. Le mot de compromis s'impose immédiatement à l'esprit quand il s'agit d'aviation maritime. L'appareil maritime doit réunir, en effet, les qualités du bateau et celles de l'avion; il doit également concilier les défauts de l'un et de l'autre. Tel hydravion se révélera « bon marin » et mauvais avion; tel autre aura de grandes qualités aéronautiques et de médiocres qualités marines.

Il suffit de se représenter les phases du décollage d'un hydravion pour imaginer les difficultés à résoudre.

Quand le ou les moteurs tournent à plein régime, le pilote tire à lui complètement le manche ou le volant, afin de dégager de l'eau le plus vite possible l'avant de la coque. Pendant cette phase, la réaction hydrodynamique sur la face inférieure de la coque ou des flotteurs produit un déjaugage qui augmente avec la vitesse de translation, jusqu'au moment où l'appareil est amené à

« hydroplaner » sur le redan inférieur avec une très faible surface de contact avec l'eau. C'est alors que se produit, avec l'augmentation de la vitesse, une véritable substitution des valeurs. Les réactions aérodynamiques sur la voilure deviennent prépondérantes, alors que l'importance des réactions hydrodynamiques décroît.

On comprend aisément que ces phénomènes sont considérablement perturbés quand la mer est agitée.

La forme à donner aux coques et aux flotteurs, ainsi que leurs proportions soulèvent donc des problèmes de construction infiniment délicats.

L'amerrissage en soulève d'autres. En effet, la face inférieure de la coque est amenée au contact de l'eau à une vitesse notable. Les efforts hydrodynamiques qui en résultent sont considérables. D'où la nécessité de renforcer considérablement cet organe, ce qui entraîne un alourdissement.

Le troisième grand problème qui se pose au constructeur éventuel d'un hydravion consiste à faire un appareil capable de « tenir la mer » par temps agité et de pouvoir être remorqué.

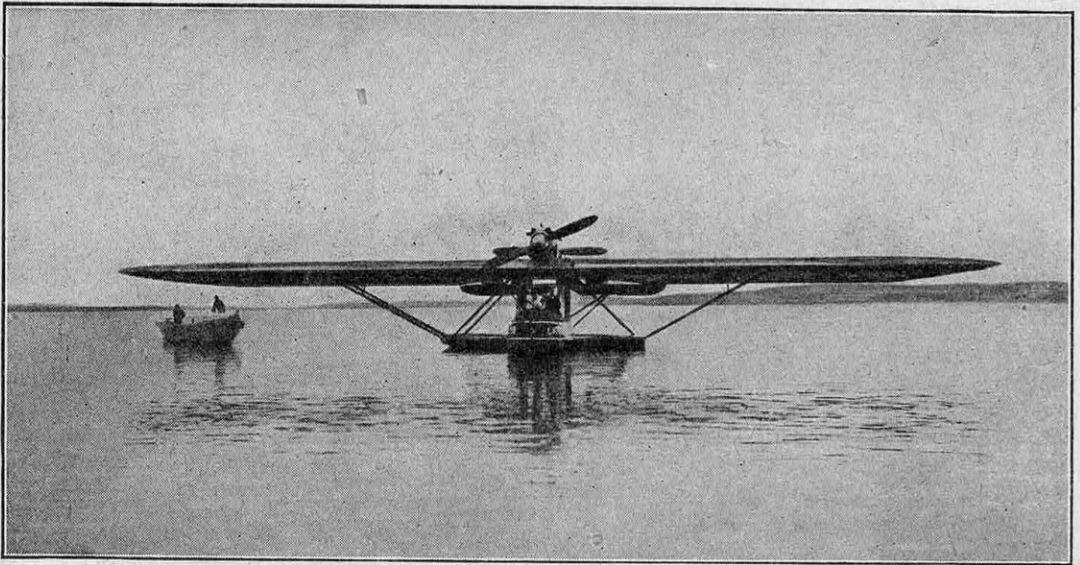
Si l'on tient compte de la voilure qui offre au vent une large prise, de l'envergure du bâtiment aérien par rapport à la surface de sa coque ou de ses flotteurs, la question de la tenue à la mer n'apparaît pas plus simple que celle de l'envol ou de l'amerrissage par gros temps. On n'a fait qu'esquisser les trois grands problèmes fondamentaux qui se trouvent à la base de la construction d'un hydravion. Il y en a d'autres, qui concernent notamment le centrage de ces appareils.

Par exemple, on est dans la nécessité de surélever le groupe moto-propulseur au-dessus de la coque. Il en résulte que l'axe de traction de l'hélice passe notablement au-dessus du centre de gravité. Le couple « piqueur » ainsi créé devra être compensé par un couple « cabreur » d'égale intensité. Généralement, ce dernier est obtenu par des réactions aérodynamiques sur les empenages ou par un centrage très spécial tenant compte de la réaction du souffle de l'hélice sur la queue. Dans ce dernier cas, si le moteur s'arrête, le couple « cabreur » et le

travaillent depuis la fin de la guerre le problème de l'hydraviation lourde.

Dornier a, dès maintenant, construit, plus ou moins imparfaitement, bien entendu, un hydravion de 50 tonnes, le *Do. X* (1), qui a traversé l'Atlantique-Sud et de là a réussi à gagner New York. Ce ne fut pas sans vicissitudes nombreuses, il est vrai, mais l'établissement de ce premier bâtiment aérien de cinquante tonnes n'en constitue pas moins une utile expérience.

Les Anglais, avec *Vickers*, *Short* et *Blackburn*, ont, dès maintenant, une série



HYDRAVION TRANSATLANTIQUE « LATÉCOÈRE », TYPE 38, VU DE FACE

Noter que les poutres de soutien de l'aile prennent appui sur l'extrémité des nageoires, ce qui diminue la partie de l'aile qui demeure en porte-à-faux.

couple « piqueur » diminuent simultanément et l'équilibre de l'hydravion est maintenu.

L'étude aérodynamique de l'hydravion procède des mêmes principes que celle de l'avion, en ce qui concerne l'amélioration des voilures sustentatrices et des coques, mais, pour ces dernières, s'ajoutent les considérations d'envol, d'amerrissage et de tenue à la mer.

Ce n'est certes pas la complication des problèmes nouveaux soulevés par l'hydraviation qui a fait reculer les constructeurs français, mais il est certain que l'intérêt de l'hydraviation semble avoir longtemps échappé à la majorité d'entre eux.

Ce qui a été fait à l'étranger

Il n'en est pas de même à l'étranger. *Short*, *Vickers*, en Grande-Bretagne, *Dornier*, *Rohrbach*, en Allemagne, *Savoia*, en Italie,

d'appareils conformes aux besoins de leurs liaisons impériales.

Après les vieux *Blackburn* « Iris », équipés de trois moteurs Condor Rolls-Royce, on a vu les *Short* « Calcutta » tri-moteurs Jupiter, les *Supermarine* « Southampton », munis de deux moteurs frontaux. Enfin, les *Short* « Kent », équipés de quatre moteurs frontaux, ont montré les progrès méthodiques accomplis par l'industrie anglaise, aussi bien dans la construction générale que dans l'art d'établir une coque qui ne prenne pas l'eau ou résiste à la corrosion.

Un *Short* « Calcutta » est resté deux ans en Méditerranée sans être rentré dans un hangar. Il avait volé 1.160 heures avec son entoilage d'origine. Cet exemple en dit long sur l'état actuel de l'aviation maritime anglaise. Aussi les constructeurs britan-

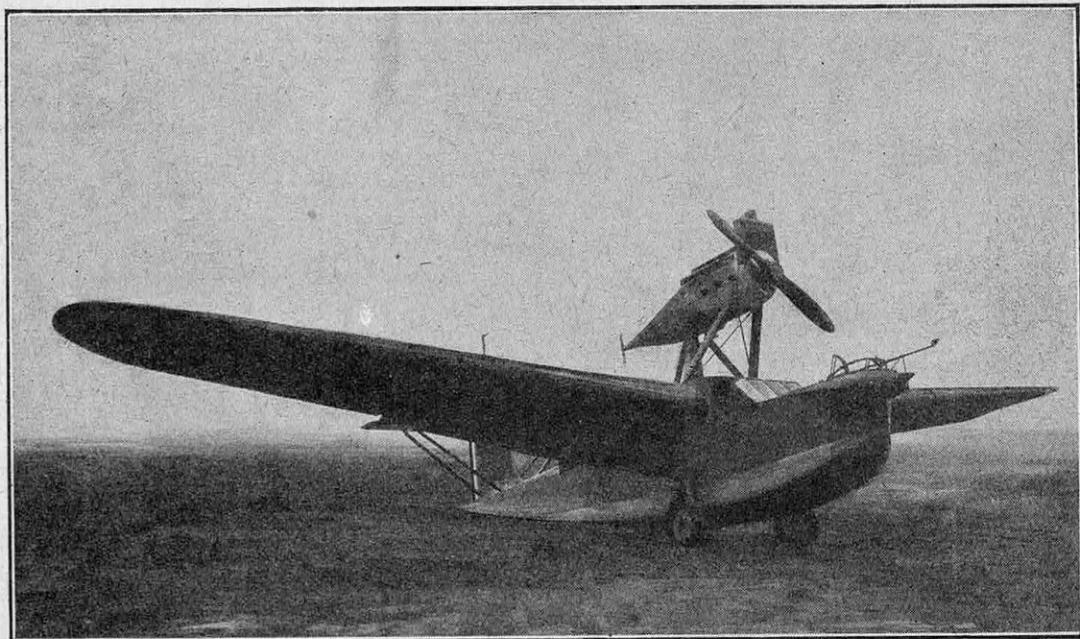
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 155, page 355.

niques, munis d'une solide expérience, se décident-ils maintenant à se lancer dans la construction d'appareils de 50 et 60 tonnes.

Si l'aviation maritime italienne ne semble pas s'intéresser à la construction d'appareils de très gros tonnage, comme l'aviation allemande ou anglaise, elle possède, en revanche, avec les *Savoia S-55*, un type de machines bien adapté à son objet. La traversée de l'Atlantique-Sud par une escadre commandée par le général Balbo (1) est tout à l'honneur du matériel et des équipages italiens.

bases de ravitaillement qui jalonnent leur empire. Le rayon d'action visé était, en quelque sorte, tout indiqué par la distance qui sépare Londres de Gibraltar, Gibraltar de Malte, Malte du Caire.

En résumé, le rayon d'action à atteindre n'était pas formidable. En revanche, les appareils devaient pouvoir « stationner » de longues semaines, des mois, même des années, dans quelques eaux lointaines. Ces considérations expliquent sans doute les qualités et les défauts des coques de *Short*,



HYDRAVION-AMPHIBIE DE SURVEILLANCE « LÉO H. 23 »

Remarquer la surélévation du bâti-moteur et le train de roues pour l'atterrissage.

Devant ces résultats une réaction s'imposait chez nous. Le ministre de l'Air a parfaitement compris qu'il importait de secouer la torpeur de certains de nos constructeurs et il a vigoureusement orienté et épaulé ceux-ci.

Le résultat de ces efforts est dès maintenant visible. La France possède, à l'heure actuelle, les *prototypes* indispensables à l'équipement rationnel de nos grandes lignes maritimes et à la refonte de nos stocks militaires.

Le but poursuivi par les différentes nations

Les Anglais, dans la construction de leurs hydravions, ont eu en vue, avant tout — et c'est normal — la liaison entre les différentes

par exemple. Celles-ci sont solides, mais lourdes; vastes et confortables, mais laissent à désirer au point de vue aérodynamique.

Les Italiens, eux, semblent avoir songé, avant tout, à la défense nationale. C'est ainsi que, sur de nombreuses lignes commerciales italiennes, on utilise des Dornier, alors que l'armée de l'Air comporte un nombre considérable de *Savoia*.

Quel a été l'un des objectifs essentiels poursuivis par le ministre de l'Air français depuis quelques années ?

Etablir un hydravion capable de traverser commercialement l'Atlantique-Sud dans les deux sens.

Cet objectif découle tout naturellement de la politique commerciale suivie par la France. Du jour où nous avons porté le plus gros de nos efforts sur la liaison France-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 165, page 191.

Amérique du Sud, il importait d'avoir des hydravions susceptibles de relier Dakar à Natal par les airs. Pendant un certain laps de temps, il était naturel, en quelque sorte, que cette traversée s'effectuât par avisos. Aucune nation au monde, quand l'Aéropostale fut créée, n'était en mesure d'assurer le transit aérien entre l'Afrique et l'Amérique du Sud. Pas plus les Anglais, les Italiens, les Allemands que les Américains ! Mais la solution « aviso » n'était, évidemment, que provisoire et destinée à disparaître à plus

trafic sur l'Atlantique-Sud doit être dotée d'un très grand rayon d'action et susceptible en outre d'enlever une charge commerciale. L'hydravion à construire devra être léger de construction, puisque la proportion de la charge enlevée au poids total donne théoriquement le rayon d'action.

L'appareil devra également être rapide, car moins il passera de temps au-dessus de l'élément liquide, plus les risques diminueront. Donc, l'hydravion recherché sera d'une finesse aérodynamique appréciable. Enfin, l'appareil



HYDRAVION « F.B.A. SCHRECK », UTILISÉ DANS LES ÉCOLES DE PILOTAGE DE LA MARINE ET SERVANT ÉGALEMENT D'APPAREIL D'ENTRAÎNEMENT ET DE LIAISON

ou moins longue échéance. Les récentes traversées du *Graf Zeppelin*, celle de l'escadre aérienne du général Balbo, montrent que l'heure a largement sonné pour nous d'instituer entre l'Afrique et l'Amérique du Sud un trafic aérien régulier.

Ce que doit être l'avion transatlantique

La distance entre Dakar et Natal est de 3.200 kilomètres environ, ce qui représente, disons-le en passant, le record mondial de distance en ligne droite pour hydravions.

Si l'on envisage un trafic commercial, il est nécessaire de disposer d'un large coefficient de sécurité. On fera donc intervenir, pour calculer les caractéristiques indispensables que devra posséder la machine, un vent contraire de 50 kilomètres à l'heure.

Il en résulte que la machine destinée au

devra être « bon marin », car il ne lui arrivera pas toujours de décoller par un temps idéal, et il devra pouvoir résister à la houle en cas de panne, en attendant d'être remorqué.

Ce n'est pas tout. Les conditions météorologiques du côté de Natal et de Dakar sont très spéciales, et les aventures survenues aussi bien aux Italiens, sur la côte africaine, qu'à Mermoz, dans la baie de Natal, ont largement démontré que l'appareil destiné au trafic transatlantique doit posséder un large excédent de puissance. Comme on le voit, le problème qui se posait à l'industrie française n'était pas précisément simple.

Comment la France a résolu le problème de l'hydravion transatlantique

La France l'a-t-elle résolu ? Possède-t-elle enfin l'appareil commercial susceptible d'être

lancé au-dessus de l'Atlantique-Sud sans qu'il s'agisse d'un « raid », d'un exploit ? Il semble qu'à cette question on puisse répondre : oui.

Quel est cet appareil ? Le *Latécoère 38* ou *380*.

La confiance dont nous faisons preuve s'appuie sur une série de records mondiaux tels que n'en possède aucun autre hydravion, de quelque nationalité qu'il soit.

Jetons un coup d'œil sur ce palmarès.

Le *Latécoère 38* possède le record de dis-

charge enlevée, à la vitesse du *Laté 38*, il est incontestable que l'appareil se classe au tout premier rang de l'hydraviation mondiale. C'est pourquoi il est intéressant de donner ici ses principales caractéristiques.

Les divers types d'hydravions français

I. Les hydravions lourds

— Le *Latécoère 38* est un monoplan bimoteur en tandem. Il est pourvu d'une coque centrale munie de nageoires.

La ligne générale de l'appareil rappelle la



HYDRAVION AMPHIBIE DE TOURISME « SCHRECK » BIPLACE

La « conduite intérieure » de cet hydravion est particulièrement bien aménagée, et la disposition surélevée du moteur met le groupe motopropulseur à l'abri des embruns.

tance en circuit fermé avec 2.000 kilogrammes. Il a porté ce record à 2.208 kilomètres (Demougeot et Gonord à Saint-Raphaël, le 2 septembre 1931). Il possède le record de vitesse sur 2.000 kilomètres avec 2.000 kilogrammes de charge. La vitesse atteinte par Demougeot et Gonord, le 2 septembre 1931, à Saint-Raphaël, fut de 165 km 800. Il possède le record de vitesse sur 5.000 kilomètres avec 5.000 kilogrammes de charge. Gonord, à Biscarosse, le 29 septembre 1931, a réussi à transporter cette énorme charge à la moyenne horaire de 140 kilomètres.

On a pu chronométrer des décollages à pleine charge en trente-huit secondes. Le plafond atteint fut de 4.000 mètres, la vitesse maximum au sol, de 210 kilomètres à l'heure.

Si l'on s'en tient au rayon d'action, à la

silhouette classique des *Dornier Wal*. Le système coque-nageoires est analogue à celui que le constructeur allemand de Friedrichshafen a illustré, mais l'utilisation des nageoires est un peu différente. Alors que M. Dornier fait prendre le point d'appui de ses mâts de soutien sensiblement à la moitié de la nageoire, Latécoère fixe ses mâts à l'extrémité de la nageoire, ce qui lui permet de réduire la partie de l'aile qui demeure en porte à faux.

La surface de l'aile est de 130 mètres carrés, celle des nageoires, de 17 mètres carrés, ce qui permet de les considérer comme une aile secondaire contribuant pour une part à la sustentation. L'aile est du type semi-épais. Les extrémités sont elliptiques.

L'envergure est de 31 m 400 ; la profondeur de l'aile, de 4 m 400 ; la longueur de

l'appareil est de 16 m 750 : la longueur de la coque, de 15 mètres ; la hauteur totale est de 6 m 040.

Voyons maintenant les poids : le poids à vide, équipé, est de 5.534 kilogrammes ; le poids du combustible est de 4.250 kilogrammes ; le poids de l'équipage prévu est de 352 kilogrammes ; enfin, le poids utile *commercial* est de 500 kilogrammes ; le poids total représente 10.636 kilogrammes.

Le *Latécoère 38* enlève donc son propre poids environ, ce qui, pour un hydravion, représente un résultat fort appréciable.

Comme l'appareil est destiné à effectuer un transport régulier au-dessus de l'Atlantique-Sud, il convient de voir les détails de sa construction et ses aménagements intérieurs.

Disons tout d'abord que le *Latécoère 38* est entièrement métallique. Les moteurs, deux Hispano 650 ch, en tandem, reposent sur des longerons en caisson en alliage léger, reliés aux longerons d'aile par une poutre croisillonnée.

Les réservoirs d'huile sont placés dans le capotage. Détail intéressant : une des faces du réservoir affleure l'extérieur, ce qui contribue à refroidir le lubrifiant. Il ne faut pas oublier que l'appareil est appelé à être utilisé dans des régions chaudes. Ce refroidissement supplémentaire s'ajoutera à celui fourni par deux radiateurs d'huile fixés sous les ailes.

L'essence est répartie dans des réservoirs en alliage léger placés dans la coque. L'alimentation est faite par pompes. Un dispositif spécial permet une vidange rapide.

Le refroidissement de l'eau des radiateurs, particulièrement important en raison des températures qui règnent entre Dakar et Natal, a donné lieu à des progrès extrêmement intéressants. Des radiateurs de grandes dimensions ont été disposés sur l'intrados de l'aile, de manière à atteindre le but poursuivi, sans pour cela créer de fortes résistances à l'avancement.

Ajoutons, avant de passer à l'examen de la coque elle-même, qu'une ouverture pratiquée dans l'aile permet de visiter aisément le groupe motopropulseur.

La coque est entièrement en alliage léger ; le fond est très amorti et comporte deux redans. Le redan avant sert au décollage ; celui d'arrière à l'amerrissage. Voici comment : quand l'appareil a suffisamment déjaugé, il monte sur le redan avant d'où il décolle. Le redan arrière ne lui est d'aucune utilité. En revanche, quand il va amerrir, c'est le redan arrière qui touchera

l'eau le premier et tendra à faire baisser l'avant de l'appareil que les gouvernes, à ce moment tirées à fond, contribuent, au contraire, à faire relever.

La coque du *Laté 38* a une étrave très aiguë qui s'élargit progressivement jusqu'à la hauteur du pont. La construction est du type longitudinal. Elle est divisée en cinq compartiments étanches, séparés par des couples-cloisons munis de portes à fermetures autoclaves.

Faisons remarquer que la coque du *Latécoère 38*, à cet égard, nous paraît supérieure à celles des *Short*, cependant si réputées. La célèbre maison anglaise n'a pas jugé bon d'adopter un système de cloisons étanches pour ses coques. C'est là, croyons-nous, une erreur grave que le ministère de l'Air français a judicieusement évitée en exigeant la présence de cloisons étanches.

Les nageoires sont constituées par deux longerons en I fortement nervurés et revêtus en alliage léger ; leur profil est symétrique et semi-épais. Sur l'eau, elles assurent la stabilité latérale ; en l'air, elles concourent à la sustentation.

Les empennages sont monoplans et haubanés. Le gouvernail et le stabilisateur sont munis d'un volet compensateur dont le réglage peut être effectué en vol.

Voyons enfin les aménagements. En allant de l'avant vers l'arrière de la coque, on trouve tout d'abord un poste de manœuvre. Ce poste communique avec l'extérieur par une trappe d'où le mécanicien pourra lancer les cordes d'amarrage, le grappin, l'ancre flottante.

Puis on pénètre dans la soute à bagages, puis dans le poste de pilotage. Celui-ci comporte deux jeux complets de commandes. Il est disposé en conduite intérieure. Dans le poste se trouve un moteur auxiliaire destiné au démarrage des groupes moto-propulseurs.

Derrière l'habitacle des pilotes, se trouve le poste de T. S. F., un petit magasin de vivres de réserve, une table pour le navigateur, les cartes, les accumulateurs.

Poursuivons notre chemin. Nous rencontrons la soute à essence. Les réservoirs de combustible sont disposés de telle sorte qu'entre eux se trouve ménagé un couloir central, comme c'est le cas, d'ailleurs, dans un appareil allemand, le *Dornier Superval*. La soute à essence renferme tous les robinets de distribution et d'isolement des canalisations, plus une pompe à main de secours.

Derrière cette soute est installée une cabine de repos pour l'équipage ; deux cou-

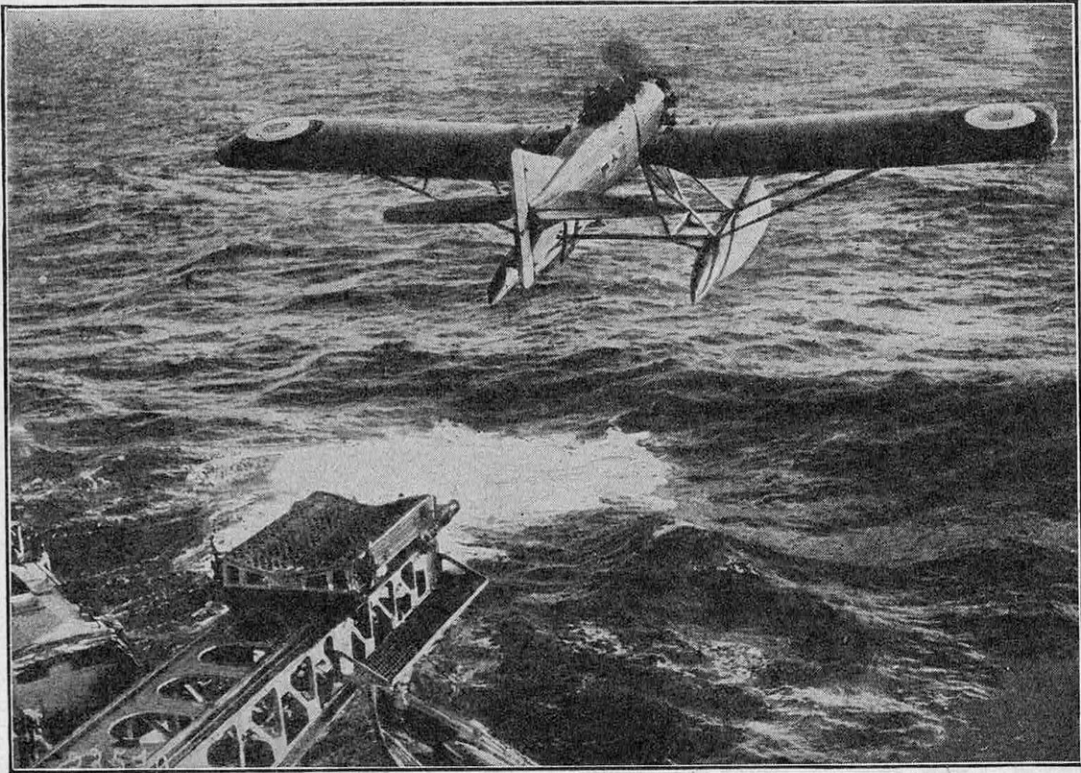
chettes superposées et un siège. Enfin, toujours en se dirigeant vers la queue de l'appareil, on trouve une seconde soute à bagages et, en dernier lieu, un lavabo.

L'appareil, tel qu'il est, fait honneur à la construction Latécoère. Il représente incontestablement un très gros progrès, et les records qu'il a battus permettent d'espérer que, grâce à lui, l'exploitation aérienne du tronçon Dakar-Natal de notre grande ligne

Pour être en mesure de passer les marchés indispensables avec Latécoère, la situation actuelle de l'Aéropostale a besoin d'être sérieusement éclaircie.

Tel est le matériel qui doit permettre de faire de la traversée de l'Atlantique-Sud tout autre chose qu'un raid exceptionnel.

Déjà le *Laté 28-3*, appareil monomoteur à flotteurs, a réussi, le 12 mai 1930, on s'en souvient, cette traversée dans le sens est-



HYDRAVION « GOURDOU », A FLOTTEURS, PHOTOGRAPHIÉ AU MOMENT PRÉCIS OU IL QUITTE LE CHARIOT DE LA CATAPULTE DE LANCEMENT, A BORD D'UN BATIMENT DE GUERRE

aérienne n'est plus qu'une question de mois, peut-être de semaines. Quelques modifications de détails ont été demandées, en effet, au constructeur par les services techniques, mais tout permet de prévoir que le *Latécoère 38* s'envolera prochainement vers l'Amérique du Sud dans des conditions de sécurité encore jamais égalées par quelque nation que ce soit. Encore faut-il que le Parlement statue au plus vite, si l'on veut que l'exploitation aérienne du tronçon Dakar-Natal soit régulière, sur les conditions d'existence de la Compagnie Aéropostale. De même qu'une hirondelle ne fait pas le printemps, un seul appareil, fût-il excellent, ne peut suffire à assurer un trafic régulier.

ouest, piloté par Mermoz. L'équipage hors de pair de la machine, le rayon d'action de l'appareil, l'excédent de puissance dont il disposait, la perfection de ses installations radiotélégraphiques, avaient fait accomplir un pas important dans la voie de l'exploitation régulière du tronçon marin de notre plus grande ligne aérienne. Toutefois, la présence de flotteurs, l'absence d'un ou de plusieurs moteurs de secours montraient que le matériel indispensable pour tenter la traversée dans des conditions de sécurité et de régularité suffisantes faisait encore défaut.

L'apparition du *Laté 38* résoudra-t-elle le problème qui constitue, pour l'avenir de

l'Aéropostale, une question de vie ou de mort ? On est en droit de le penser.

L'effort de *Latécoère*, dirigé par les instructions précises du ministère de l'Air, ne s'est pas borné à cet appareil de 10 tonnes. Un quadrimoteur de 2.600 ch, le *Laté 300*, est également sorti des usines Latécoère. Le tonnage de ce gros hydravion n'est pas inférieur à 20 tonnes. Selon les calculs, il enlèvera son propre poids. Les quatre moteurs de 650 ch chacun sont répartis en deux fuseaux parallèles, analogues à ceux du Dornier superwal. Un accident survenu au cours des essais retarde malheureusement la mise en service de ce type, dont la queue et les empennages arrière doivent subir des modifications.

Ainsi, l'hydraviation française aborde la construction d'appareils de 20 tonnes. Peu à peu se comble le retard que nous avons conservé si longtemps.

Les lignes commerciales ne seront pas les seules à bénéficier de ces travaux.

Les dérivés militaires des *Laté 38* et *300* vont nous permettre de fournir à notre hydraviation militaire des appareils destinés aux grandes reconnaissances, à la défense côtière et aux missions photographiques.

— *La formule Lioré*. Lioré, qui, l'un des tout premiers en France, s'est consacré à la construction des appareils maritimes, présente cette particularité remarquable de s'être attaché à l'étude systématique d'une formule. En l'espèce, il s'agit d'un hydravion à coque, dont la cellule est constituée par une aile monoplane entièrement à porte-à-faux. On retrouve cette « idée-mère » dans le petit *Lioré 180*, dont la puissance est de 120 ch et dont le poids ne dépasse pas 950 kilogrammes. A vrai dire, le *180* fut l'appareil d'étude par excellence. C'est avec lui qu'a été vérifié le bien-fondé de la formule de la maison.

Après lui est venu le *Lioré 22*, monomoteur de 230 ch, le *Lioré 23* de 600 ch, puis le bimoteur *24*. Montés en tandem, les deux 500 ch du *Lioré 24* assurent à l'appareil une bonne vitesse. Cet appareil assurera le trafic de quelques-unes de nos lignes commerciales. Grâce à sa coque haute et large, le *Lioré 24* offre aux passagers un confort exceptionnel. A cet égard, la maison Lioré a innové. C'est la première en France qui a osé mettre à flot des coques où le passager peut se tenir aisément debout.

L'expérience acquise par la maison Lioré permet d'augurer favorablement de la prochaine production de la maison : le quadrimoteur *27*. Cet appareil est, comme le

Laté 38, destiné au trafic sur l'Atlantique-Sud. On a pu voir, au dernier Salon, la coque de cette machine, dont le poids total en charge atteindra 20 tonnes. Il est dommage que la construction du *27* ne soit pas plus avancée. L'exploitation régulière de Dakar à Natal n'en apparaîtrait que mieux assurée.

II. Les hydravions moins lourds

— *Les Cams*. Si nous quittons le domaine des hydravions lourds, nous voyons qu'un appareil français assure dans de bonnes conditions un service très dur en Méditerranée : c'est le *Cams 53*. La machine, un bimoteur de 1.200 ch en tandem, n'est pas neuve, mais elle possède des qualités aériennes remarquables. Marseille-Beyrouth constitue la ligne d'hydravions la plus longue et certainement la plus dure. Le *Cams 53* s'acquitte de sa tâche excellemment, comme le montre la régularité du trafic de la Compagnie Air-Orient. On peut, toutefois, faire observer que le *Cams 53* enlève une charge utile trop faible.

La maison *Cams* devait faire preuve d'une hardiesse technique extraordinaire avec son type *80*, triplace de reconnaissance. Sur cet appareil, les constructeurs ont voulu réaliser un bâti-moteur très fin. Dans ce dessein, ils ont réduit au minimum la structure nécessaire. On ne voit que deux N carénés, réunis à leur base et formant un dièdre. Ce bâti a été articulé sur l'extrados de l'aile aux deux longerons et sa tenue verticale est assurée par deux paires de haubans de repos parallèles, aboutissant aux extrémités de la partie rectangulaire de l'aile. Les haubans sont constamment tendus sous l'action d'amortisseurs oléo-pneumatiques qui les relient aux caissons extrêmes du bâti-moteur.

Le haubannage est complété par deux paires de haubans de retenue en vol reportant en bas des flancs de coque les efforts subis par la voilure. Il a été possible, grâce à cette disposition, de réaliser une voilure légère et de grand allongement, donc fine. La trainée, ou résistance nuisible du système de haubans, est en partie compensée par le gain de finesse sur le bâti-moteur. En résumé, on se trouve en présence d'un bâti-moteur dont l'équilibre instable est assuré élastiquement.

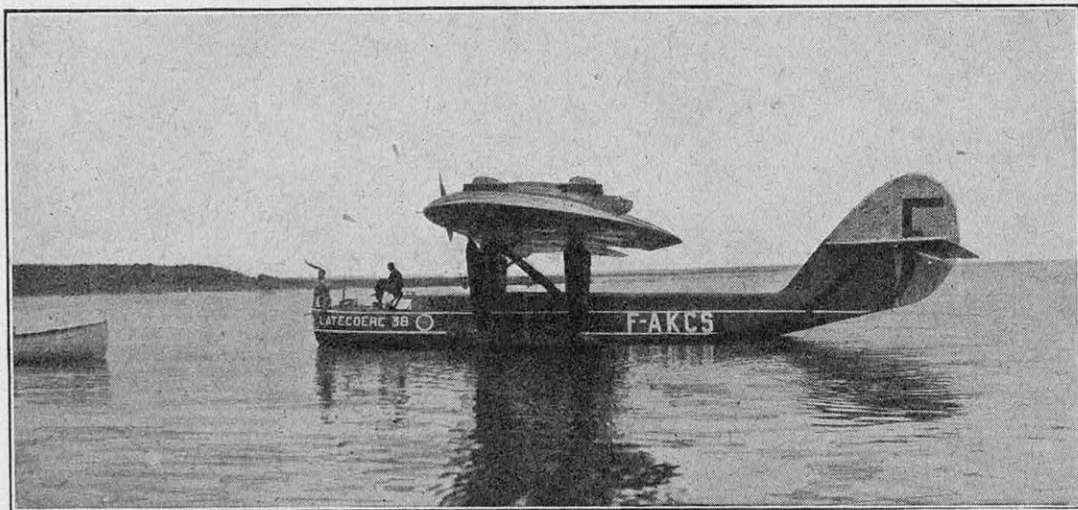
L'hydravion bombardier-torpilleur *Cams 60* constitue également un appareil intéressant. C'est un bimoteur monoplan, à profil semi-épais, monté sur deux flotteurs.

Dans le *Cams 60*, les flotteurs sont de

véritables coques à redan unique. Leur fond est à double courbure. Des portes amovibles, à fermeture hermétique, permettent la visite intérieure d'un bout à l'autre du flotteur.

Cet appareil pèse à vide 4.750 kilogrammes ; son poids total en ordre de vol est de 7.200 kilogrammes, dans lesquels le poids du combustible intervient pour 780 kilogrammes. Le rayon d'action du *Cams 60* est de 1.400 kilomètres, son plafond de 5.000 mètres, ce qui en fait une unité intéressante pour notre armée aérienne.

point de l'être, sans faire mention des petits *Schreck*. Si leur rôle est secondaire (entraînement des élèves-pilotes, liaison), s'ils ne datent pas d'hier, comme on dit, ils n'en continuent pas moins d'assurer admirablement leur tâche. Avec leur coque à fond plat, ils permettent d'aborder au « slip » dans des conditions d'aisance étonnantes. Par leur facilité de pilotage, ils sont des auxiliaires précieux pour entraîner les jeunes pilotes et entretenir la main des anciens. C'est un appareil-école ou d'entraînement remarquablement au point.



L'HYDRAVION « LATÉCOÈRE 38 », DESTINÉ A ASSURER LE SERVICE TRANSATLANTIQUE DAKAR-NATAL, TOTALISE UN NOMBRE DE RECORDS IMPRESSIONNANTS

Les appareils embarqués sur les navires doivent être très robustes

Se représente-t-on tout ce qu'un avion ou hydravion embarqué doit « encaisser » ? Perpétuellement sur sa catapulte, l'appareil est exposé au soleil, à la pluie, au vent, aux embruns ; il est placé généralement entre des manches à air qui aspirent de l'air froid et des cheminées ou des bouches de chaleur qui soufflent de l'air chaud, de la fumée. L'appareil qui doit subir un pareil régime devra donc être particulièrement solide. C'est le cas des *Gourdou* à flotteurs qui équipent nos croiseurs.

Dans ce domaine, il semble bien que nous n'ayons rien à envier à qui que ce soit. L'appareil dont nous disposons correspond, par sa structure générale, ses qualités de construction, au but visé.

Il serait injuste de terminer ce rapide examen des principaux types modernes d'hydravions français en service, ou sur le

Où en sommes-nous dans les hydravions de vitesse ?

L'effort du ministère de l'Air ne s'est pas porté seulement du côté de l'hydravion de gros tonnage. Il serait injuste de ne pas mentionner ce qui a été fait dans le domaine de l'hydravion de vitesse. Sans doute, nous avons déclaré forfait, comme l'Italie, peu de jours avant la Coupe Schneider, mais les efforts dépensés depuis plusieurs années pour regagner le temps perdu n'auront pas été vains. Le *Bernard* ne saurait évidemment approcher, même de loin, la vitesse effarante, 650 kilomètres, du supermarine du lieutenant Stainforth, mais la vitesse qu'il est susceptible de réaliser avec la puissance dont il dispose, 1.500 ch, montre que les solutions adoptées sont saines.

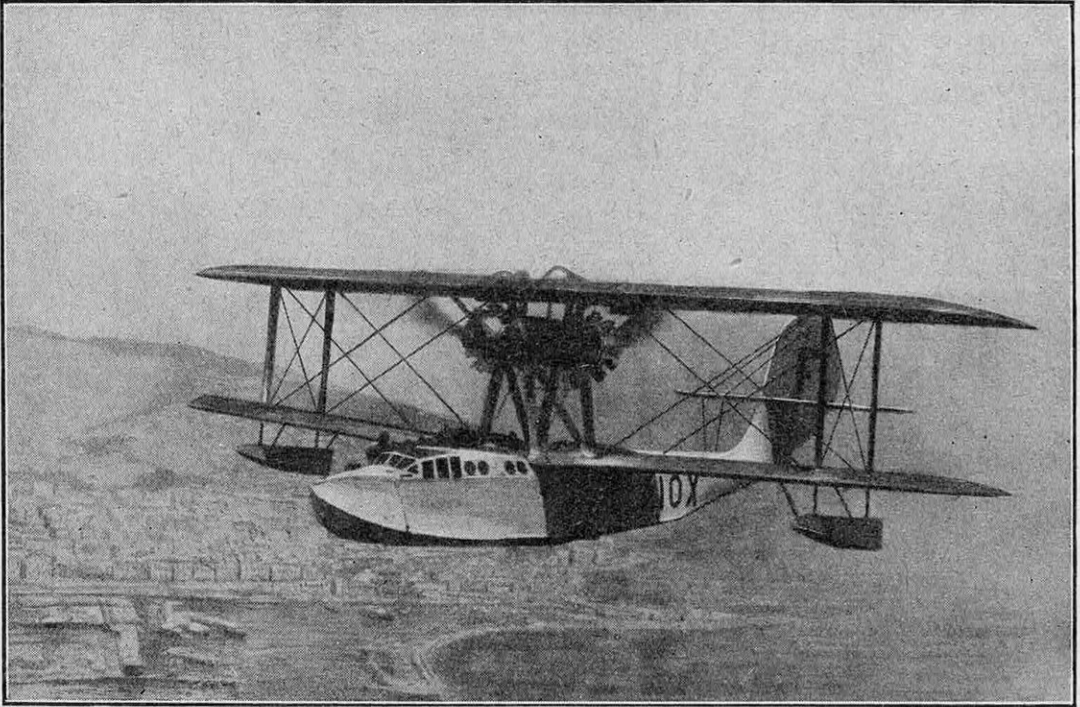
Il nous manque malheureusement des moteurs. Or, comme on le sait, le problème de la plus grande vitesse se résume, avant tout, pour le moment du moins, à la possession

d'un moteur ultra-puissant et ultra-léger. Mais les deux termes soulèvent une foule d'autres problèmes que seuls, jusqu'ici, les Anglais ont pratiquement résolu. Au premier rang de ceux-ci, et bien qu'on ne le fasse généralement pas remarquer, se trouve le refroidissement. Ceux qui ont assisté à la Coupe Schneider de 1931 ont été fort surpris de voir que tout l'appareil de Stainforth, aile, fuselage, plan de dérive, flotteurs, contribuent au refroidissement. La surface des ailes et

faitement adaptés à leur destination n'ont pas encore porté tous les fruits qu'on est en droit d'attendre, il est incontestable qu'un très grand progrès a été accompli.

Avec le *Laté 38*, nous disposons dorénavant d'une machine qui est nettement à la taille de la traversée de l'Atlantique-Sud.

Avec le *Lioré 24*, l'hydraviation commerciale compte un type d'appareil très confortable, en mesure de bien remplir son rôle sur les lignes méditerranéennes.



LE « CAMS 53 » ASSURE L'EXPLOITATION DU TRONÇON MARITIME MARSEILLE-BEYROUTH, DE LA LIGNE MARSEILLE-SAIGON

le « ponté » des flotteurs sont utilisés pour refroidir l'eau ; le fuselage et le plan de dérive pour refroidir l'huile.

Les Anglais ont réussi là un tour de force technique admirable ; mais on peut se demander si, pour passer à des vitesses supérieures, il ne faudra pas faire intervenir d'autres solutions. Jusqu'à présent, la puissance des hydravions de course a augmenté beaucoup plus rapidement que la surface de l'appareil. Celle-ci jouant dorénavant un rôle de premier plan dans le refroidissement du moteur, on ne saurait plus songer à augmenter encore le rapport de la puissance du moteur à la surface de l'appareil.

Si les efforts du ministère de l'Air pour doter l'aviation française d'hydravions par-

Avec le *Cams 53*, le trafic Marseille-Beyrouth est assuré dans des conditions de régularité remarquables.

Avec les *Cams 80* et *60*, notre armée de l'air dispose d'appareils puissants.

Avec le *Gourdou*, l'aviation embarquée peut remplir sa dure mission dans des conditions raisonnables.

Avec le *Bernard*, le ministère de l'Air a fait effectuer un pas très sérieux dans la voie de la plus grande vitesse.

L'hydraviation française, enfin, est franchement entrée dans le domaine des appareils de gros tonnage, 20 tonnes, en charge et plus. A notre avis du moins, c'est là la meilleure raison d'avoir confiance dans l'avenir.

J. LE BOUCHER.

L'AVENIR DU CAOUTCHOUC

Par R. CHENEVIER

De toutes les matières premières indispensables à l'industrie moderne, le caoutchouc est, sans conteste, celle qui a subi les fluctuations de cours les plus considérables. Exagérément développée à la suite des immenses besoins en caoutchouc au cours de la guerre et de l'après-guerre, la production s'est bientôt trouvée disproportionnée à la demande. Le plan Stevenson (1), limitant cette production, fut alors établi par l'Angleterre. Mais sa mise en vigueur déclancha une lutte économique entre celle-ci, principale productrice de gomme, et les Etats-Unis, principaux consommateurs. En s'adressant aux planteurs hollandais et indigènes qui n'avaient pas adhéré au plan, et en inaugurant la politique du caoutchouc régénéré (2), les consommateurs américains eurent raison des producteurs britanniques. Le plan fut aboli, et les cours du caoutchouc connaissent aujourd'hui le prix dérisoire de 2 pence (1 franc) la livre-poids anglaise de 453 grammes, après avoir atteint, en 1920, 60 pence (30 francs). Cependant, la technique vient maintenant au secours du caoutchouc. Grâce à la greffe de l'hévéa, en effet, le prix de revient de la gomme peut être abaissé par l'augmentation du rendement des plantations. Ainsi, d'une part, les exploitations médiocres et indigènes ne pourront soutenir la lutte et, d'autre part, le caoutchouc naturel pourra de nouveau concurrencer heureusement le caoutchouc régénéré. De plus, il n'est pas téméraire de penser que les applications du caoutchouc se multiplieront. L'automobile, l'aviation, l'électrotechnique, l'aménagement des immeubles, etc., en consommeront de plus en plus. Déjà les essais effectués en vue d'utiliser le caoutchouc pour le pavage des rues se poursuivent dans de nombreux pays et ont donné, paraît-il, satisfaction. L'avenir du caoutchouc n'apparaît donc plus aussi sombre qu'on pourrait le redouter. C'est aux planteurs qu'il appartient, en mettant en œuvre les progrès de la technique dans la culture de l'hévéa, d'abaisser le prix de revient de la gomme, afin d'assurer un rendement rémunérateur de leurs exploitations. C'est aux financiers à continger la production par des accords internationaux.

DANS un mémoire qu'il présentait, en 1739, devant l'Académie des Sciences, le mathématicien La Condamine, revenant d'un voyage en Amérique du Sud, écrivait :

« Il croît, dans les forêts de la province d'Esmeraldas, un arbre appelé par les naturels du pays : *hévé* ; il en découle, par la seule incision, une liqueur blanche comme du lait, qui durcit et noircit peu à peu à l'air... Dans la province de Quito, on enduit des toiles de cette résine et on s'en sert aux mêmes ouvrages pour lesquels nous employons la toile cirée.

« Le même arbre croît aussi le long des bords de la rivière des Amazones, et les Indiens Mainas nomment la résine qu'ils en tirent : *cahuchu*. »

Aujourd'hui, cette résine est connue dans le monde entier sous le nom de caoutchouc, déformation directe du vocable *cahuchu*. Elle gouverne nombre d'industries qui, sans elle, ne seraient pas. Ses propriétés physiques variées, et qu'on ne trouve dans aucun autre

produit naturel, lui ont valu une incroyable fortune. Élastique, insoluble dans l'eau, isolante, elle est susceptible d'applications infinies. Littéralement, si le caoutchouc n'existait pas, il faudrait l'inventer.

Et, cependant, paradoxe incroyable, le caoutchouc, qui fait chaque jour la fortune de ceux qui l'emploient, ne fait plus celle de ceux qui le produisent. La loi économique de l'offre et de la demande oppose, dans une âpre lutte, le groupe des industriels acheteurs à celui des producteurs vendeurs. A la faveur de quels antagonismes fondamentaux, de quelles erreurs de manœuvre, de quelles inégalités de répartition géographique, cet antagonisme a-t-il pu prendre naissance, puis s'exacerber pour parvenir au degré aujourd'hui atteint ? C'est ce qu'il convient de rechercher minutieusement, dans l'intérêt même du produit et de son avenir.

Cent ans d'histoire du caoutchouc

Industriellement, le caoutchouc ne date que de 1839. Cette année-là, en effet, un Américain, du nom de Goodyear, découvrit qu'en chauffant, à une température déter-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 531.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 115, page 29.

minée, un mélange de soufre et de caoutchouc, ce dernier acquérait une homogénéité définitive. Pour si importante que devait s'affirmer cette découverte, elle ne porta guère profit à Goodyear. Quand il mourut, en 1860, il laissait plus de 180.000 dollars de dettes.

Mais le caoutchouc était lancé. Hétérogène, il était inapte à tout autre emploi que celui de gomme à effacer. Homogène, il voyait s'ouvrir devant lui un champ quasi illimité de débouchés.

Seulement, cet excès de fortune ne tarda pas à poser un problème nouveau. Faire face à des demandes régulières implique des fournitures non moins régulières de matière. Or, depuis La Condamine et son mémoire, les conditions de la production du « cahuchu » n'avaient guère varié. Et elles juraient étrangement avec les exigences toujours plus impérieuses d'un monde toujours plus moderne.

C'est qu'en effet l'*Hevea brasiliensis*, qui existait à l'état sauvage dans les forêts vierges de l'immense Brésil, n'était exploité par les Indiens que d'une manière aussi rudimentaire qu'occasionnelle. L'impossibilité était absolue d'espérer une amélioration de leurs méthodes. Si le monde civilisé voulait avoir des apaisements quant à la régularité et à la qualité des fournitures, force lui était d'intervenir et de mettre sa technique au service du produit.

En 1876, un Britannique, sir Henry Vic-kam, expédie du Brésil au jardin de Kew, près de Londres, soixante-dix mille graines d'hévéas. Trois mille seulement peuvent être plantées. Deux mille germent, qui sont, sur-le-champ, envoyées à l'île de Ceylan, dont le climat est jugé favorable. De ces deux mille germes dérivent, aujourd'hui, par voie de descendance, les centaines de mille tonnes de caoutchouc que produisent les plantations.

Une ère de prospérité : de 1914 à 1920

Et voici, maintenant, la troisième grande date : 1886. La bicyclette est née. Ses roues sont garnies de caoutchouc, mais de caoutchouc plein. Un jour, un Irlandais de Belfast, Dunlop, a l'idée de substituer à ce bandage plein un véritable tuyau de caoutchouc gonflé d'air. Le pneumatique était né et, par lui, fixé le destin du caoutchouc.

Puis Forest découvre le moteur à explosions et l'automobile fait son apparition. Sur-le-champ, elle adopte, malgré maintes difficultés et déceptions, la conquête de Dunlop. Dans le même temps, l'électricité prend un

essor formidable ; si bien que, de poussée en poussée, le caoutchouc est hissé au premier rang des matières premières indispensables.

Cette action prodigieuse, résultante d'un concours de forces diverses, ne manqua point d'avoir une répercussion à la production. Dès 1910, époque où l'automobile commence à se généraliser, alors que la demande déborde, s'offre et se livre à un véritable jeu de surenchère, les planteurs s'inquiètent de développer leurs plantations, sources d'un véritable Pactole. Littéralement, ils plantent à tour de bras. Une véritable fièvre gagne tout l'Extrême-Orient et atteint l'Indochine, jusqu'alors indifférente. Avec la guerre et le surcroît de demandes qu'elle provoque, demandes qui exigent d'être satisfaites à n'importe quel prix, cette fièvre se change en frénésie. De 1914 à 1920, les planteurs de caoutchouc vivent un véritable âge d'or, dont ils ne conçoivent même pas la fin.

La lutte entre producteurs et consommateurs : la victoire de ces derniers

Et, cependant, combien va être terrible leur réveil !

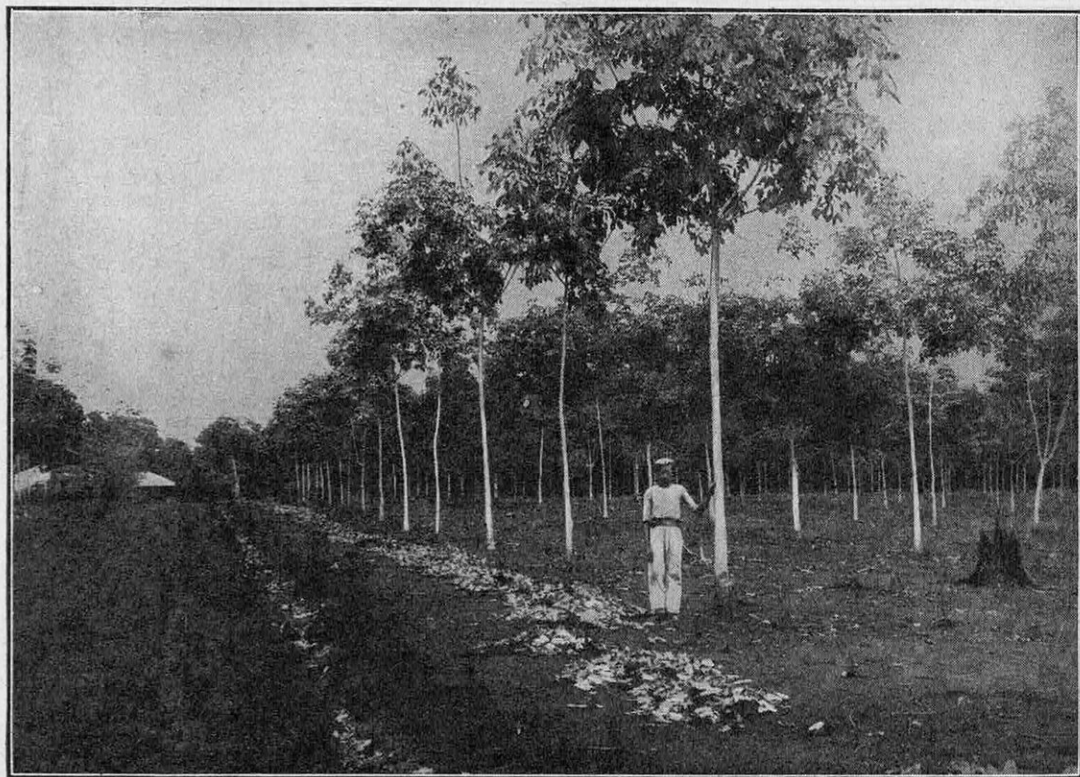
Avec la paix prennent fin les besoins extraordinaires des nations, la demande régresse et reprend son cours normal. Régression brutale que les planteurs n'ont pas prévue et qui renverse instantanément les tendances sur les marchés du caoutchouc. A l'abondance des besoins succède l'abondance des offres. Les cours s'affaissent brusquement, semant un désarroi d'autant plus vif chez les planteurs que ceux-ci se trouvent engagés, pour de nombreuses années, dans la voie des fortes productions. Les hévéas plantés à la fin de la guerre, 1917-1918, ne donneront de la gomme que sept ans après. Comment le marché pourra-t-il absorber cet afflux nouveau ?

Mais ce n'est point tout. A cette situation déjà difficile, due à une faute de prévision des planteurs, s'adjoint un fait nouveau dont la portée s'avère redoutable : c'est que le pays qui produit n'est pas celui qui consomme. D'où un heurt d'intérêts en perspective, heurt que hâtera une erreur politique de la part des producteurs.

C'est l'Angleterre qui est la plus forte productrice ; Ceylan et la Malaisie réunies représentent, environ, 60 % de la production mondiale ; 30 %, les Indes Néerlandaises. Quant au solde, il se partage entre l'Indochine, l'Afrique et le Brésil. Ayant la suprématie, l'Angleterre crut de son devoir, et surtout de

son intérêt, de prendre la défense des producteurs. Elle imagina, en 1922, un plan de restriction à l'exportation, plan adapté aux fluctuations des prix (1). Connue sous le nom de son inventeur, sir John Stevenson, ce plan ne reçut pas l'adhésion des planteurs hollandais, ni celle des planteurs indochinois. Si bien qu'au lieu de susciter la formation d'un front unique de défense du producteur, il ne permit que de former un front de défense des seuls planteurs britan-

1922, à 1 shilling 7 pence à la fin de 1924, les Américains commencèrent-ils à regimber. Et ils regimbèrent de plus en plus à mesure que les prix montaient. Quand, à la fin de 1925, ceux-ci atteignirent 4 shillings 7 pence, ils estimèrent que la coupe était pleine et que le moment était venu de déclencher une offensive contre cette tension systématique du cours, due exclusivement à une réglementation artificielle de la production et s'exerçant à leur détriment direct.



PLANTATION D'HÉVÉAS DE SIX ANS EN INDOCHINE

niques. La distinction est d'importance, car c'est en partie de ce défaut d'unanimité qu'est due la néfaste situation actuelle.

C'est qu'en effet, si les Anglais sont les principaux producteurs de gomme, s'ils ont monopolisé, au profit de Singapour d'abord, de Londres ensuite, le grand marché de vente du produit, ce sont, par contre, les Américains qui sont les principaux acheteurs. Près de 80 % des quantités annuellement vendues prennent la direction de leurs ports.

Aussi, quand le plan Stevenson entra en application et qu'il suscita une tension des prix, ceux-ci passant de 6 pence 3/4 la livre anglaise de 453 grammes, en septembre

Cette offensive revêtit plusieurs aspects. Tout d'abord, les Américains formèrent un front unique d'acheteurs en créant un organisme central d'achats et en instaurant à New-York une véritable Bourse du caoutchouc, cela pour desserrer l'étreinte britannique et concurrencer le grand marché mondial de Londres. En même temps, et pour faire pièce directement à lord Stevenson et à son plan, ils inaugurèrent la politique du caoutchouc régénéré (1), diminuant ainsi la consommation de gomme neuve. A l'heure actuelle, la consommation américaine de caoutchouc régénéré atteint 30 % de sa consommation totale.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 531.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 115, page 29.

L'effet de ces différentes mesures ne tarda pas à se faire sentir. Les stocks augmentèrent à la production et le plan Stevenson perdit de sa vigueur. Les planteurs hollandais et les planteurs indigènes, qui n'y avaient point adhéré, vendaient la gomme au prix qu'ils estimaient rémunérateur. A leur tour, pour éviter d'être bloqués dans une attitude négative, les planteurs anglais soumis à la réglementation baissèrent les leurs. En 1926, le prix de la livre anglaise de caoutchouc n'était plus que de 1 shilling 8, en moyenne. En 1927, il tombait à 1 shilling 4. En avril 1928, il s'effondrait à 8 pence, malgré le plan. C'était sa fin. Les consommateurs américains avaient battu les producteurs britanniques. En novembre de la même année, le plan Stevenson fut retiré et la liberté restituée au marché du caoutchouc.

Cette liberté ne lui profita guère. Tout d'abord, les Américains, résolus à exploiter leur territoire, se refusèrent à désarmer. Puis se manifestèrent les prodromes de la crise mondiale. Les cours de la gomme se ressentirent de ce double état de fait. Progressivement, ils continuèrent à baisser, de 8 pence à 6 pence, puis à 4 pence, pour se trouver aujourd'hui à 2 pence, c'est-à-dire à un taux qui, s'il se maintient, conduira infailliblement à la ruine toutes les exploitations.

Telle est, en raccourci, la vie prodigieuse du caoutchouc depuis un siècle environ. Liée intimement à de grandes découvertes,

elle s'est ressentie de leur incidence sur la vie moderne. Aujourd'hui, un sévère retour de fortune, dû en majeure partie à l'imprévision des planteurs, contre-balance la vigueur de l'essor. Après avoir valu le prix excessif de 60 pence, le caoutchouc ne vaut plus que le prix dérisoire de 2 pence. Jamais, semble-t-il, matière première, de nécessité

aussi évidente n'a enregistré de tels écarts de cours.

La technique au secours du caoutchouc

Peut-être conviendrait-il, en fin de compte, de désespérer du sort, non du caoutchouc, mais de ceux qui le produisent, si la technique ne leur était venue en aide et ne leur avait apporté un moyen de redressement.

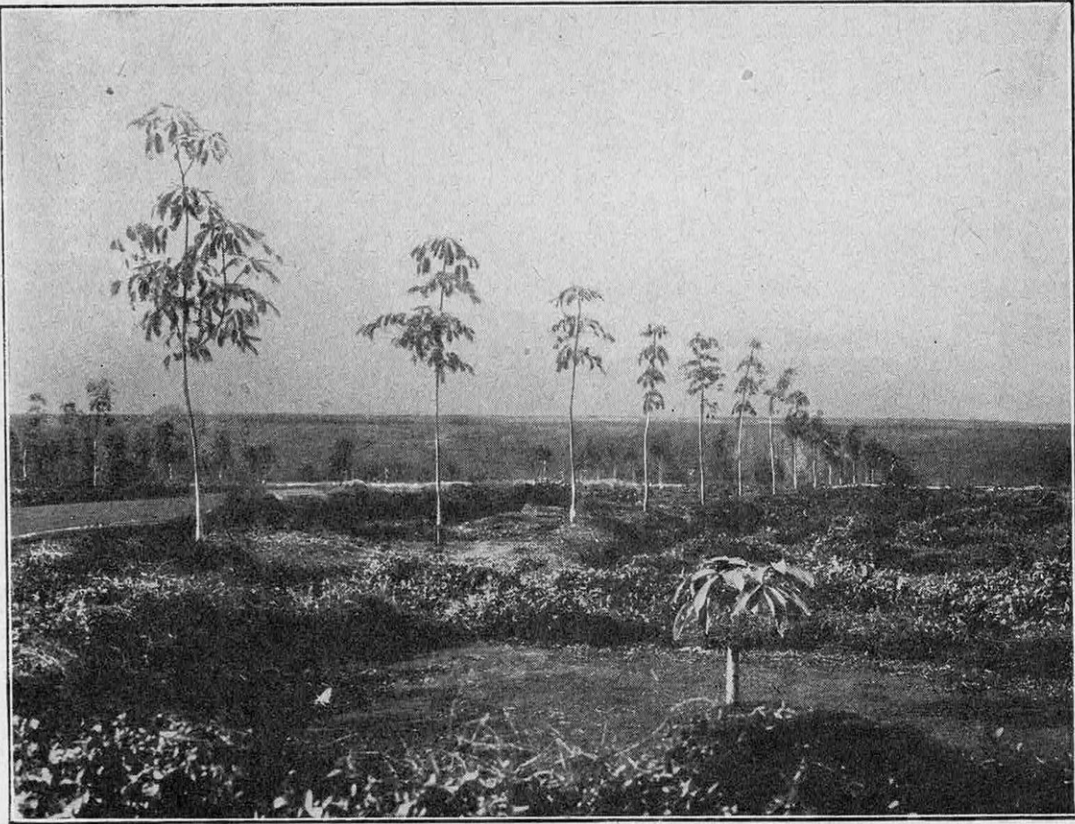
C'est aux Anglais que revient l'honneur d'avoir implanté l'hévéa en Extrême-Orient, mais c'est aux Hollandais que revient celui de l'avoir scientifiquement étudié, puis amélioré dans les stations d'essai



UN ARBRE MÈRE QUI FOURNIT 150 GRAMMES DE CAOUTCHOU SEC A CHAQUE SAIGNÉE

qu'ils ont constituées à Java. Appliquant à l'hévéa les méthodes classiques de la botanique expérimentale, les Hollandais ont abouti à des résultats assez probants pour autoriser de sérieux espoirs.

Tous les producteurs qui travaillent le sol s'efforcent d'accroître les rendements de leurs plantes. Ils y parviennent, soit par la sélection des semences, soit, quand la plante s'y prête, par la greffe. Dans le cas de l'hévéa, les Hollandais ont essayé des deux méthodes. Mais, bien vite, ils ont reconnu que la greffe



PLANTATION D'HÉVÉAS GREFFÉS A XACAT (INDOCHINE)

Au premier plan, petit hévéa greffé ayant quelques mois d'existence. La tige du plant greffé est excentrique au sujet. A gauche, une ligne d'hévéas greffés ayant deux ans d'âge.

était supérieure, tant par la rapidité de ses résultats que par l'accroissement de rendement qu'elle permettait.

La greffe de l'hévéa doit permettre de réduire le prix de revient de la gomme à la moitié ou au tiers de son prix actuel

C'est en 1916 qu'un savant hollandais, Cramer, marchant sur les traces du grand botaniste Melchior Treub, Hollandais également, entreprit l'étude de la greffe de l'hévéa. En 1917, à la station d'essai de Buitenzorg, dont il était alors directeur, M. Cramer créa sa première pépinière et, en 1918, sa première plantation d'essai. La réussite fut complète et, moins de deux

années après, les Hollandais commençaient à appliquer la greffe.

Les profits de la greffe ? Laissons à M. Cramer le soin de les définir lui-même.

« Les expériences avec les greffes, disait-il en 1929, lors d'une communication à l'Académie coloniale

française, ont donné jusqu'ici des résultats tels que l'on peut en attendre des productions doubles ou triples du rendement moyen des plantations ordinaires.

Il est même possible qu'avec des variétés nouvelles on puisse encore aller plus loin. Il va sans dire que les frais d'exploitation restent les mêmes ; on réduit donc le prix de revient à la moitié ou au tiers du prix actuel ; on augmente le profit par kilo-

| NOMBRE D'HÉVÉAS | CIRCONFÉRENCE DU TRONC | POIDS DU CAOUTCHOUC (en grammes) | | | |
|-----------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | 1 ^{re} saignée 16-22-25 | 2 ^e saignée 18-22-25 | 3 ^e saignée 22-12-25 | 4 ^e saignée 7-1-26 |
| 15 (greffés) | 0,58 | 22,9 | 22,2 | 18,1 | 15,4 |
| 15 (témoins) | 0,62 | 6,5 | 6,4 | 5,7 | 4,7 |

TABLEAU MONTRANT L'AUGMENTATION DE PRODUCTION DE L'HÉVÉA GREFFÉ PAR RAPPORT AUX ARBRES TÉMOINS

gramme, tandis qu'on double ou triple le nombre de kilogrammes sur lesquels ce profit est fait. »

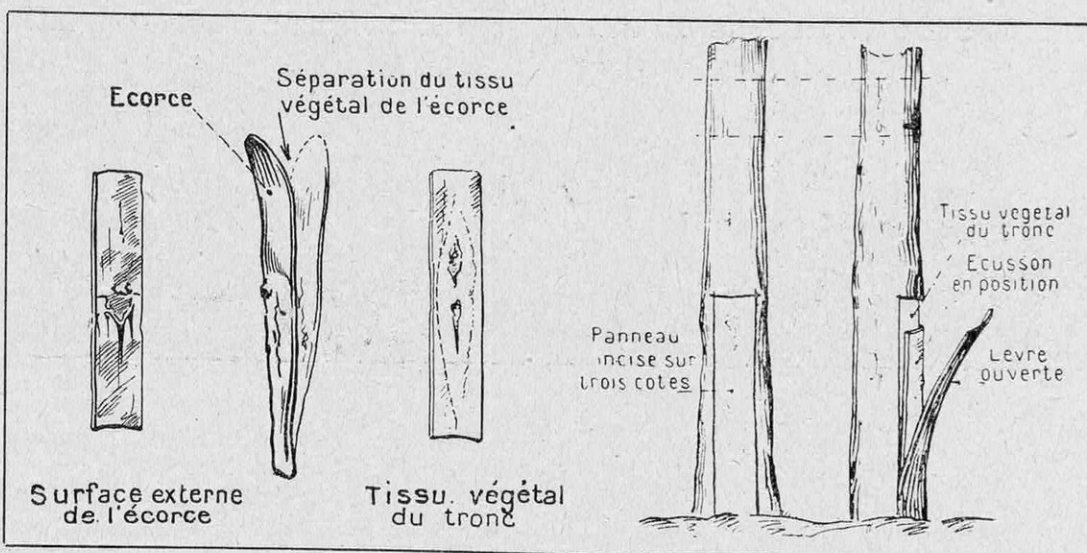
Cette extension du rendement a, du reste, été confirmée au cours de maintes expériences. C'est ainsi qu'au cours de quatre saignées, faites à quelques jours d'intervalles sur des hévéas greffés et sur des hévéas non greffés, on a constaté que les premiers donnaient des résultats plus de trois fois supérieurs à ceux des seconds.

Peu de plantations sont encore greffées ; cependant l'opération est fort simple

Cette confirmation des prévisions théoriques a plus fait pour la greffe de l'hévéa

plus malaisé de greffer un hévéa qu'un poirier.

Tout d'abord, il sied de choisir un arbre d'un bon rendement moyen : 2 kg 500 de caoutchouc sec par an. Ses graines, recueillies, sont plantées en pépinières, de manière à obtenir de jeunes plants. Quand ceux-ci ont un an déjà, ils sont prêts à être greffés et prennent le nom de sujet. La méthode en vigueur est celle de la greffe par écusson (1). Sur l'arbre mère, on découpe un écusson du bois de greffage contenant un œil de bourgeon. Puis, sur le sujet, on pratique à la base du tronc deux incisions verticales, reliées à leur sommet par une incision horizontale. On rabat de haut en bas la



PRÉPARATION DU GREFFON ET DU SUJET POUR LA GREFFE EN ÉCUSSON, TELLE QU'ELLE EST PRATIQUÉE SUR L'HÉVÉA, DONT ELLE ACCROÏT ET ACCÉLÈRE LA PRODUCTION DE GOMME

que n'importe quelle propagande. C'est ainsi qu'à Java, en 1928, sur 112 plantations, 89, soit 80 %, pratiquaient le greffage. Cette même année, 45 millions de greffes y étaient faites (chiffres de M. Cramer, en 1930).

Néanmoins, pour si impressionnants que soient ces chiffres et proportions, ils ne sont encore que modestes, si l'on veut bien songer que, sur 3 millions d'hectares plantés d'hévéas en Extrême-Orient, 100.000 à peine sont plantés en greffe.

Et, cependant, l'opération du greffage en elle-même n'est guère compliquée. Simplement, elle nécessite des soins minutieux, même méticuleux. Elle requiert, pour porter ses fruits, des conditions de sol, de chaleur et d'état hygrométrique déterminées. Ces conditions remplies, il n'est pas beaucoup

lèvre ainsi formée et, sur le tissu végétal du sujet ainsi mis à nu, on applique, en étroit contact, le tissu végétal de l'écusson. Après quoi, on remet la lèvre en place, on ligature solidement la blessure et, si le soleil ou la pluie sont à craindre, on double la ligature d'une ceinture protectrice en feuillage.

Deux à trois semaines après, on retire ligature et lèvre pour examiner la greffe. Un grattage léger de l'écorce de l'écusson permet de se rendre compte de l'évolution de l'opération. Si la couche végétale est verte, c'est que la greffe réussit. Alors, dans le but d'attirer vers le greffon toute la sève du sujet, on coupe le tronc de ce dernier à quelques centimètres au-dessus de la blessure. L'écusson ne tarde pas à se gonfler, à bourgeonner et à donner naissance à un sujet.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 397.

Quand celui-ci a atteint une hauteur de quelques centimètres, on en coupe le bout au niveau de la blessure, pour obtenir une cicatrisation plus complète. L'opération proprement dite est alors terminée, et le traitement ultérieur de la greffe, analogue à celui des plants de semis, ne présente plus aucune particularité.

Les conséquences économiques de la greffe de l'hévéa

Economiquement, la greffe de l'hévéa a une considérable importance. Par la multiplication du rendement, autant que par le maintien des prix de revient actuels, elle peut influencer considérablement sur le marché du caoutchouc. Certes, cette influence se fera à longue échéance, mais il n'est pas interdit d'en prévoir les effets.

Tout d'abord, la production du caoutchouc se trouvera augmentée dans des proportions considérables, cependant que son prix de revient deviendra moindre. Cette réduction de prix viendra fort heureusement en correction de ce que la production pourrait présenter d'excès, par suite de l'accroissement de rendement de l'hévéa en gomme. Elle signifiera, en effet, la fin des plantations médiocres et des plantations indigènes. D'où, sur les taux actuels de production, une compression importante d'au moins 200.000 tonnes, soit plus de 20 %.

Par ailleurs, la généralisation de la greffe sonnera le glas du caoutchouc régénéré,

dont l'emploi intensif a été pour beaucoup dans la crise actuelle du caoutchouc. Soit encore un minimum de 100.000 tonnes à remplacer par de la gomme neuve. Enfin, elle délivrera — pour un temps tout au moins — le caoutchouc naturel de ce cauchemar qu'est pour lui le caoutchouc de synthèse.



PLANTATION D'HÉVÉAS GREFFÉS EN 1929 (INDOCHINE)

Les applications du caoutchouc sont appelées à se multiplier

Certes, il est évident que, sur les données actuelles de la consommation et malgré la résorption de 900.000 tonnes, la production de caoutchouc issu de greffe laisserait un excédent. Mais cet excédent ne doit pas effrayer. Les industries qui emploient le caoutchouc sont loin d'avoir saturé le marché. L'automobile, l'aviation, l'électricité ont encore devant elles des débouchés considérables, qu'il est vain de mesurer, mais qui

sont bien de l'ordre de grandeur de 100 % sur la base de leur développement actuel. N'oublions pas non plus certaines fabrications (tapis, meules, éponges en caoutchouc, etc.).

De plus, d'autres utilisations du caoutchouc peuvent se préciser, utilisations qui n'avaient pu encore aborder le domaine pratique, en raison des prix de la gomme et de difficultés techniques, mais qui, demain, seront susceptibles des applications les plus étendues. Ainsi, par exemple, le revêtement caoutchouté des routes.

La route de caoutchouc doit apporter un important débouché à l'industrie de la gomme

Il y a une quinzaine d'années, les Anglais ont abordé l'étude des problèmes de l'application du caoutchouc aux chaussées, mais ils l'ont abordé sous un angle quelque peu faux. En effet, ils n'ont conçu cette application que sous la forme de pavés. Ceux-ci, blocs cubiques de béton recouverts d'une double enveloppe de caoutchouc, revenaient à des prix tels — 700 francs le mètre carré — que leur application généralisée s'avéra prohibitive.

Il y a un an environ, un groupe de planteurs français, soucieux d'étendre le champ des applications du caoutchouc, s'avisait de substituer aux pavés le revêtement de caoutchouc. La Ville de Paris, consultée, voulut bien se prêter à des essais. Ceux-ci furent opérés quai de la Râpée, en avril dernier. Un tapis de 75 mètres carrés fut posé sur soubassement et collé. Pour répondre aux exigences de l'expérience, ce tapis fut plusieurs fois déplacé, mais ces déplacements n'altèrent en rien ses qualités de résistance au roulage, de souplesse et de parfaite adaptation. Devant cette évidence de réussite, il est à souhaiter que l'essai soit poussé plus avant et sur de plus grandes superficies. Alors, la Ville pourra vérifier la qualité des colles destinées à assurer l'étanchéité des joints des différentes nappes de tapis à adapter les unes aux autres.

Certes, ce revêtement est encore d'un bon prix. Et il est vain d'en espérer l'application à toutes les routes de France. Mais, pour des rues à circulation très intense, où les vibrations sont une cause de troubles pour les individus et de risques pour les objets mobiliers, il ne saurait être trop recommandé.

Quant à l'accroissement de consommation que ce nouveau débouché pourrait procurer au caoutchouc, il est assez malaisé de le chiffrer. Cependant, pour rester dans les limites raisonnables, tablant sur la confection en revêtement caoutchouté de 1.000 kilomètres par an et dans tout l'univers, on arrive à un surcroît de consommation de

70.000 à 80.000 tonnes, soit, environ, le huitième de la consommation mondiale.

Et ce qui est possible pour les chaussées l'est également pour les trottoirs. De même, il n'est pas interdit d'envisager la confection de véritables parquets de caoutchouc, reposant directement sur le béton de construction. Manifestement, ce ne sont pas les emplois qui risquent jamais de faire défaut au caoutchouc.

L'industrie papetière elle-même n'envisage-t-elle pas l'adjonction de gomme dans la pâte à papier, cela dans le but de donner au papier plus de souplesse, d'élasticité et de résistance ?

Où va le caoutchouc ?

L'avenir du caoutchouc, malgré la crise actuelle, malgré les erreurs commises, ne saurait être tenu pour sérieusement menacé. Le caractère de nécessité du produit en est le meilleur garant. Mais le redressement du marché, redressement plus ou moins prompt, ne dépend pas des techniciens, ni même des fabricants. Il est entre les mains des seuls producteurs, lesquels exploitent, en ce moment, selon les méthodes les plus contraires à leur intérêt. Dans le but de diminuer leurs prix de revient et d'obtenir une rentabilité impossible à atteindre avec les cours actuels, ils saignent leurs hévéas à tour de bras, sans apercevoir que plus ils produisent, plus ils affaiblissent les cours et que cet affaissement l'emporte, et de loin, sur les minces économies qu'ils réalisent dans leurs frais de production. De ce fait, si la crise, qui se développe depuis plus de dix ans et qui est aujourd'hui à son paroxysme, ne saurait atteindre mortellement le caoutchouc, par contre, elle peut exercer de grands ravages parmi les planteurs. Rien, en effet, n'altérera la fortune du produit. Celle-ci est fixée depuis longtemps et est plutôt en passe de s'étendre que de se réduire. Et nombreux sont les techniciens qui prévoient que, de toutes les matières premières actuellement touchées, le caoutchouc sera la première à se redresser et à retrouver un statut d'équilibre favorable.

R. CHENEVIER.

« Le labeur de toute ma vie a toujours été guidé par l'idée de rendre mon pays ÉCONOMIQUEMENT INDÉPENDANT de l'étranger. » (Déclaration du Professeur allemand BERGIUS, Prix Nobel de Chimie de 1931.)

— Une telle affirmation est à méditer quand elle émane du savant qui a le plus contribué à la préparation des « carburants de synthèse ».

LA SCIENCE AU SERVICE DES AVEUGLES

Un nouvel appareil qui transpose en relief tous les caractères imprimés

Par Charles BRACHET

LA SCIENCE ET LA VIE a annoncé la première, en 1926 (1), les travaux de M. et M^{me} Thomas en vue de réaliser un appareil permettant aux aveugles de lire n'importe quel caractère imprimé. Voici, maintenant, la réalisation de ce dispositif, qui, grâce à la cellule photo-électrique, traduit en relief une lettre quelconque, que l'aveugle peut ainsi, au toucher, reconnaître aisément.

LA cellule photoélectrique a déjà permis de réaliser en télémechanique ce qu'on n'eût pas manqué, autrefois, d'appeler des miracles ou, tout au moins, des paradoxes : l'ombre d'un malfaiteur suffit à déclencher le signal d'alarme qui le fait prendre ; celle du cheval de course imprime sur le chronographe l'instant précis de l'arrivée au poteau. Mais voici une réalisation qui exigeait un peu plus d'ingéniosité : la cellule photo-électrique permet désormais de transposer tous les caractères à l'encre en ce relief pointillé grâce auquel les aveugles peuvent prendre, par le toucher, la connaissance rapide d'une ligne, d'un schéma. Et

c'est effectivement à l'usage des aveugles que les inventeurs, M. et M^{me} Thomas, ont créé l'appareil que nous allons décrire : le « photoélectrographe ».

Le texte mis en lecture est placé sur un chariot qui se meut sur la table du bureau, de manière à faire passer successivement toutes les lettres dans le champ d'un objectif. L'image de la lettre, recueillie par l'objectif, est projetée, par un jeu de miroirs, à l'intérieur du meuble, sur un échiquier de cellules photoélectriques étroitement juxtaposées.

L'ombre portée de la lettre voile donc un certain nombre de cellules, à l'exception des autres. Dans ces conditions, les cellules éclairées fournissent un courant, les cellules voilées n'en fournissent pas.

Toutes les cellules font partie d'un circuit électrique, comprenant un relais auquel fait suite un électroaimant actionnant, de bas en haut, une tige verticale. L'électro-

se trouve normalement excitée (grâce à l'office du relais) quand la cellule photo-électrique correspondante est voilée. Toutes les cellules voilées par l'ombre de la lettre actionneront donc autant de ces tiges verticales que meurent les électros. Ceux-ci sont

groupés en demi-lune autour des tiges verticales, elles-mêmes groupées en un faisceau central. La tête du faisceau affleure la table du bureau en un cadre de quelques centimètres carrés. Sur ce cadre, les tiges qui émergent, sous l'action des cellules ombrées de l'échiquier de projection, dessineront, par conséquent, en pointillé, le linéament de l'ombre projetée, c'est-à-dire, en fin de compte, la lettre.

Palpant du doigt ce relief pointillé, l'aveugle est donc à même de le reconnaître et d'identifier la lettre.



LE PHOTOÉLECTROGRAPHE THOMAS

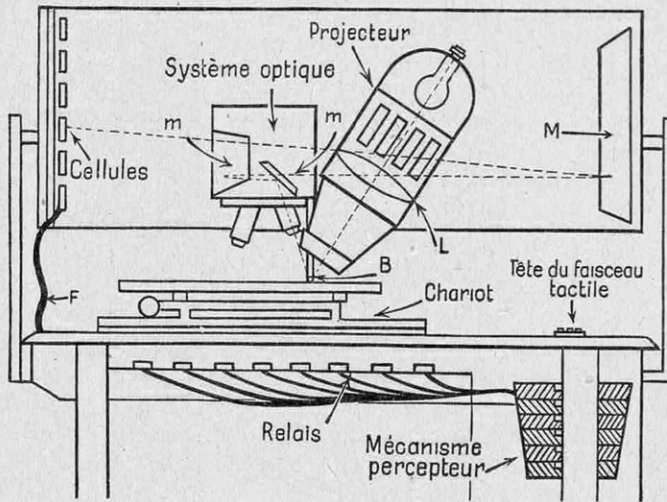
L'aveugle lit par le toucher de sa main droite, tandis que sa gauche manœuvre le chariot porteur du livre.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 104, page 151.

De sa main gauche, le lecteur aveugle fait avancer le chariot. Une nouvelle lettre passe dans le champ du système optique. Elle est transposée à son tour, par le mécanisme photo-électrique, en relief pointillé.

Tel est le principe physique de l'appareil Thomas. Reste à apprécier son utilité.

Il convient, pour cela, de rappeler quel fut le processus de la découverte de l'alphabet Braille, aujourd'hui classique pour les aveugles. Le premier qui eut l'idée d'imprimer en relief

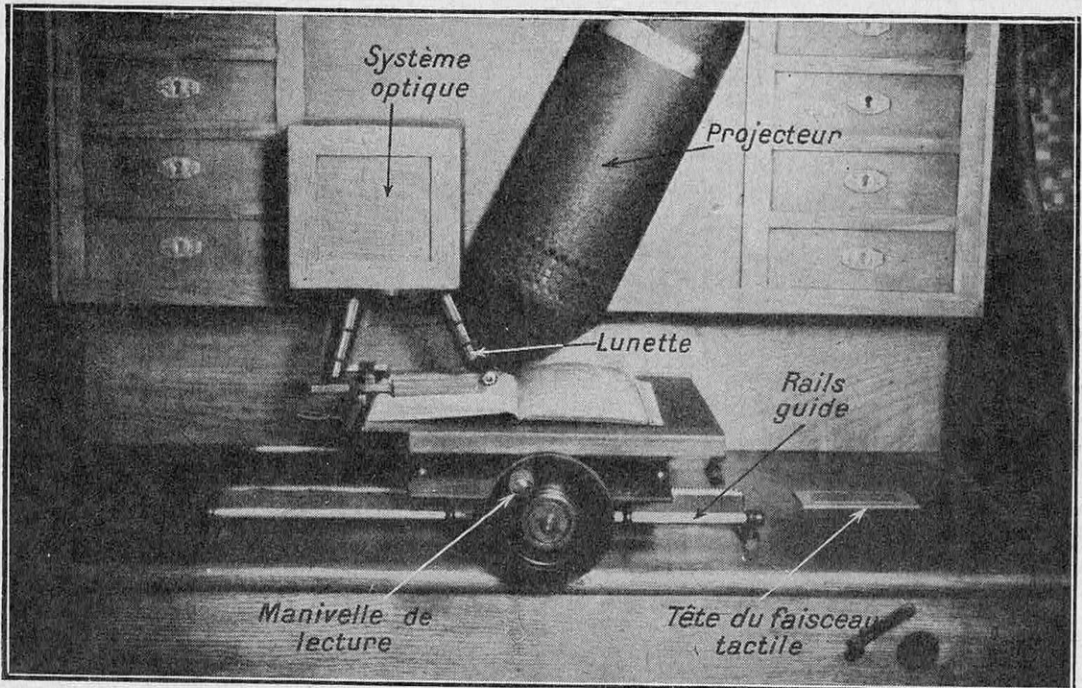


SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU PHOTOÉLECTROGRAPHE

L'image agrandie de la lettre est projetée sur l'écran des quarante-deux cellules photoélectriques. Chaque cellule située dans l'ombre de la lettre agit (par l'intermédiaire d'un relais) sur son électroaimant du récepteur chargé de pousser les tiges du faisceau tactile. Ainsi, la lettre se reproduit en pointillé.

à l'usage des aveugles fut Valentin Haüy. Mais ses caractères gaufrés, en traits continus, échappaient à la sensation tactile des intéressés. L'Autrichien Klein montra que, si le trait gaufré continu est remplacé par une ligne pointillée dont les points sont distants d'environ 2 millimètres et demi, la ligne est beaucoup mieux repérée par la pulpe

tactile du doigt. Sur ce principe, il imprima, à l'usage des aveugles, des caractères du type ordinaire, mais en relief pointillé —



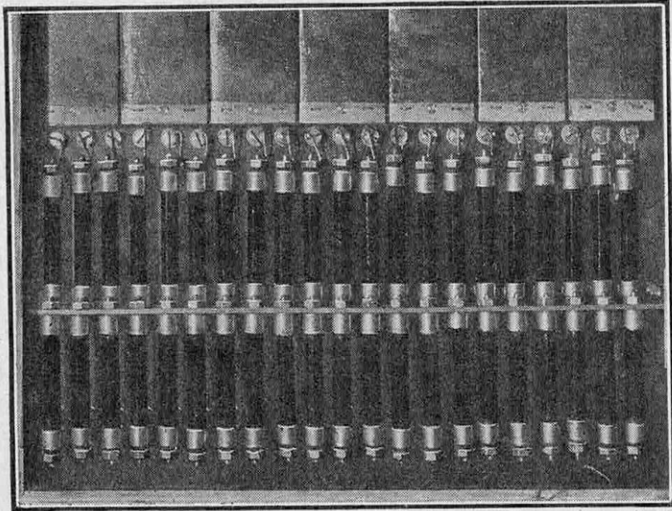
LA TABLE DU PHOTOÉLECTROGRAPHE

Le chariot de lecture fait défiler, lettre par lettre, ligne par ligne, le texte sous le projecteur éclairant. Un système optique à trois lunettes (une pour chaque grosseur de caractères) projette l'image de la lettre à l'intérieur du meuble. A droite, sur un petit rectangle de cuivre, émergent les tiges dont les points dessinent en relief la lettre que l'aveugle identifie au toucher.

exactement semblables à ceux qui apparaissent sur le pupitre de l'appareil Thomas.

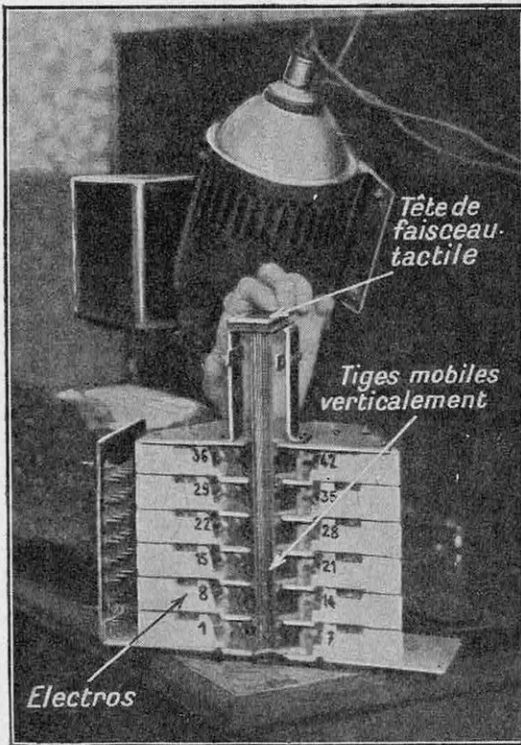
Le grand inconvénient du système résidait dans le très grand espace qu'exigeait une telle écriture aux lettres forcément agrandies. C'est alors que Louis Braille proposa le système de ses signes conventionnels, entièrement fondé sur la combinaison de six points seulement. Même distants de 2 mm 50, ces six points ne couvrent jamais un espace qui déborde la pulpe tactile. D'où le succès absolu du Braille.

L'appareil Thomas remet en question le procédé Klein, puisqu'il traduit sur quarante-deux points tout caractère imprimé ou écrit. L'objection du volume de papier disparaît. Par contre, apparaît l'immense avantage,



UN TABLEAU DE CELLULES AU SÉLÉNIUM DESTINÉ AU PHOTOÉLECTROGRAPHE

Les cellules au potassium (à électrodes), avec lesquelles est monté le photoélectrographe actuel, sont trop chères pour la divulgation de l'appareil. Les cellules au sélénium (simple bobinage enduit de sélénium qui le court-circuite dès qu'il est éclairé) suffisent, malgré leur inertie, au fonctionnement de l'appareil Thomas. En voici quarante-deux groupées par paires (chaque rectangle contenant, en réalité, deux cellules juxtaposées). Autre économie : ces cellules n'ont pas besoin d'amplification pour actionner les électros.



LE « RÉCEPTEUR » DU PHOTOÉLECTROGRAPHE
 Quarante-deux électros (correspondant aux quarante-deux cellules photoélectriques) sont groupés en demi-cercle autour du faisceau tactile, dont ils repoussent les quarante-deux tiges verticales dans l'ordre qu'indique l'ombre portée de la lettre sur l'échiquier des cellules. Ce curieux sélecteur est l'invention personnelle de M^{me} Thomas.

pour les aveugles, de lire n'importe quoi. Mais disparaît à son tour l'avantage de l'ancien caractère classique Braille, qui tient en entier sous le doigt du lecteur. Toutefois les lettres viennent à la grandeur désirée, grâce au jeu de trois objectifs, visibles sur la photographie de la page ci-contre.

D'ailleurs, le système Thomas a déjà donné lieu à une curieuse application : sur un alphabet conventionnel, imprimé noir sur blanc, dont chaque caractère correspond à un caractère Braille à six points, l'appareil fonctionne en Braille, conservant ainsi l'avantage classique de ce dernier alphabet pour la lecture au toucher, tout en apportant l'avantage capital d'une impression typographique à l'encre, aussi dense que celle des livres pour clairvoyants.

Ce nouvel appareil à six cellules seulement (au lieu de quarante-deux) sera plus accessible aux mutilés de la vue, surtout s'il est monté avec des cellules au sélénium — qui sont moins chères que les cellules photoélectriques aux sels de potassium ou de cæsium, et peuvent actionner les relais directement, sans amplification de leur courant par des lampes triodes.

CHARLES BRACHET.

LE CANAL DE PANAMA EST MENACÉ PAR L'INONDATION ET LA SÉCHERESSE

Le trafic sur le canal de Panama a pris rapidement un développement considérable. Avec ses 29.980.614 tonneaux (statistique 1930), il atteint presque celui du canal de Suez (31.668.759 tonneaux). La limite de sa capacité de trafic étant de 40 millions de tonnes environ, des projets de creusement d'un deuxième canal au Nicaragua (1) ont été étudiés.

Le canal de Panama comporte trois parties, à savoir : un bief principal surélevé, auquel on accède de chaque côté par trois écluses, et deux biefs reliés à la mer. Donc, chaque fois qu'un navire entre dans le bief central, ou en sort, celui-ci se vide d'une quantité d'eau égale au volume d'une écluse. Pendant la période de sécheresse 1929-1930 (du 13 décembre au 1^{er} mai), la consommation

d'eau, de 89 mètres cubes par seconde, provenait de trois facteurs : évaporation, 22 m³ 6 ; éclusages, 29 mètres cubes ; alimentation de la station hydroélectrique, 36 m³ 4 ; consommation urbaine et infiltration, 1 mètre cube. Or, le bief central est constitué, en majeure partie, par un lac artificiel (lac de Gatun), créé par le barrage de Gatun sur la rivière Chagres. L'alimentation du bassin n'étant que de 43 m³ 1 par seconde, son plan d'eau s'abaissa presque à la cote limite nécessitée par la tranchée de Culebra sur le canal.

Comme, d'autre part, on prévoit une

Voir *La Science et la Vie*, n° 169, page 86.

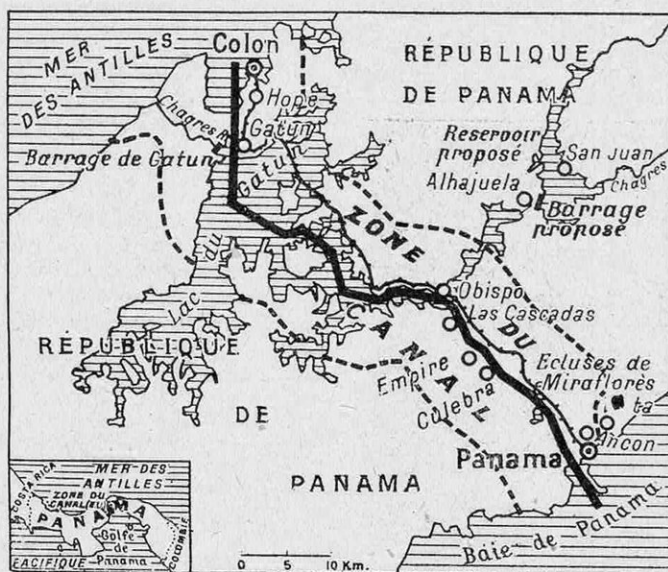
augmentation continue du trafic, il fallait donc aviser au plus tôt pour assurer l'alimentation du bief central. C'est pourquoi on vient de décider la construction d'un barrage à Alhajuela, sur le cours supérieur du Chagres, qui créera une réserve d'eau de 675 millions de mètres cubes d'eau. Ainsi, on pourra effectuer soixante éclusages par jour. Ce barrage en béton, de 270 mètres de longueur et 66 mètres de hauteur, sera

commencé incessamment. Il permettra l'installation d'une centrale hydroélectrique de 24.000 kilowatts.

Mais l'inondation menace également le canal de Panama. En novembre 1931, à la suite de pluies torrentielles, le niveau du lac de Gatun s'éleva de 20 mètres. Il eût suffi d'un mètre de plus pour envahir la machinerie des écluses. Comme ce lac est ali-

menté, pour près de 60 %, par la rivière Chagres, l'établissement du nouveau barrage, en régularisant le cours de la rivière, serait de nature à protéger le canal contre les inondations.

Il ne faut pas oublier que le canal de Panama a rendu au commerce international d'inappréciables services : du 15 août 1914 au 8 juillet 1931, 65.000 navires l'ont franchi avec plus de 300 millions de tonnes de marchandises. Une telle œuvre doit être protégée, et les travaux grandioses qui vont être entrepris doivent assurer au canal un trafic sans cesse croissant.



LE CANAL DE PANAMA ET L'EMPLACEMENT DU BARRAGE PROJETÉ D'ALHAJUELA

LA BELGIQUE A RÉVÉLÉ SON ESPRIT D'ORGANISATION DANS LA MISE EN VALEUR DE SON CONGO

Par Paul LUCAS

La Belgique a eu le grand mérite de mettre en valeur, au sein de l'Afrique, un domaine colonial d'une étendue quatre-vingts fois supérieure à celle de son propre territoire, et cela au milieu d'une population peu évoluée et relativement peu dense. Il semble qu'à la suite de l'impulsion de son roi Léopold II, la Belgique ait voulu montrer ce qu'elle était capable de tirer de son unique et belle colonie : le Congo. Sa mise en valeur fut précédée d'études systématiques en vue de prospecter les richesses du sol et du sous-sol de ce vaste territoire qui s'étend au sud du Soudan anglo-égyptien, entre l'Afrique Equatoriale française et les possessions anglaises sud-africaines. Son débouché sur l'Océan est Matadi, situé sur les quelque 40 kilomètres de côtes que la Belgique possède sur l'Océan Atlantique. Aussi, depuis un demi-siècle que le drapeau belge flotte sur la région du magnifique fleuve qui a donné son nom à la colonie, le Congo est-il devenu un Etat vraiment équipé à la moderne. Non seulement les moyens de communication se sont multipliés, mais l'outillage perfectionné mis en œuvre rivalise avec celui des exploitations industrielles les plus modernes : 3.500 kilomètres de chemins de fer, 14.200 kilomètres de routes, 12.000 kilomètres de voies navigables, 4.000 kilomètres de lignes aériennes ont été créés. Non seulement l'agriculture s'est développée généreusement sous ce climat équatorial, mais encore le sol a livré au perspicace chercheur blanc de précieuses matières premières pour les industries : coton, caoutchouc, kapok, ramie, huiles végétales, copal, cuivre, radium, étain, or, diamant. Cette simple énumération suffit à montrer à quelles techniques il a fallu faire appel, afin de mettre au point des procédés de rendement industriel suffisamment rémunérateur pour alimenter et enrichir la métropole.

LE Congo belge est la seule possession d'outre-mer de la Belgique ; cet immense empire, qui s'étend sur 2.385.000 kilomètres carrés, présente, à divers titres, dans l'économie mondiale, une importance exceptionnelle, et sa mise en valeur peut être considérée comme un modèle du genre.

Au milieu de la crise économique mondiale, le Congo belge, comme les colonies de tous les pays, souffre actuellement de la chute des prix des matières premières, conséquence de la surproduction dans tous les domaines. C'est ainsi que certains produits coloniaux, comme, par exemple, les bois ou, dans le domaine des industries extractives, l'étain, ne laissent plus, aujourd'hui, devant ce véritable effondrement des cours, une marge de bénéfices suffisante pour permettre aux sociétés qui les exploitaient de poursuivre leur production normale. Cependant, grâce à la diversité de ses ressources et à son outillage économique, réalisé progressivement au cours des trente dernières années, il n'est pas douteux que le Congo belge occupera, dès la fin de la crise, une position privilégiée.

A la fin du siècle dernier, la prospection

méthodique de tout le territoire, poursuivie jusque dans les régions les moins accessibles, mit en évidence les richesses agricoles et minières susceptibles d'être exploitées, et montra en même temps que la mise en valeur de ces ressources exigeait la solution préalable des deux problèmes communs à tous les territoires de l'Afrique Equatoriale : le problème des transports et celui de la main-d'œuvre.

Le problème des voies de communication se posait et se pose encore au Congo belge d'une manière particulièrement aiguë. Cet immense territoire, de près de 2 millions et demi de kilomètres carrés, ne possède, en effet, que 40 kilomètres de côte sur l'Océan Atlantique. Le port de Matadi, à l'embouchure du fleuve Congo, est donc le seul centre pour les exportations directes. Le fleuve lui-même est coupé de rapides le rendant impraticable à la navigation à une faible distance en amont du port, de sorte que la création d'un chemin de fer entre Matadi et Léopoldville — la capitale — mettant en communication les territoires de l'intérieur avec l'Atlantique, dont ils étaient

complètement isolés en pratique, permet seule la mise en valeur de la colonie ; cette voie ferrée, réalisée dès 1898, rendait, d'autre part, d'inappréciables services aux colonies françaises limitrophes du Congo, dont la production continue à emprunter cette voie, en attendant la terminaison du chemin de fer Brazzaville-Pointe-Noire (sur l'Atlantique), actuellement en construction.

Le Congo et ses affluents forment dans l'intérieur un réseau de voies navigables de premier ordre, qui, sur 12.000 kilomètres, sont desservies, aujourd'hui, régulièrement par des compagnies de navigation fluviales dont les vapeurs et les barges ont un déplacement total de 78.000 tonnes. Les rivières navigables sont malheureusement interrompues, à certains endroits, par des rapides ou des chutes, comme les célèbres chutes Stanley, près de Stanleyville, qui obligent, pour les contourner, à construire des tronçons de voies ferrées. Il en résulte pour les marchandises, des retards et des manutentions supplémentaires.

A l'heure actuelle, le Congo belge dispose de 3.500 kilomètres de chemins de fer et 14.200 kilomètres de routes, en grande partie carrossables. De plus, les services aériens récemment organisés exploitent 4.000 kilomètres de lignes.

Certaines régions du Congo belge, éloignées des voies navigables, restent néanmoins d'un accès long et difficile ; ce sont précisément les régions industrielles de Katanga, d'une part, qui ont acquis, en vingt ans, une juste célébrité, et, d'autre part, celles de l'Est et du Nord-Est, où se trouvent les mines d'or de Kilo-Moto. Pour parvenir au Katanga, la voie du Cap, à travers la Rhodésie et l'Afrique australe, est encore la plus suivie parce que la plus rapide ; depuis le mois de juillet dernier, la terminaison d'une ligne de chemin de fer, longue de 1.868 kilo-

mètres et traversant l'Angola portugais, permet d'accéder directement au port de Lobito, sur l'Atlantique. La région du lac Tanganyika est reliée par des services de vapeurs sur le lac et par la voie ferrée du territoire du Tanganyika au port de Dar-es-Salam, sur l'océan Indien. La région Nord-Est, véritablement la plus déshéritée, est accessible, soit par l'Afrique Orientale anglaise et le port de Mombasa, sur l'océan Indien, soit par le Nil et Port-Soudan, sur la mer Rouge.

Au point de vue main-d'œuvre, le Congo belge est avantagé, par rapport aux colonies

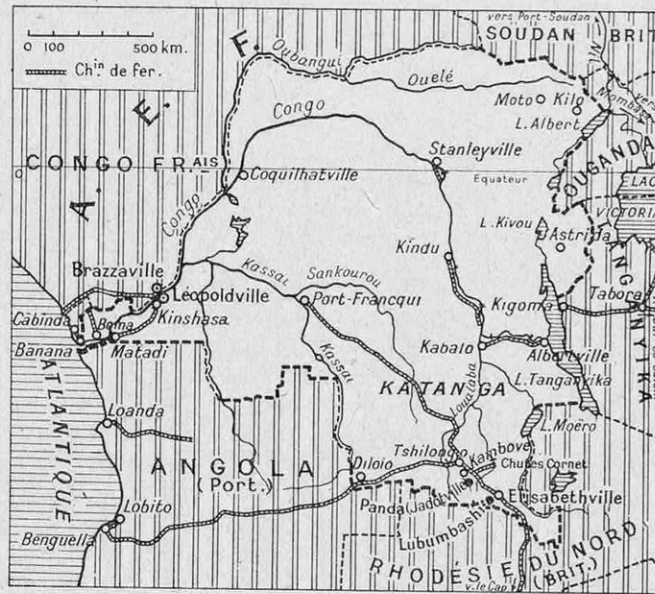
des autres pays en Afrique Equatoriale, par le chiffre relativement élevé de sa population. Celle-ci peut être évaluée à dix millions d'habitants environ. Ce sont les exploitations minières et métallurgiques qui exigent le plus de main-d'œuvre, et comme il est impossible de la recruter sur place, on a été conduit à attirer dans la région des popula-

tions d'autres régions du Congo ou même d'Angola et de Rhodésie. D'ailleurs, comme nous aurons l'occasion de le voir plus loin, on s'efforce de réduire le plus possible l'emploi de la main-d'œuvre humaine en développant l'usage des engins mécaniques de manutention et de transport ; les mines congolaises disposent, aujourd'hui, d'un outillage mécanique (pelles à vapeur ou électriques, transporteurs, etc.) comportant les derniers perfectionnements de la technique moderne.

Les richesses agricoles du Congo belge

Si l'on met à part le copal, résine naturelle exploitée surtout à l'état de résine fossile et dont nous parlerons plus loin, les exploitations agricoles les plus importantes au Congo belge s'intéressent principalement à la culture du coton, du caoutchouc et du palmier à huile.

Jusqu'à aujourd'hui, seul, parmi les plantes



CARTE DU CONGO BELGE

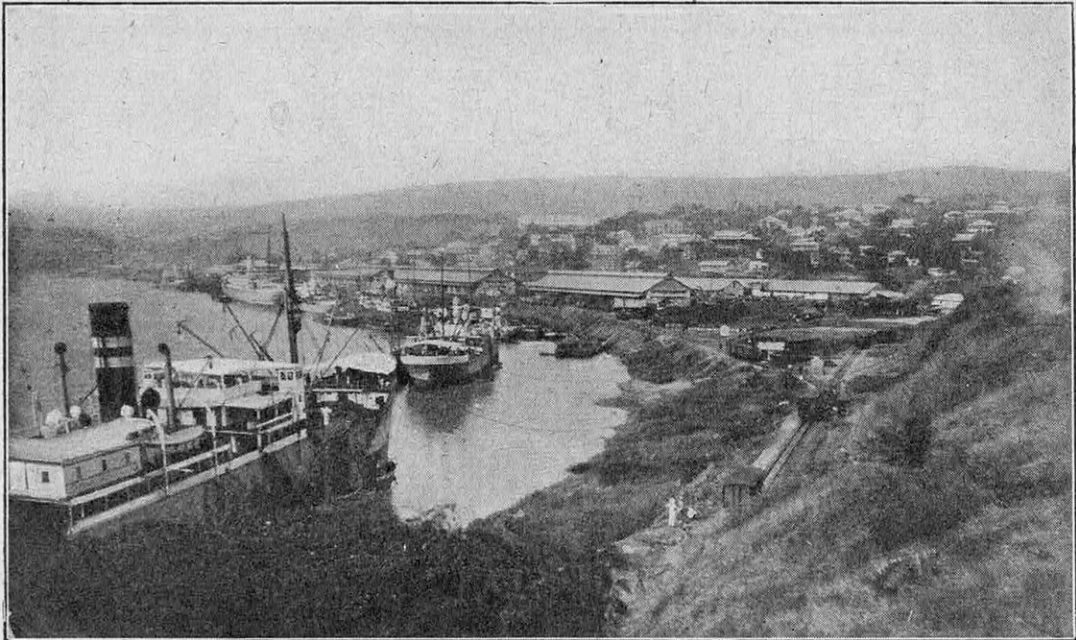
susceptibles de fournir des fibres textiles, le cotonnier a été propagé et cultivé sur de grandes étendues au Congo belge.

Les conditions climatiques favorables à la culture du coton ont permis notamment dans les régions Sud — au Kasai, par exemple — et surtout au nord de la rivière Uélé, de développer son exploitation.

Le coton est produit uniquement, jusqu'ici, par les indigènes qui obtiennent, par hectare cultivé, une moyenne d'un peu plus de 200 kilogrammes de coton égrené, chiffre

cultivés, et exploités par les indigènes.

Aujourd'hui, le Congo belge exporte de plus en plus de caoutchouc provenant des plantations d'hévéas, semblables à celles des Indes et de la Malaisie. Dans toute la zone équatoriale du Congo belge, le climat et le sol conviennent à cette culture, qui réclame des pluies abondantes et régulières, et à laquelle la sécheresse est défavorable. Les plantations couvrent actuellement plus de 4.000 hectares. Le rendement de cette culture, moins élevé au Congo belge qu'en



VUE GÉNÉRALE DU PORT DE MATADI, SUR LE BAS CONGO, RELIÉ A LÉOPOLDVILLE, CAPITALE DU CONGO BELGE, PAR UNE VOIE FERRÉE DE 390 KILOMÈTRES DE LONGUEUR

qui se rapproche sensiblement de celui obtenu aux Etats-Unis. L'égrenage a lieu dans d'importantes usines à vapeur, munies de l'outillage le plus perfectionné et installées dans les régions productrices. En 1928, le tonnage exploité atteignait 7.500 tonnes, et on envisage, pour l'année en cours, une production de plus de 9.000 tonnes. Il convient de signaler que des usines se sont installées récemment à Léopoldville, dans le but de traiter une partie du coton produit au Congo belge et de fabriquer directement les tissus destinés à la vente aux indigènes. Elle comprend, en particulier, une filature de 10.000 broches et un tissage de 288 métiers automatiques.

Le caoutchouc était autrefois le produit principal du Congo belge. C'était du caoutchouc « sylvestre », c'est-à-dire provenant de végétaux croissant spontanément, non

Malaisie, est compensé par le bas prix de la main-d'œuvre et du terrain.

Le tonnage des exportations en caoutchouc, qui avait dépassé 5.000 tonnes en 1900, a été, en 1928, de 1.000 tonnes environ. La culture de l'hévéa présente un grand avenir au Congo belge, et, la crise actuelle passée, nul doute que la mise en œuvre des nouvelles techniques, mises au point aux Indes néerlandaises, en particulier, pour réduire, par l'emploi de la greffe, la période d'attente des nouvelles plantations, ne lui donne un essor nouveau. On a, d'ailleurs, envisagé, pour augmenter la production des champs et éviter les dangers de la monoculture, de combiner les plantations d'hévéas avec celles du café, que l'on peut planter dans les interlignes et qui commence à produire à partir de la troisième année.

Le *palmier à huile* ou palmier *Elaeis* est originaire de Guinée, mais on le rencontre à l'état sauvage dans toute la région forestière du Centre africain. Au Congo belge, son aire de dispersion est très vaste et on le rencontre surtout dans la région équatoriale. C'est un bel arbre, dont la silhouette rappelle celle du cocotier et qui peut atteindre 20 mètres de hauteur. Les fruits, de la grosseur d'une prune, sont groupés en grappes appelées régimes, qui peuvent contenir de 1.000 à 1.500 fruits. Ceux-ci possèdent un noyau entouré d'une pulpe charnue et

lin ; ces produits résistent mieux à la lumière, à la chaleur et à l'humidité que les vernis à l'alcool et à l'essence. Ils conviennent admirablement pour les portes, les fenêtres et, d'une manière générale, pour la protection des peintures intérieures des habitations.

En 1895, les exportations de copal du Congo belge ne dépassaient pas 125 kilogrammes ; en 1928, elles atteignaient 16.000 tonnes, représentant une valeur de 23 millions de francs. Le copalier du Congo habite les forêts marécageuses sujettes aux inondations périodiques ; il constitue dans



UNE PLANTATION D'HÉVÉAS, DANS LA RÉGION ÉQUATORIALE DU CONGO BELGE

fibreuse, qui renferme une grande proportion d'huile appelée *huile de palme*. Le noyau, de son côté, renferme une amande oléagineuse, qui est exportée en Europe sous le nom de *palmiste*. Cette amande produit l'*huile palmiste*. Cette dernière entre dans la fabrication de la margarine, tandis que l'huile de palme est utilisée dans la savonnerie et la stéarinerie.

Le climat et le sol du Congo belge conviennent également bien à la culture du *café* et du *cacao*, dont il a été exporté respectivement 575 et 850 tonnes en 1928.

Le *copal* est une résine solidifiée qui s'écoule librement des blessures faites à un arbre, le *copalier*. Il n'est guère utilisé sur place que pour la confection des torches. En Europe, on en emploie de grandes quantités dans la fabrication des laques et des vernis gras, composés essentiellement d'essence de térébenthine, d'essence et d'huile de

la région de l'équateur des réserves d'une valeur inestimable ; mais le copal « vert », recueilli directement sur les arbres, est loin d'avoir l'importance du copal fossile. Ce dernier, produit des générations de copaliers disparus, se rencontre généralement dans les sables marécageux et, en bancs plus ou moins épais, dans les lits des rivières, où on le ramasse au cours de la saison sèche. La qualité d'un copal est en raison inverse de sa densité, mais sa transparence et sa coloration présentent une grande importance pour la fabrication des vernis ; le copal incolore représente une sorte de toute première qualité.

La métallurgie du cuivre a pris un remarquable développement

Le cuivre constitue aujourd'hui la principale source de richesse du Congo belge. La prospection méthodique de la région du

Katanga, dont les premiers explorateurs africains avaient déjà signalé les ressources minières, ne fut entreprise que vers 1890 ; située aux limites les plus éloignées du Congo, au centre même de l'Afrique, cette région était d'un accès difficile, et seul le développement des moyens de communication a permis sa mise en valeur. C'est ainsi que, bien que l'Union minière du Haut-Katanga ait été constituée en 1906 et ait commencé immédiatement la mise en valeur de ses concessions, les premières opérations

de fer de l'Angola portugais, qui réunit le Katanga au port de Lobitô Bay. Sept mines sont en activité dans les régions du Centre et de l'Ouest. La plupart sont exploitées à ciel ouvert, au moyen d'engins d'excavation puissants, tels que transporteurs aériens à câbles et pelles mécaniques actionnées par la vapeur ou l'électricité.

Deux grands centres métallurgiques assurent le traitement des minerais. Ce sont ceux de Lubumbashi et de Jadotville-Panda, ce dernier le plus considérable, édi-



UNE PLANTATION DE PALMIERS A HUILE, AU CONGO BELGE

métallurgiques ne datent que de 1911, après que le chemin de fer de Rhodésie fut parvenu jusqu'aux mines et les ait reliées, d'une part, à la ville du Cap, en Afrique australe, et, d'autre part, avec Beira, sur le Mozambique. Aujourd'hui, le Katanga est accessible de toutes les directions.

Les gisements de cuivre exploités à l'heure actuelle se rencontrent dans les zones de cassure des plissements montagneux du Haut-Katanga ; ils sont constitués le plus généralement par des minerais oxydés, tels que la *malachite* (carbonate de cuivre hydraté), la *chrysocolle* (silicate de cuivre) ou la *cuprite* (oxyde de cuivre) ; on rencontre parfois des minerais sulfurés, sulfure de cuivre ou pyrite cuivreuse.

Les mines sont partagées en trois groupes : mines de l'Est, du Centre et de l'Ouest. Ces dernières ne sont entrées en activité que depuis l'arrivée dans la région du chemin

fiés respectivement dans les importants centres miniers de l'Ouest et du Centre.

L'usine de Lubumbashi, près d'Elisabethville, comporte aujourd'hui huit hauts-fourneaux à cuivre du type « water-jacket » et un four à réverbère de 30 mètres de longueur. Les fours « water-jacket », dont les parois sont constituées par des caissons métalliques à circulation d'eau, d'où leur nom, servent surtout au traitement direct des minerais dont la teneur est assez élevée pour ne pas nécessiter de concentration préalable (plus de 15 %). Lorsqu'il s'agit de traiter au haut-fourneau des minerais fins, habituellement réservés aux fours à réverbère, on leur fait subir un premier grillage agglomérant ; deux fours d'agglomération, d'une capacité de 250 à 300 tonnes d'agglomérés par jour, sont actuellement en service. Le haut-fourneau water-jacket réalise simultanément le grillage du mincrai et la fusion du cuivre

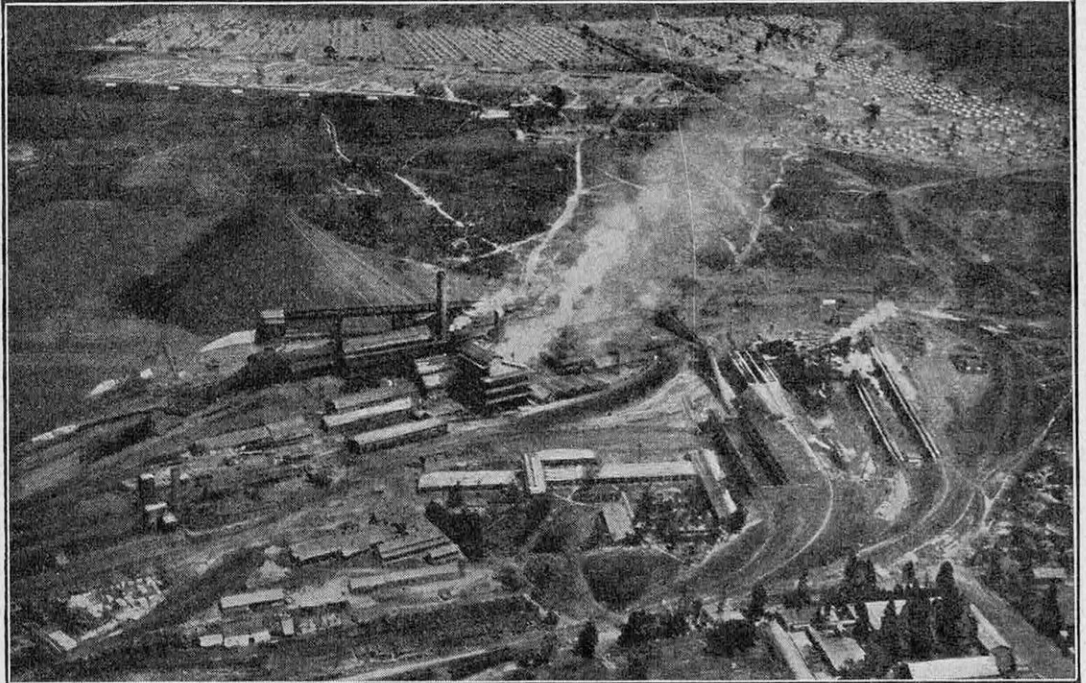
qui s'accumule dans le fond du creuset, d'où il est coulé dans des lingotières. Le combustible utilisé dans les hauts-fourneaux est le coke qui provient des charbonnages de Rhodésie.

Le four à réverbère assure le traitement des minerais fins, qui, comme vous l'avons dit, ne peuvent être passés directement aux « water-jacket » ; il est chauffé au charbon pulvérisé. La réduction des minerais de cuivre oxydés s'effectue par addition de 8 à 9 % de charbon fin. Le four à réverbère

différents points de l'usine a un développement de plus de 18 kilomètres, ce qui donne une idée de l'importance des installations.

L'usine de Jadotville-Panda, sur la rivière Panda, à 150 kilomètres d'Elisabethville, date de 1927 et constitue le groupe industriel le plus important du Congo belge. Les voies de chemin de fer desservant les usines et les multiples services auxiliaires ont un développement de 40 kilomètres.

Le centre métallurgique de Panda com-



VUE AÉRIENNE DES USINES ÉQUIPÉES A LA MODERNE DE LUBUMBASHI (HAUT-KATANGA)
 Ces usines assurent le traitement du minerai de cuivre. On remarquera, dans le fond, les cités ouvrières pour les travailleurs indigènes employés dans cet important centre métallurgique.

présente sur le haut-fourneau un certain nombre d'avantages : il fournit un rendement en cuivre plus élevé, en même temps qu'il peut traiter directement des minerais fins tout-venants ; d'autre part, il permet de remplacer le coke par du charbon, beaucoup moins coûteux, et de récupérer, au moyen de chaudières chauffées par les gaz sortant des fours, environ 40 % de la chaleur produite dans ceux-ci.

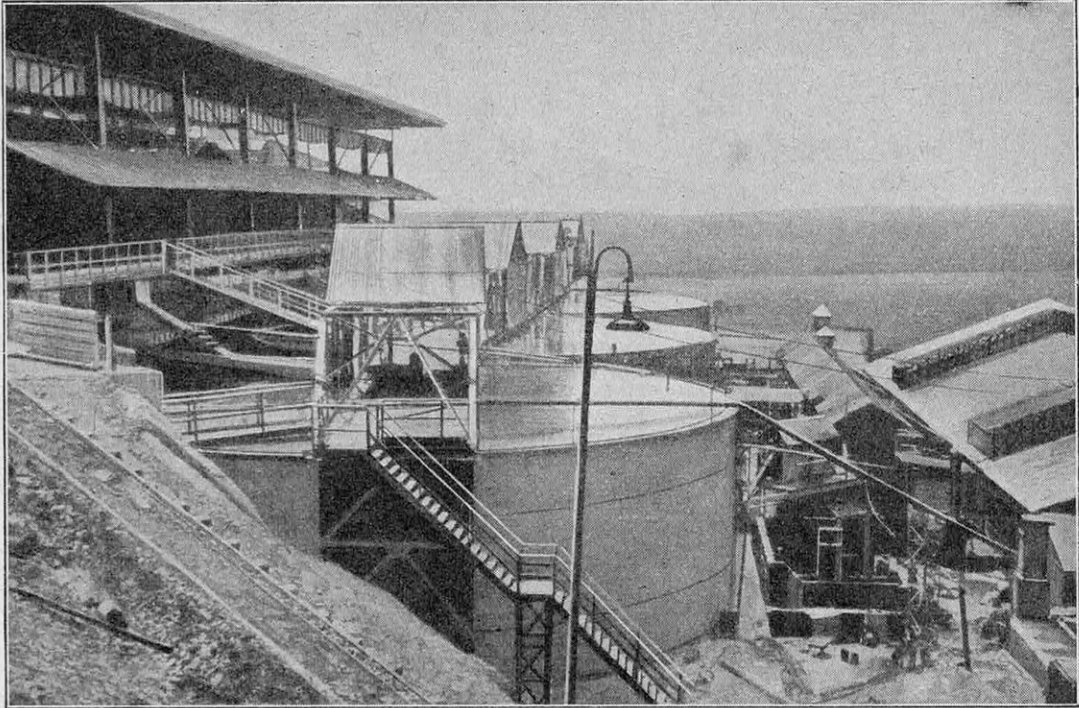
La force motrice nécessaire à tous les services de l'usine est fournie par une centrale électrique de 10.000 kilowatts, alimentée au charbon pulvérisé produit dans un atelier de pulvérisation d'une capacité de 200 tonnes par jour. Le réseau des voies ferrées pour la distribution des matières premières vers les

ports en premier lieu une usine de concentration des minerais à basse teneur se prêtant par leur nature physique à un enrichissement mécanique. L'installation actuelle permet de traiter, par journée de vingt-quatre heures, environ 4.000 tonnes de minerai d'une teneur moyenne de 9 % de cuivre, en produisant des concentrés à 30 %. Le minerai, amené par des wagons à déchargement automatique, est emmagasiné dans une vaste trémie en béton armé d'une contenance de 6.000 tonnes, alimentant quatre concasseurs giratoires. De là, le minerai est conduit, par des convoyeurs à courroie, à une série de trommels, de concasseurs, de courroies de triage à main et de broyeurs à rouleaux. Les produits du broyage sont

dirigés vers l'usine de concentration mécanique, où le minerai subit des opérations de classement par grosseur et par densité. Les « concentrés gros » sont dirigés sur la fonderie et les « fins » vers l'usine des fours à réverbère, dont nous parlerons plus loin. Les résidus de la concentration mécanique, qui ont une teneur de 5 % environ, sont entraînés par les eaux de lavage et sont concentrés à leur tour dans une usine qui utilise le procédé dit de *flottage* et fournit un concen-

transporteurs mécaniques. La capacité de fabrication de l'usine de fours à réverbère dépasse 60.000 tonnes de cuivre par an.

Certains minerais à basse teneur sont d'une nature physique telle que leur enrichissement par gravité ou par flottage n'est pas possible ; on les traite par le procédé de *lixiviation* suivi d'électrolyse. Il consiste à dissoudre le minerai finement broyé dans l'acide sulfurique dilué et à retirer le cuivre de la solution ainsi obtenue par électrolyse.



TANKS POUR L'ENRICHISSEMENT DU MINERAI DE CUIVRE PAR LE PROCÉDÉ DE FLOTTAGE (EN PRÉSENCE D'UNE ÉMULSION D'HUILE), AUX USINES DE PANDA, DANS LE HAUT-KATANGA

tré riche en cuivre qui est traité également dans des fours à réverbère. Le procédé de flottage consiste à agiter violemment dans des tanks le minerai finement broyé, en suspension dans de l'eau additionnée d'huile de palme. Les particules les plus riches, enrobées d'huile, flottent à la surface, tandis que les stériles tombent au fond de la cuve. Cette installation peut traiter environ 3.000 tonnes par jour. L'usine de Panda comporte quatre fours à réverbère de 35 m de long sur 7 mètres de large, pouvant fondre chacun 250 tonnes de charge par jour. Toutes les opérations, avant et après le passage des matières dans les fours, sont entièrement automatiques et s'effectuent par wagons-trémies, bennes électriques, courroies ou

Cette dernière opération s'opère dans 160 cuves en béton de 20 mètres de long et 1 m 50 de large. Les plaques de cuivre, formées par le cuivre qui s'est déposé à la cathode, sont transportées en wagonnets dans des fours, où elles sont fondues et coulées en lingots à l'aide de deux machines à couler de 11 mètres de diamètre. Ces lingots sont en cuivre extra-pur, dit « électro », contenant 99,95 % de cuivre, et sont expédiés directement aux consommateurs. L'usine est prévue pour une capacité de 30.000 tonnes de cuivre électrolytique par an.

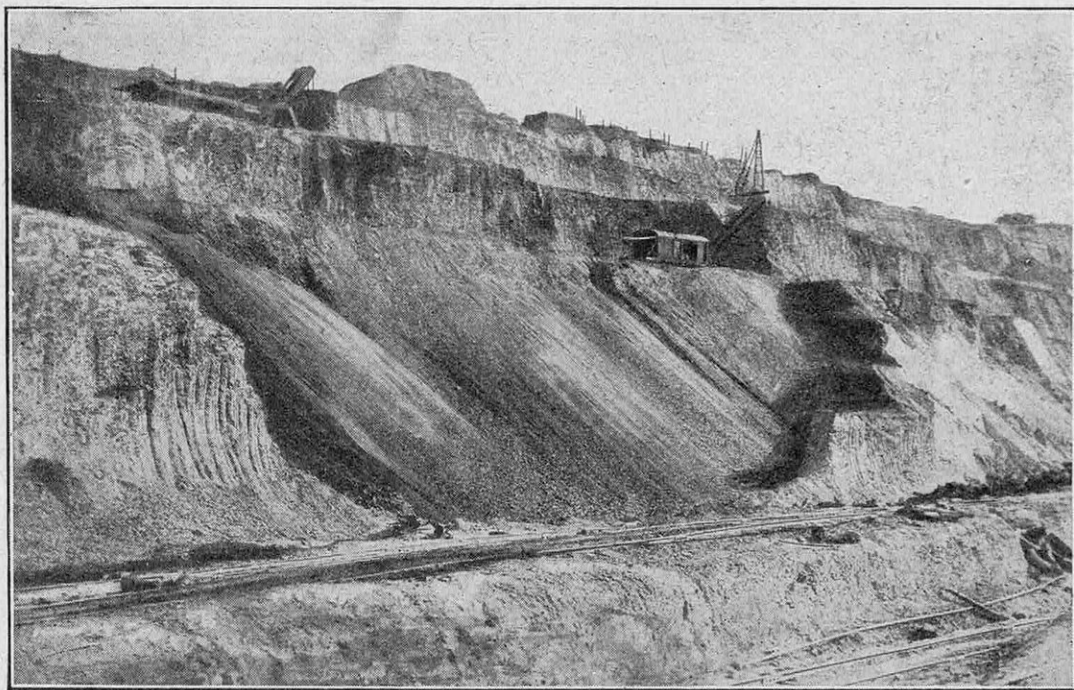
La centrale électrique du centre de Panda, d'une puissance totale de 35.000 kilowatts, comprend deux turbo-alternateurs de 12.500 kilowatts et deux de 5.000 kilowatts.

Les chaudières sont chauffées au charbon pulvérisé, fourni par une centrale de pulvérisation capable de produire, chaque jour, 800 tonnes de charbon pulvérisé. Ce dernier est distribué dans les usines par un réseau de conduites à air comprimé.

Trois fours électriques ont été construits au centre métallurgique de Panda, pour le traitement de certains minerais de cuivre contenant également du *cobalt*. Ce sont des

utilisés en coutellerie, d'aciers pour aimants permanents (magnétos d'automobiles), etc.

La production du cuivre au Katanga est en progression rapide. Elle atteignait, en 1930, près de 140.000 tonnes; la totalité du cuivre brut extrait des minerais est envoyée en Belgique, où il subit l'opération du raffinage par les procédés électrolytiques dans l'usine d'Oolen, près d'Anvers, avant d'être livré à la consommation.



LA MINE DE CUIVRE DE KAMBOVE, L'UN DES PLUS BEAUX GISEMENTS DU HAUT-KATANGA, EST EXPLOITÉE A CIEL OUVERT, GRACE A DES PELLES MÉCANIQUES ULTRA-MODERNES

fours monophasés de 2 mètres de diamètre, qui, traitant soit directement du minerai cobaltifère, soit une scorie riche en cobalt obtenue au four « water-jacket », permettent d'obtenir un alliage contenant à la fois du cuivre, du cobalt et du fer. Cet alliage est expédié aux usines d'Oolen, près d'Anvers, en Belgique, où les trois métaux sont séparés. La production évaluée en cobalt-métal a dépassé 600 tonnes en 1930, soit plus des deux tiers de la production mondiale. Rappelons que les sels de cobalt sont utilisés pour la coloration des verres, émaux et porcelaines. Le cobalt métallique — métal blanc ressemblant par sa couleur au nickel — est utilisé pour de nombreuses applications industrielles, notamment pour la fabrication d'aciers à outils, résistant aux hautes températures, d'aciers anti-rouille,

Le Katanga fournit le radium au monde entier

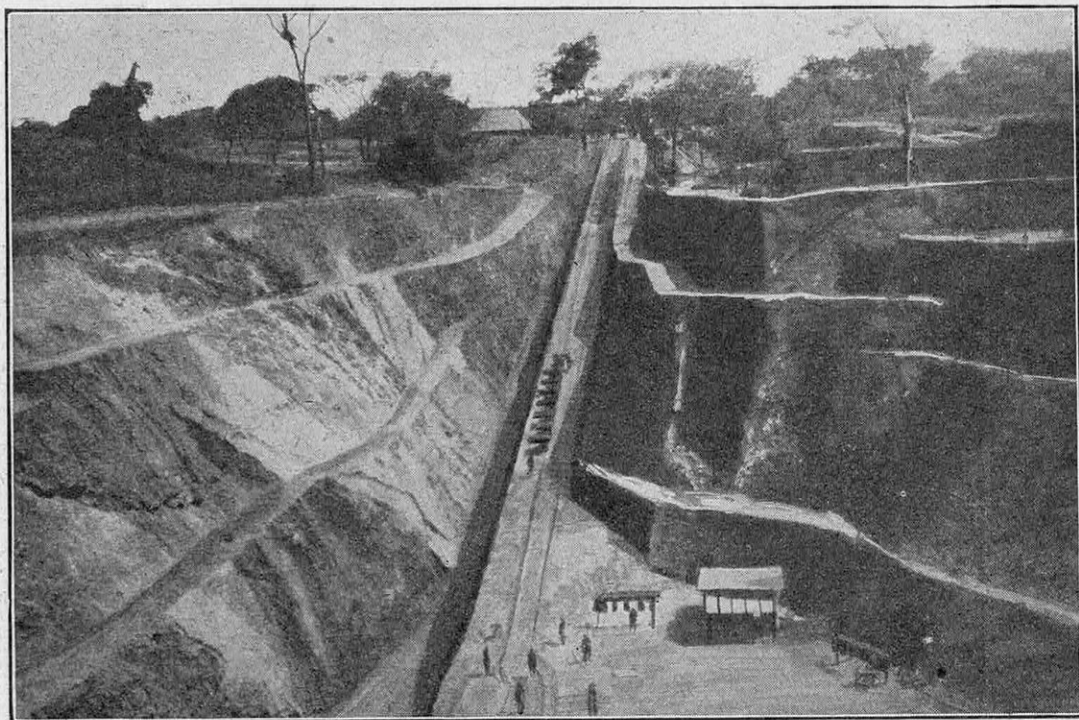
Des minerais d'uranium, d'une teneur très élevée en radium, ont été découverts au Katanga, à Chinkolobwe. Leur traitement est effectué à l'usine d'Oolen, en Belgique. La teneur en radium de ces minerais est variable, mais, comparée à celle des minerais similaires exploités auparavant dans le monde et notamment en Amérique, elle est très élevée et a permis un tel abaissement du prix de vente du radium que la plupart des autres producteurs n'ont pu continuer leur exploitation. Les premiers grammes de radium sont sortis en décembre 1922, et la production a atteint, en 1929 et 1930, plus de 60 grammes. Pratiquement, c'est l'usine d'Oolen qui fournit le radium au monde entier.

L'étain, l'or et le diamant au Congo belge

Les gisements d'étain connus au Congo belge forment un immense alignement orienté du sud-ouest au nord-est, s'étendant depuis le Katanga jusqu'au territoire sous mandat du Ruanda. Les filons sont encore mal connus et les terrains provenant de la désagrégation sur place, par suite de l'érosion des

cile par l'éloignement des voies ferrées et par le fait que de nombreux gisements se trouvent dans une région où l'eau nécessaire pour le lavage des graviers fait défaut une grande partie de l'année.

La cassitérite est exploitée soit par la voie du Congo et le port de Matadi, soit par le lac Tanganyika et le port de Dar-Es-Salam. Son traitement métallurgique a lieu en Europe et, en particulier, aux usines de



LA MINE DE RADIUM DE CHINKOLOBWE, DANS LE KATANGA, L'UN DES PLUS RICHES GISEMENTS RADIFÈRES DU MONDE

filons et des roches encaissantes, forment les gisements les plus importants. Du fait que le minerai d'étain, la *cassitérite*, est très dense, il s'est produit, sous l'action du lavage naturel, des enrichissements plus ou moins localisés; certains contiennent jusqu'à 7 kilogrammes de cassitérite à la tonne. Le minerai est séparé des stériles dans des « sluices » de grosseur variable suivant le mode d'exploitation des graviers stannifères et l'importance des installations; un courant d'eau entraîne les stériles, tandis que les éléments lourds, dont la cassitérite, se rassemblent à la partie inférieure. Le minerai d'étain du Katanga, d'une richesse et d'une pureté remarquables, est très recherché par les métallurgistes. Malheureusement, l'exploitation est rendue particulièrement diffi-

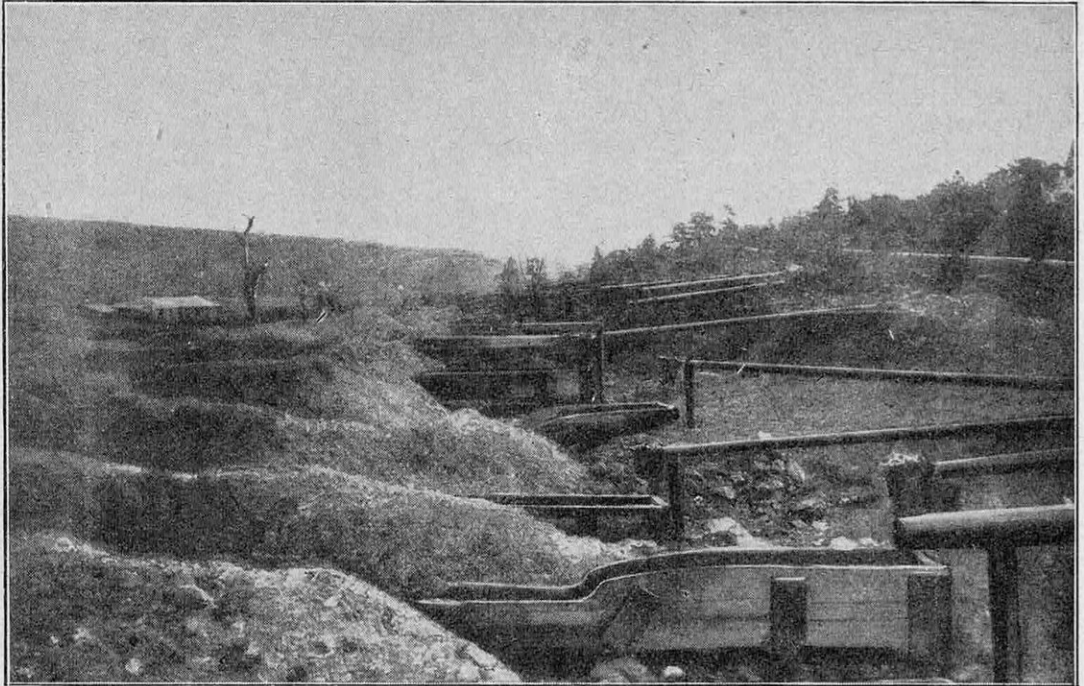
Hoboken, en Belgique. Le chiffre total des exportations, qui atteignait environ 1.200 tonnes en 1929, est beaucoup réduit actuellement, par suite de la crise mondiale.

Les mines d'or sont situées dans la région nord-est du Congo belge. Les deux centres les plus importants sont ceux de Kilo et de Moto, distants de 200 kilomètres et qui emploient, à eux deux, près de 20.000 travailleurs indigènes et plus de 258 Européens. Les voies d'accès sont différentes pour les deux centres. Pour Kilo, c'est Mombasa, dans l'Afrique-Orientale anglaise, auquel on parvient après un voyage de 1.900 kilomètres, successivement par route, bateau et chemin de fer. Le port de la mine de Moto est Port-Soudan, sur la côte ouest de la mer Rouge, distant de 2.200 kilomètres; il faut

emprunter successivement, dans ce cas, la route, la ligne de navigation bimensuelle qui descend le Nil jusqu'à Khartoum au Soudan et, enfin, le chemin de fer à voie étroite. Les méthodes générales d'extraction de l'or ont fait l'objet, récemment, d'une étude d'ensemble (1), et nous ne reviendrons pas sur ce sujet. Il convient seulement d'ajouter que l'on utilise de plus en plus le procédé d'enrichissement des minerais par flottage en présence d'huiles végétales, procédé ana-

kilomètres carrés. Les gisements y sont exploités à ciel ouvert. Les alluvions diamantifères se rencontrent dans le lit des ruisseaux ou dans les dépôts de graviers formés par des cours d'eau. Après enlèvement de la couche de stériles, le gravier diamantifère est lavé dans des machines mues à la vapeur ou à l'électricité ; il ne reste plus qu'à prélever les diamants du concentré ainsi obtenu.

Au point de vue production des diamants, le Congo belge est, évidemment, loin derrière



BATTERIE DE « SLUICES », DANS UNE MINE D'ÉTAIN, AU CONGO BELGE

logue à celui que nous avons décrit pour les minerais de cuivre à faible teneur. Les exportations d'or ont atteint, au Congo belge, près de 6.000 kilogrammes en 1930, dont les mines de Kilo-Moto, à elles seules, ont fourni plus des deux tiers.

La découverte de gisements diamantifères dans la province de Kasai remonte à 1907. Les prospections entreprises dans les années qui suivirent montrèrent que la région diamantifère, dont la mise en valeur fut retardée par la guerre, s'étend sur environ 40.000

l'Union de l'Afrique du Sud. Il vient cependant au second rang dans le monde, avec une production de 2 millions de carats environ (1), moitié environ de celle de l'Afrique australe. Les sociétés minières qui exploitent les gisements diamantifères occupent près de 25.000 indigènes. L'emploi de plus en plus généralisé de pelles mécaniques, de groupes moto-pompes, de wagonnets avec traction par câbles permet de réduire au minimum l'effort musculaire exigé par les travaux de manutention.

P. LUCAS.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 176, page 119.

(1) Le carat vaut 20 centigrammes.

LA MACHINE-OUTIL AUTOMATIQUE A CRÉÉ LA FABRICATION EN GRANDE SÉRIE : VITESSE ET PRÉCISION

Par L. LENOUVEL
INGÉNIEUR DES ARTS ET MÉTIERS

La fabrication en grande série est le triomphe de l'industrie moderne. C'est la machine-outil qui en est le fondement. Grâce à des dispositifs spéciaux assurant l'usinage précis des pièces constituant la mécanique actuelle, elle utilise une main-d'œuvre à la fois non spécialisée et réduite. La recherche du meilleur rendement — aussi bien en ce qui concerne la quantité que la qualité — a conduit à la création de véritables merveilles de mécanique appliquée. Elles permettent, en effet, de travailler automatiquement, avec une précision atteignant le centième de millimètre, soit plusieurs pièces à la fois, soit la même pièce sur plusieurs de ses faces en même temps. Il n'est pas jusqu'au contrôle des dimensions qui ne soit également automatique, la machine s'arrêtant d'elle-même lorsque la « cote » prévue est atteinte. Mais que faut-il le plus admirer : la précision de ces machines complexes ou leur robustesse, sans omettre la simplicité de leur manœuvre, qui n'exige plus la main-d'œuvre spécialisée ?

NOUS avons tous admiré les merveilleux moteurs d'aviation, les châssis nus, polis, laqués, d'automobiles, aux derniers Salons, ou tout simplement, sur le quai d'une gare, une puissante locomotive. Nous aimons la mécanique comme nous aimons toutes les manifestations utiles de l'intelligence, mais nous l'aimons aussi parce qu'elle a pour beaucoup l'attrait de la fabrication des pièces aux formes nettes et polies, assemblées avec précision et de l'explication du but conçu et réalisé par la machine, qu'elle soit la partie vitale de l'avion, le moteur des grandes randonnées, la mécanique docile que cachent les luxueuses carrosseries ou le monstre qui entraîne son lourd convoi à plus de 100 kilomètres à l'heure.

La fabrication des pièces évoque aussitôt les grandes usines bien organisées, les ouvriers travaillant aux machines-outils, ces machines qui engendrent les éléments qui constitueront d'autres mécaniques toujours plus perfectionnées, répondant mieux à nos besoins, accessibles à un plus grand nombre d'acheteurs.

La machine-outil moderne doit être à grand rendement, d'une extrême précision, d'une manœuvre simple

Nous devons tout d'abord examiner le problème de la production sous deux points de vue différents, pour connaître exactement

le rôle exigé de la machine-outil : c'est celui de l'industriel qui l'emploie, puis celui de l'industriel qui la construit.

Lorsqu'un industriel met en fabrication une pièce ou un ensemble de pièces, pour pouvoir les vendre, ce qui l'inquiète au premier chef, c'est leur prix de revient.

Il recherchera pour avoir satisfaction, dans la gamme des machines-outils répondant à ses besoins, les plus productives, c'est-à-dire celles qui produiront le maximum de pièces en un temps donné, en employant le moins possible de main-d'œuvre, de force motrice, etc. Si sa situation financière le lui permet, ce sont donc des machines-outils automatiques qu'il choisira en ne considérant que le facteur *quantité*.

Un facteur aussi important que celui de la quantité, c'est le facteur *qualité* considéré sous les deux aspects de la qualité du produit fini et du pourcentage de pièces rebutées pour défauts de qualité dans le cours de la fabrication. La qualité du produit fini est un des facteurs commerciaux les plus importants, et le pourcentage des pièces rebutées pour défaut de qualité en cours de fabrication a une répercussion directe sur le prix de revient de fabrication. Pour répondre à cette double nécessité, l'industriel exigera donc de ses machines-outils l'exécution parfaite de leur travail, qui est subordonnée à

la précision de la machine, à sa rigidité, à la préservation de ses ensembles contre l'usure et la détérioration. Le pourcentage des pièces rebutées dans la production d'une machine-outil est subordonné à l'absence de dérèglement en cours de travail et, par conséquent, à la solidité des mécanismes de fixation d'outils, des butées automatiques commandant les évolutions et à la bonne tenue des outils.

Mais que vaudraient toutes ces qualités que nous venons d'énumérer si la machine qui les possède toutes ne pouvait être conduite que par des ouvriers de grande valeur professionnelle ? Jamais une usine d'automobiles, par exemple, qui possède plus de 15.000 machines-outils en service, ne pourrait recruter les 15.000 ouvriers spécialistes nécessaires pour les conduire, et l'on perdrait là une part importante du profit que l'on tire de l'emploi des machines-outils. Cependant, l'automatisme entraîne la complication des mouvements et la fabrication en grande série nécessite l'emploi d'une main-d'œuvre très ordinaire, presque uniquement composée de manœuvres, facile à recruter, suivant les besoins du jour presque, et pouvant changer rapidement de travail suivant les nécessités qu'impose l'équilibre de la production. Pour concilier ces deux intérêts opposés, l'industriel exige des machines-outils que leur complication ne soit qu'intérieure, c'est-à-dire composée de mécanismes indérégables et solides, ne laissant, pour assurer normalement le cours du travail, que la nécessité de réglages faciles, d'organes simples, tels que cames, butées, volants, leviers simples accessibles et peu nombreux, manœuvrant devant des cadrans à lecture immédiate. De plus, la fixation des outils devra permettre leur changement commode et rapide, avec remise en place précise, et l'alimentation de la machine en pièces brutes ou en barres de métal ne devra apporter aucune complication ou modification de marche de la machine-outil.

Ces conditions réalisées, il suffira de quelques « régleurs » ou ouvriers spécialistes, souvent à raison d'un, pour régler et surveiller la qualité de production et la bonne marche de dix ou quinze machines-outils, qui seront alimentées en pièces brutes ou en barres de métal par de simples manœuvres.

Comment ont été réalisées les conditions auxquelles

doit satisfaire une machine-outil

Le constructeur se trouve devant un problème compliqué, d'autant plus que ses réalisations sont limitées par le prix de vente

possible de sa machine et le nombre de machines-outils de même type qu'il sera susceptible de vendre. Ceci explique, l'attrait de la difficulté s'y ajoutant, l'effort réalisé dans les dix dernières années par les constructeurs de machines-outils et l'ingéniosité des solutions données à ce problème complexe pour construire les machines-outils qui ont permis, à la fabrication en grande série, le développement dont nous avons été témoins pendant la même période.

Si nous reprenons le même ordre que précédemment, le constructeur, pour répondre à la condition du rendement, a construit des machines suffisamment rigides et puissantes pour employer les outils aussi gros que possible, par rapport aux pièces à usiner. La fixation de ces pièces elle-même a été rendue la plus rigide possible. Les vitesses de coupe ont été augmentées, précédées en cela par la découverte de nouveaux aciers à outils et alliages à coupe toujours plus rapide. Enfin, la combinaison, la superposition des opérations sur des machines automatiques, la diminution des temps d'évolution, de montage des outils ou d'approvisionnement, ont été réduits au minimum. C'est ce que l'on appelle la diminution des « temps morts ».

Pour obtenir la qualité du travail, et la sécurité de cette qualité, des techniques nouvelles ont été inventées, des appareils accessoires ont été ajoutés ; on a créé l'arrêt automatique de la machine lorsque la précision désirée est obtenue. Parmi les techniques nouvelles, nous citerons la suppression du travail entre pointes pour la rectification cylindrique extérieure (machines Centerless), les mandrins à rectifier, les alésages et pierres abrasives (honing), le brunissage des axes et portées (lapping), etc.

Parmi les accessoires ajoutés aux machines pour constater la précision ou en faciliter l'obtention, il faut citer les amplificateurs qui donnent, par lecture directe et facile, le centième de millimètre, tels que le comparateur à cadran et le minimètre de Hirth, que nous aurons l'occasion de revoir plus loin, les butées magnétiques commandant des relais arrêtant les machines, les butées automatiques de débrayage lorsque l'outil a atteint la fin de la course, ont été améliorées et rendues plus précises.

Enfin, les constructeurs de machines-outils ont poussé très loin l'étude de la maniabilité des machines, en rassemblant toutes les commandes dans le plus petit cercle possible, afin que l'ouvrier les ait en mains sans se déplacer. Ils ont réduit leur nombre au minimum, étudié la forme des

leviers, des volants, pour les rendre comodes. Enfin, ils ont mis, en regard de ces leviers et volants, des inscriptions très lisibles et faciles à comprendre à première lecture.

Et cette collaboration entre l'industriel et le constructeur de machines-outils donna pour résultat les machines-outils automatiques, employées aujourd'hui dans toutes les usines modernes fabricant en série.

La machine-outil abolit la main-d'œuvre spécialisée

L'emploi des machines-outils ainsi conçues a permis d'utiliser les pièces qu'elles produisent, sans aucun travail d'ajusteur. La pièce provenant de la machine sera montée sans retouche sur l'organe auquel elle est destinée.

L'ajusteur est, en conséquence, une qualité de main-d'œuvre qui n'existe plus dans les usines produisant en série, et qu'on peut arriver à supprimer dans les cas assez rares où il en existe encore. Nous faisons exception, bien entendu, pour les ateliers d'outillage, où l'ajusteur de précision ne sera pas encore remplacé par la machine d'ici longtemps, bien que ce soit là encore la tendance actuelle.

Il faut insister sur les avantages qui proviennent de la suppression totale du travail

à la main, car celui-ci présente, en effet, de gros inconvénients. D'abord, il est lent et difficile à déterminer et à contrôler; on constate, en effet, des écarts d'évaluation du simple au double, pour la détermination

des temps de montage par exemple, et il est fréquent que des opérations faites à la main diminuent de 40 % de leur durée entre la mise en route d'une fabrication et la marche normale après quelques mois. Le travail à la main présente, en outre, le grave défaut d'être instable, comme l'individu qui l'exécute, ou bien encore à cause des changements d'ouvriers, ce qui ne permet pas de conserver une qualité standard. Il résulte de tout cela une augmentation considérable du prix de revient et de la surface nécessaire à l'exécution d'une production, car, les ouvriers occupent plus de place que la machine qui les remplace.

Enfin, le travail d'ajustage à la main comporte beaucoup de spécialités, suivant les industries, et si l'on devait l'employer, on serait obligé d'avoir des ouvriers à spécialisation trop poussée, dont le recrutement serait difficile et les exigences considérables.

Nous pensons que nous avons montré, de façon assez détaillée, l'intérêt que présente l'utilisation de machines-outils automa-

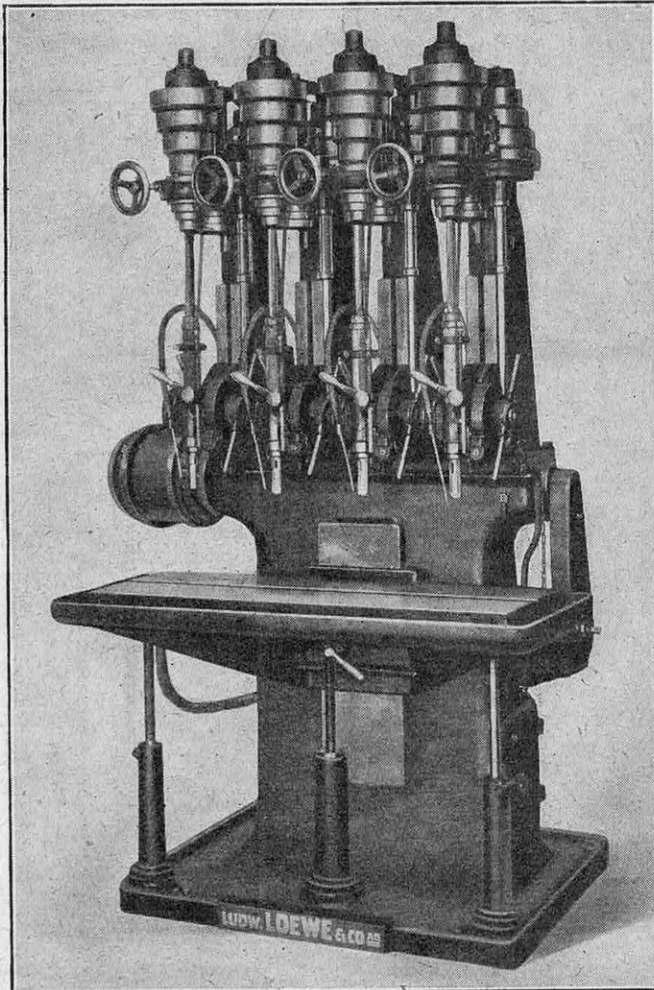


FIG. 1. — PERCEUSE AUTOMATIQUE A QUATRE BROCHES, A GRAND RENDEMENT, POUVANT ÊTRE ALIMENTÉE PAR UN SEUL OUVRIER

Le mécanisme de perçage permet des descentes automatiques successives des porte-forets et leur retour automatique accéléré, sans que l'ouvrier ait à intervenir. Les temps morts entre les diverses opérations sont ainsi réduits au minimum.

tiques et comment, d'une façon générale, cette utilisation a permis de réaliser des merveilles de mécanique dignes de notre admiration et de notre sympathie, puisque c'est grâce aux machines-outils automatiques, pour une bonne part, que ces merveilles peuvent être, mises à la portée d'un très grand nombre d'acheteurs. Il nous restera,

multiples, diffèrent cependant du premier type, parce que chaque broche de la machine exécute une opération différente; ce sont, par exemple, les tours automatiques.

Les machines à broches multiples, exécutant toutes la même opération, sont relativement simples, car il a suffi, pour les constituer, de rassembler les éléments constitutifs

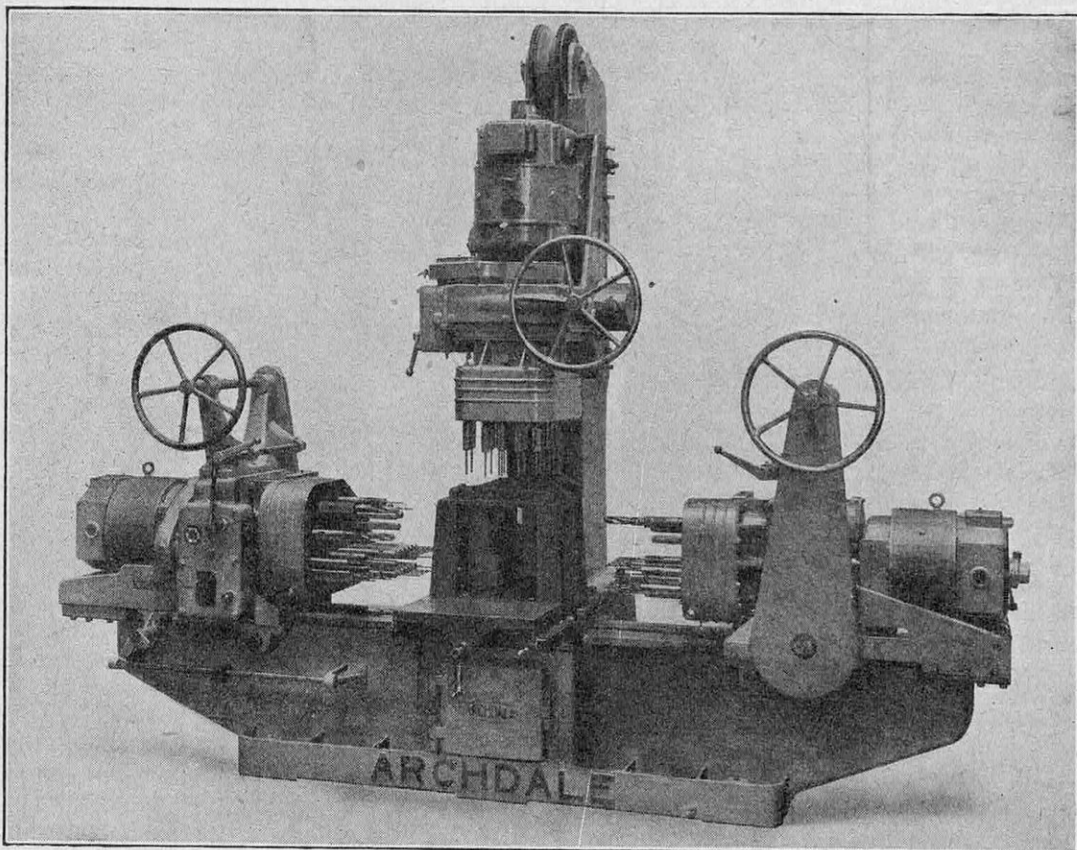


FIG. 2. — PERCEUSE A TROIS TÊTES ET A SOIXANTE-DIX-SEPT BROCHES, POUR L'USINAGE EN GRANDE SÉRIE DES BLOCS-CYLINDRES DE MOTEURS D'AUTOMOBILES

Cette machine perce, simultanément, tous les trous sur trois faces du bloc-cylindre. Une machine semblable les taraudera ensuite. Pour usiner entièrement les six faces d'un bloc-cylindre d'automobile, il suffira donc de quatre machines du type ci-dessus, et l'opération ne demandera que quelques minutes.

pour illustrer cette étude, à décrire quelques-unes des principales machines-outils et à montrer, par des exemples, l'application de ce que nous venons de dire.

Les machines à outils multiples

Les machines qui font partie de cette catégorie peuvent être classées en deux types. C'est d'abord celui des machines à broches multiples, faisant toutes la même opération, telles que les perceuses et les taraudeuses multiples. Les machines du second type sont celles qui, également à broches

des machines simples, les têtes de machines, comme nous disons habituellement. La figure 1 montre une machine à perce, composée de quatre machines simples, juxtaposées sur un même bâti. Chaque broche est animée, continuellement et automatiquement d'un mouvement de descente alterné avec un mouvement de montée.

Un ouvrier normal, qui perce cinq trous de 8 millimètres de diamètre et de 45 millimètres de profondeur, parvient à en percer dix sur une machine automatique : cette amélioration simple a donc doublé sa production.

La figure 3 donne un exemple déjà plus compliqué et qui montre parfaitement l'augmentation considérable de rendement quantitatif sur une machine multiple automatique. La pièce à usiner est un bloc-cylindre de moteur d'automobile et l'opération consiste à percer simultanément tous les trous sur trois faces du bloc, et à les tarauder de même façon, au moyen d'une machine semblable. Ces machines comportent, dans l'ensemble 77 broches. On peut imaginer facilement qu'il faudrait 77 machines à une seule broche pour percer les 77 trous séparément, à la même vitesse de production que la machine multiple.

Ces 77 machines à percer nécessiteraient 77 ouvriers pour les conduire et, ce qui est au moins aussi onéreux, 77 maintenances du bloc-cylindre d'une machine à la suivante. Les 77 trous sont percés simultanément en un temps qui est celui du plus grand trou à percer, sur une machine bien plus chère qu'une machine à une seule broche, mais cependant bien moins chère que 77 de ces machines. On économise, d'autre part, 76 ouvriers ainsi qu'une très grande surface d'atelier, de la force motrice, etc. Mais, évidemment, l'usage d'une telle machine ne peut être envisagé que dans une fabrication de pièces en très grande série.

Une machine semblable taraude automatiquement les trous que la précédente vient de percer. Il nous faut donc multiplier par deux les différences que nous venons d'énumérer, entre le perçage simple et le

perçage multiple. Le bloc ayant six faces, chaque groupe de deux machines exécutant les perçages et taraudages sur trois faces du bloc-cylindre, il suffira de deux groupes de deux machines pour l'usiner complètement et cela demandera quelques minutes seulement, alors que le perçage et le taraudage trou par trou demanderaient des heures.

Dans les machines que nous venons de décrire, chaque broche fait la même opération que ses voisines : le perçage d'un trou, par exemple. Il n'en est plus de même dans les machines que nous allons examiner, où chaque broche contribue à l'exécution de toutes les opérations nécessaires pour terminer complètement une même pièce : ce sont les tours automatiques à quatre broches, par exemple, ou bien encore les presses à poinçons multiples, etc.

Prenons le cas d'un tour automatique et prenons pour simplifier un tour à une seule broche (fig. 3).

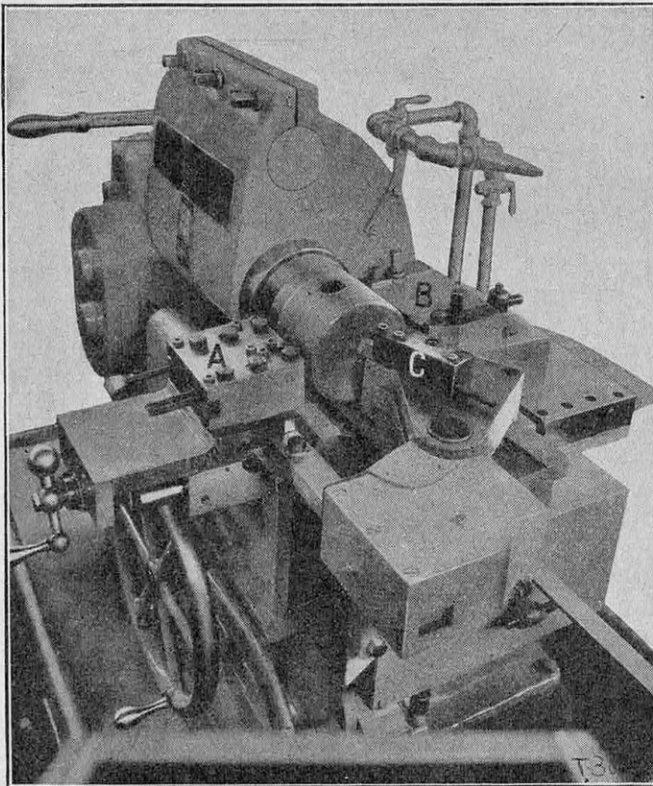


FIG. 3. — TOUR A UNE SEULE BROCHE EXÉCUTANT SIMULTANÉMENT PLUSIEURS OPÉRATIONS SUR UNE MÊME PIÈCE
Les outils portés par les trois chariots A, B et C travaillent ensemble au cylindrage d'un piston en aluminium, à l'exécution des gorges de segments et au dressage du fond.

Ce tour exécute simultanément plusieurs opérations sur un piston en aluminium.

Passons maintenant au tour multibroches. Si le nombre des opérations à exécuter sur une même pièce est important, trop important pour qu'elles soient exécutées en une seule fois, on peut imaginer qu'on les divisera en quatre groupes par exemple, et que la pièce viendra se présenter successivement devant chacun des quatre groupes. Pour réaliser cela, on se sert d'un tour à quatre broches. Ces quatre broches tournent dans une pièce unique, qui, elle-même, tourne à intervalle de temps régulier d'un quart de

tour, présentant successivement les pièces devant chaque groupe outils. Entre ces évolutions d'un quart de tour, les outils mus d'un mouvement automatique limité exécutent leur opération.

La figure 4 représente un tambour portant quatre broches et qui, à chaque évolution, tourne d'un quart de tour.

L'intérêt d'un tour automatique à quatre broches est de faire travailler, automatiquement et simultanément, un certain nombre d'outils sur quatre pièces en même temps.

Dans certains tours à cinq broches, par

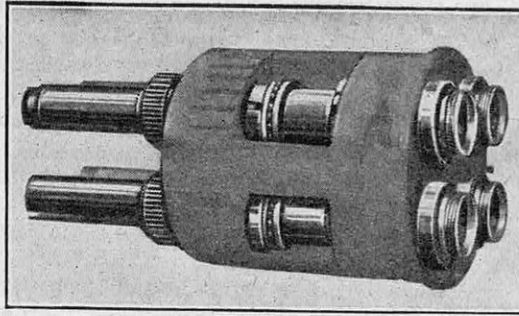


FIG. 4. — TAMBOUR A QUATRE BROCHES POUR TOUR MULTIBROCHES

Cet ensemble tourne de un quart de tour à intervalles de temps réguliers, et chaque broche présente ainsi successivement la pièce à usiner qu'elle porte devant des groupes d'outils différents.

exemple, l'évolution d'un cinquième de tour se fait en une demi-seconde et chaque groupe d'opérations, entre deux évolutions, s'effectue en moins d'une seconde. Ces chiffres permettent de comprendre comment de telles machines arrivent à donner des productions supérieures à 2.000 pièces à l'heure. Il convient d'ajouter que de telles machines, bien réglées, avec de bons outils de

coupe, peuvent être conduites à raison de quatre, et quelquefois davantage, par un seul manœuvre, dont le rôle consiste à les

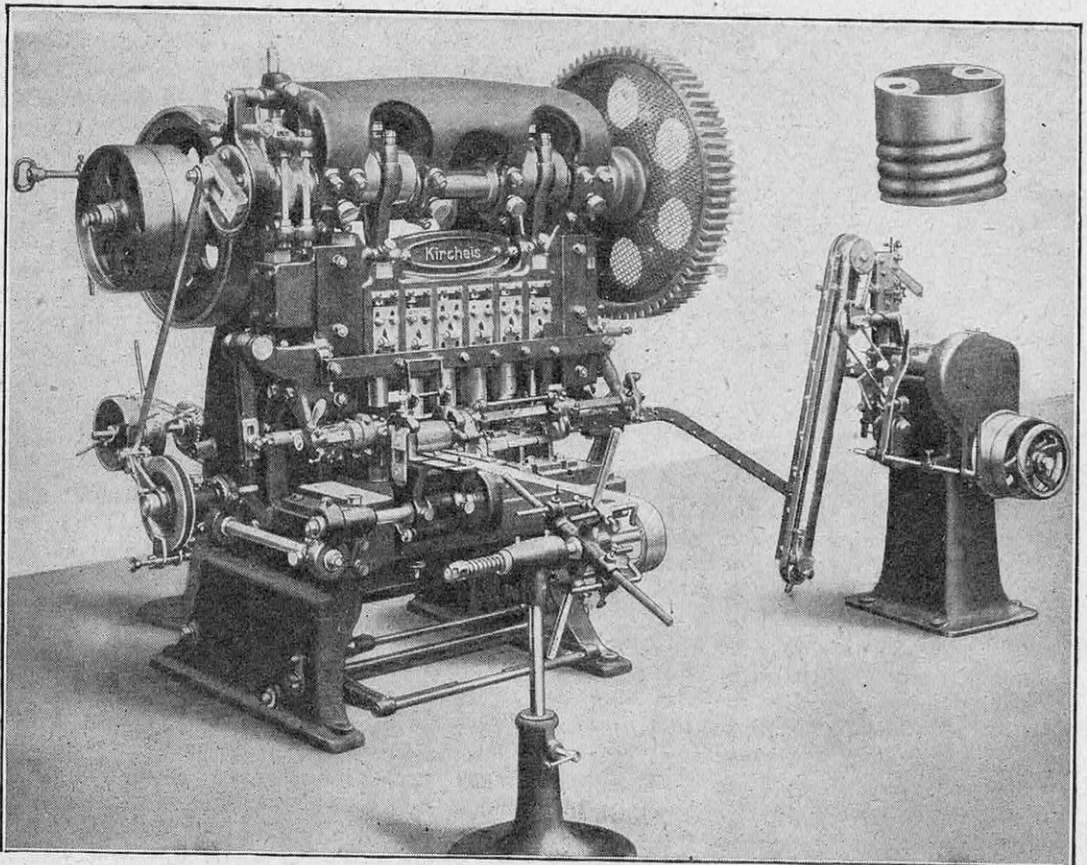


FIG. 5. — PRESSE A SIX POINÇONS ACCOUPLEE AVEC UNE MACHINE A FILETER, POUR LA FABRICATION DES DOUILLES DE LAMPES ÉLECTRIQUES A INCANDESCENCE

Le ruban de laiton se déroule à partir du tourniquet du premier plan et s'engage sous le premier poinçon qui le découpe. La pièce, du modèle représenté en haut et à droite, sort terminée de ce groupe de machines rassemblées en une seule, fort compliquée, à raison de 200 par minute environ.

alimenter en barres de métal et à surveiller leur marche entièrement automatique.

Par analogie, nous montrons, sur la figure 5, une presse à six poinçons qui, accouplée par un transporteur automatique, avec une machine à fileter, exécute les douilles de lampes électriques, dont une est représentée dans le coin de droite de la figure.

précision et de fini irréprochables. On ne peut, en effet, sous peine d'un prix de revient exagéré, demander ces qualités uniquement à la main-d'œuvre. Celle-ci, d'ailleurs, serait dans l'incapacité totale d'exécuter certains travaux, tels que le taillage d'engrenages coniques, à dentures en spirale, par exemple, sans le secours de machines spéciales et uni-

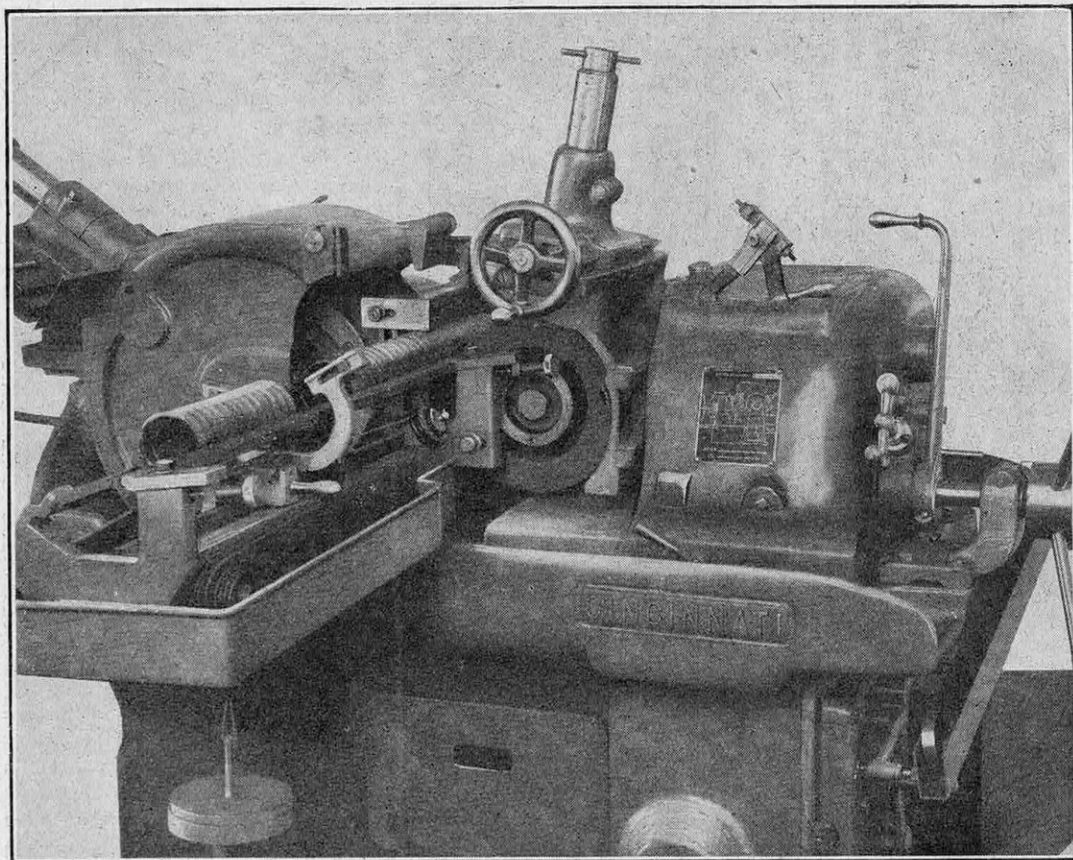


FIG. 6. — MACHINE AUTOMATIQUE POUR LA RECTIFICATION « A L'ENFILADE » DE PIÈCES CYLINDRIQUES, DE BAGUES PAR EXEMPLE, QUI CIRCULENT ENTRE DES MEULES

Le contrôle automatique du travail de la machine

Pour répondre aux exigences du montage en série des organes mécaniques, il est absolument indispensable que les pièces s'ajustent avec des jeux ou des serrages précis, des tolérances serrées, comme l'on a coutume de dire, afin d'éviter toute retouche qui contrarierait et retarderait le montage à la chaîne, en accumulant les pièces à cette opération de retouche. Il en résulte que le standard de qualité d'une fabrication en série est très élevé et que ce sont les machines-outils elles-mêmes qui doivent produire des pièces de

quement avec des moyens manuels précaires.

Mais prenons, à côté de cet exemple, le cas le plus simple, qui consiste à obtenir rapidement une pièce cylindrique avec une précision de l'ordre du centième ou même du millième de millimètre et présentant un très beau poli. Les meilleurs ouvriers tourneurs savent fort bien que le meilleur tour, le plus précis, les outils les plus correctement affûtés et leur grande habileté ne leur permettront de réaliser une telle pièce qu'avec l'aide du hasard, peut-être une fois sur mille. Toutes les autres pièces ne s'approcheront de la précision demandée qu'à un ou deux dixièmes près, précision insuffisante. Pour

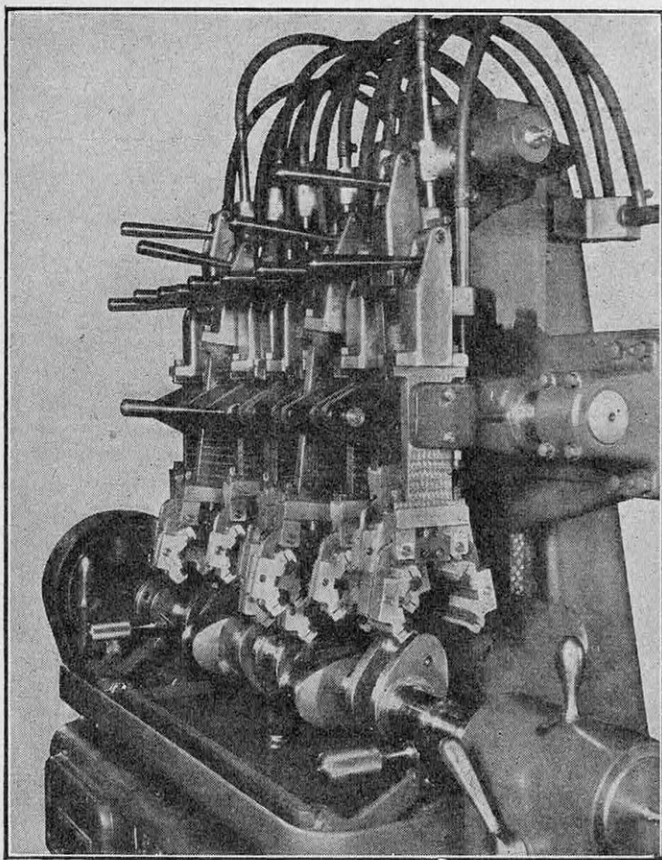


FIG. 7. — MACHINE AUTOMATIQUE SPÉCIALE POUR LA RECTIFICATION DES PORTÉES DES VILEBREQUINS D'AUTOMOBILES

Les leviers supérieurs de la machine commandent les mâchoires qui viennent se fermer sur les portées à roder. Les tuyaux visibles à la partie supérieure assurent un abondant arrosage de pétrole.

remédier à cette incapacité, une technique a été créée : c'est le travail à la meule avec les machines à rectifier. La meule enlève une quantité infinitésimale de métal si l'on veut, la machine donne la perfection de la forme, et nous verrons, un peu plus loin, comment l'on obtient l'observation de la cote précise, soit par lecture directe, ou même automatiquement.

Lorsque l'on a, dans une fabrication, à rectifier des pièces cylindriques identiques en grand nombre, les conditions de production quantitative s'ajoutent à celles de production qualitative. C'est pourquoi, afin de réduire le temps d'opération, on a supprimé les centres de la machine à rectifier et, par une disposition heureuse des organes, les pièces passent sans interruption entre les meules, à l'*enfilade*, comme l'on dit. Le temps de travail est minimum et les manutentions

sont supprimées ; c'est ce que nous voyons sur la figure 6, où les bagues à rectifier passent à la suite les unes des autres sur la machine. On rectifie, de cette façon, les pistons, les axes de pistons, les bagues de roulements à billes, etc., et le seul travail de l'ouvrier, qui conduit cette machine, consiste à l'approvisionnement en pièces à rectifier et à vérifier l'exactitude de leur diamètre après rectification. C'est un travail de manœuvre.

Cette rectification sur les machines que nous venons de voir peut, dans le cas d'un vilebrequin d'automobile, ne pas être suffisante. On approchera d'un degré de perfection supérieure

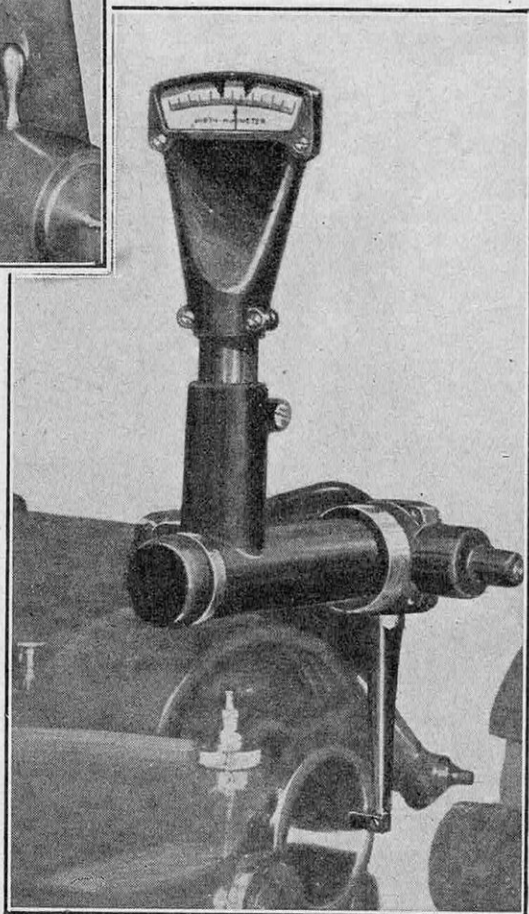


FIG. 8. — LE MINIMÈTRE DE HIRTH, MONTÉ ICI POUR LE CONTRÔLE DES ALÉSAGES, PERMET DE SE RENDRE COMPTE, PAR LECTURE DIRECTE, DU DEGRÉ DE PRÉCISION OBTENU DANS LA RECTIFICATION D'UNE PIÈCE

en rodant les portées sur une machine spéciale (lapping), qui comprend autant de mâchoires que de portées à rectifier, chaque mâchoire portant quatre réglottes abrasives visibles sur la figure 7. En sortant de cette machine, la cylindricité et le fini des portées sont parfaits, l'opération ne durant pas plus de quatre minutes par vilebrequin.

Nous avons déjà vu que, dans la plupart de ces machines automatiques, le rôle de l'ouvrier consiste principalement à appro-

lever, dont une extrémité est formée par un *touchéau* en diamant, qui frotte sur la partie travaillée. L'autre extrémité est constituée par une aiguille qui se déplace devant un cadran gradué. Chaque division du cadran correspond à $1/100^{\text{e}}$ de millimètre. Les deux index visibles sur ce cadran (fig. 8) se déplacent à la main et sont placés, au moment du réglage, aux tolérances désirées, 0 mm 05 par exemple. Si nous suivons l'opération, nous verrons que l'aiguille sera tout

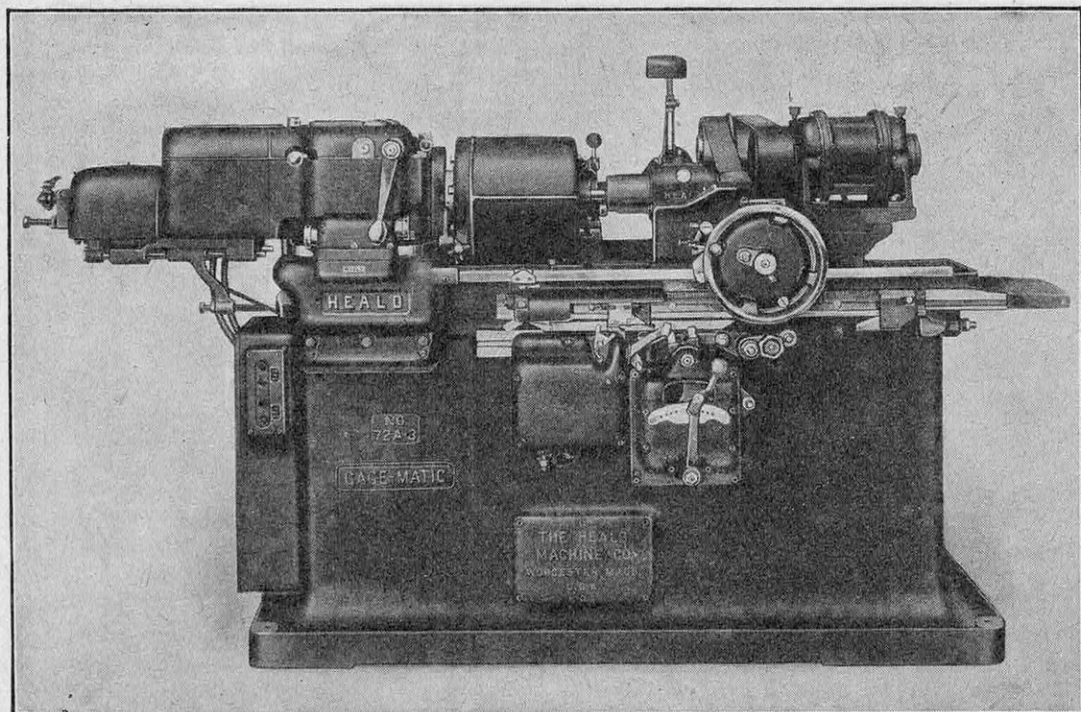


FIG. 9. — MACHINE AUTOMATIQUE A RECTIFIER INTÉRIEUREMENT, POUVANT VÉRIFIER ELLE-MÊME LE DEGRÉ DE PRÉCISION DE SON TRAVAIL (VOIR FIG. 10)

visionner la machine en barres ou en pièces brutes. Il complète son rôle en veillant à la lubrification, au dégagement des copeaux et, enfin, en vérifiant les dimensions des pièces exécutées pour changer les outils, quand leur usure occasionne des variations de dimensions qui dépassent les tolérances admises.

Nous allons montrer maintenant deux dispositions qui permettent : la première, de se rendre compte par lecture directe du degré de précision, la seconde, de se passer de tout contrôle, puisque la machine l'opère elle-même automatiquement.

La première disposition consiste dans l'application, sur une machine à rectifier, d'un appareil appelé *minimètre* de Hirth (fig. 8). Cet appareil est un amplificateur à

à gauche du cadran quand la pièce ne sera pas rectifiée, qu'elle oscillera au fur et à mesure de la rectification et sera entre les deux index du cadran quand la pièce sera à la cote désirée. Si l'ouvrier dépasse cette cote, l'aiguille passera dans la région de droite du cadran et la pièce sera mauvaise. Son rôle consistera donc uniquement à arrêter sa machine quand l'aiguille sera entre les deux index et à changer de pièce, sans faire intervenir, dans sa lecture, aucune appréciation personnelle. On ne peut concevoir un moyen plus simple d'éviter des erreurs d'appréciation.

La figure 9 représente une machine à rectifier intérieurement, qui possède cette particularité merveilleuse de contrôler elle-

même automatiquement son travail. La photo de la figure 10 montre qu'elle exécute son opération à la meule qui pénètre dans la pièce par la droite, alors qu'elle contrôle le résultat par l'introduction d'un tampon de tolérance qui pénètre par l'extrémité opposée ; ces opérations sont combinées par des mouvements automatiques appropriés. Le schéma de marche de la machine est, par conséquent, le suivant :

1° La meule approche très rapidement de la pièce ;

2° Elle exécute onze courses rapides d'aller et de retour dans la pièce, pendant lesquelles elle ébauche la rectification ;

3° Elle se présente devant un diamant qui la taille à un diamètre rigoureusement déterminé ;

4° Elle exécute ensuite huit courses lentes d'aller et retour dans la pièce, pendant lesquelles elle finit la rectification ;

5° Le tampon de contrôle qui, à chaque course avait essayé de pénétrer dans la pièce, sans y réussir, puisqu'elle n'avait pas la cote désirée, y pénètre enfin ; alors :

6° Le tampon recule, la meule s'éloigne rapidement, et

7° La machine s'étant arrêtée, l'ouvrier n'a plus qu'à changer de pièce. Le tout a demandé une minute, environ.

Afin de préciser le degré de perfection d'une telle machine, le constructeur indique qu'au cours d'un essai récent, qui a porté sur la rectification de 1.015 pièces, 4 seulement furent hors tolérances ; il s'agissait de bagues de roulements à billes.

Nous croyons que ces exemples montrent très clairement les grands progrès réalisés

sur les machines-outils dans le sens de la production en quantité, en qualité, en automaticité, c'est-à-dire sans le secours, pour les conduire, d'une main-d'œuvre experte, mais, au contraire, en n'employant que des manœuvres sans connaissances spéciales.

Nous nous efforcerons, en manière de conclusion, de faire disparaître cette erreur, trop répandue encore, que la production en grande série revient à dire production peu soignée, de qualité inférieure à la production à l'unité. Nous avons signalé, au cours de cet article, que le montage en grande série nécessitait, avant tout, pour pouvoir être exécuté, un approvisionnement

abondant de pièces parfaitement usinées. Nous avons ensuite montré, par des exemples, que les machines-outils automatiques étaient à la hauteur de leur tâche et que, non seulement elles satisfaisaient les exigences de qualité et de quantité, mais que, dans la généralité des cas, elles venaient en aide aux ouvriers qui les conduisent, en prévoyant le manque de connaissances de ces ouvriers et en se contrôlant elles-mêmes automatiquement.

N'avons-nous pas là toutes les garanties nécessaires et n'avons-nous pas raison de dire qu'une fabrication en grande série nécessite un outillage perfectionné et d'un prix très élevé, cela est certain, mais que, d'autre part, elle ne peut vivre que de pièces parfaites, tandis qu'au contraire, la production à l'unité ne pourrait pas faire un tel sacrifice d'outillage et, par conséquent, obtenir une telle perfection, quelle que soit l'habileté de la main-d'œuvre ?

L. LENOUEL.

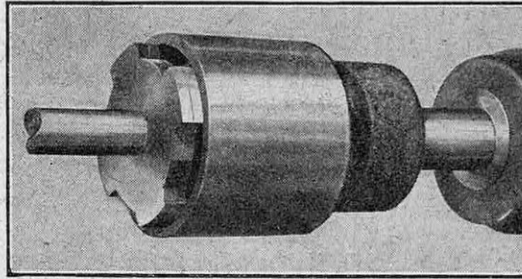


FIG. 10. — COMMENT S'EFFECTUE LE CONTRÔLE AUTOMATIQUE DE LA RECTIFICATION INTÉRIÈURE

Le tampon de tolérance, visible à gauche, contrôle le résultat du travail de la meule. Les mouvements de ces deux organes sont entièrement automatiques.

Le facteur psychologique domine le monde. Il intervient au premier chef, avant même les facteurs matériels, pour rétablir l'équilibre et la prospérité économique. Ainsi, la consommation est conditionnée par la confiance. Lorsque l'avenir paraît serein, le producteur fabrique, les stocks se constituent. Dans le cas contraire, il s'abstient.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Pour faire du bon café

POUR faire du bon café, il ne suffit pas d'acheter un café de bonne qualité, résultat de mélanges savamment dosés de grains de diverses provenances, en vue d'obtenir à la fois la saveur et la couleur désirées ; encore faut-il, dans la préparation de ce délicieux breuvage, extraire de la poudre aromatique tout ce qu'elle est susceptible de donner pour satisfaire notre palais. De plus, nous ne serons certainement pas trop exigeants, à une époque où les travaux ménagers sont de plus en plus mécaniquement effectués, en demandant que la préparation du café soit automatique. D'ailleurs, de nombreux appareils ont résolu aujourd'hui la question.

Nous voulons cependant en signaler un nouveau à nos lecteurs. C'est une cafetière en cuivre nickelé ou chromé, étamée intérieurement, qui comprend trois parties : de bas en haut (schéma ci-dessous), nous trouvons, en effet : un récipient à chauffage électrique ou non, destiné à recevoir la quantité d'eau froide nécessaire à la préparation du café ; un corps servant à recueillir le café ; un filtre où l'on met le café moulu, dosé suivant la quantité d'eau.

Après avoir mis l'eau et la poudre de café dans leurs récipients respectifs et ajusté les trois parties de l'appareil, branchons la prise de courant ou plaçons-le sur le foyer. L'eau s'échauffe, se met à bouillir et, comme dans

une lessiveuse, monte par le tube central pour aller se verser sur le café en poudre. Le café se prépare donc tout seul.

Il faut cependant mentionner une particularité de cette cafetière. On voit, sur notre schéma, que des trous ont été ménagés dans le tube central, vers le haut du récipient à eau.

Si ces trous sont ouverts, non seulement l'eau bouillante ira arroser la poudre de café, mais encore la vapeur située au-dessus de l'eau suivra le même chemin, de sorte que la pression de cette vapeur est elle-même utilisée pour extraire du café le maximum de son arôme. Une bague mobile permet de dégager ou d'obturer ces trous de réglage. Donc, ceux qui aiment le café fort laissent les trous dégagés ; ceux qui le préfèrent moins fort les ferment. Il ne faut pas, en effet, régler la force du café par la quantité de poudre ; le résultat obtenu serait incertain et, le plus souvent, mauvais.

Enfin, le café préparé se conserve chaud, comme dans un bain-marie.

La cafetière comporte, comme nous l'avons laissé prévoir, soit une bouilloire à chauffage électrique, soit une bouilloire simple permettant d'utiliser n'importe quel foyer.



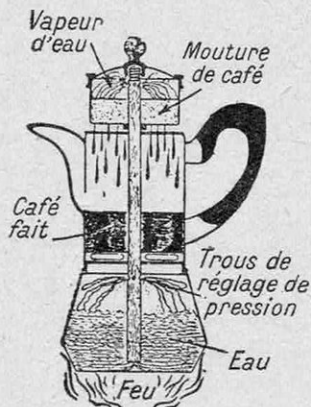
ENSEMBLE DE LA CAFETIÈRE « NAM »

Ozoniser, c'est assainir

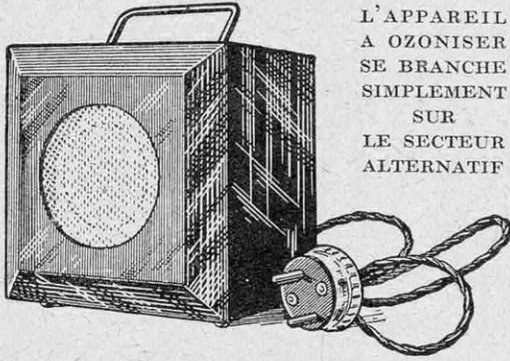
PAR son pouvoir oxydant considérable, l'ozone est, par excellence, un gaz purificateur de l'air. 1/300.000^e dans l'atmosphère d'une pièce suffit pour en détruire aussi bien les mauvaises odeurs que les germes de maladies. On sait que ce pouvoir oxydant est dû à la constitution même de la molécule de l'ozone, qui contient trois atomes d'oxygène, tandis que la molécule d'oxygène n'en contient que deux.

La formation de l'ozone a lieu principalement lorsque l'on soumet l'oxygène de l'air à l'effluve électrique, décharge faiblement lumineuse. L'odeur qui se dégage d'une telle action décèle rapidement la présence de l'ozone. Nous avons montré déjà (1) comment avait été réalisé un appareil pratique

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 123, page 253.



COUPE DE LA CAFETIÈRE MONTRANT LA CIRCULATION DE L'EAU ET DU CAFÉ



L'APPAREIL
A OZONISER
SE BRANCHE
SIMPLEMENT
SUR
LE SECTEUR
ALTERNATIF

de production d'ozone, qu'il suffisait de brancher sur le courant alternatif du secteur pour le faire fonctionner. Voici, ci-dessus, le dernier modèle d'ozoniseur. L'appareil électrique, dont le principe n'a pas varié, est enfermé dans un coffret dont le coloris peut être harmonisé avec l'ameublement. Son poids minime (1 kg 650) et son faible encombrement (c'est un cube de 12 centimètres de côté) permettent de le placer n'importe où. Il est prévu pour assurer la régénération de l'air dans des pièces de 50 mètres cubes. Enfin, la dépense d'énergie est insignifiante : un demi-centime à l'heure.

Quant à l'entretien, il est, pour ainsi dire, nul. Toutes les mille heures de fonctionnement environ, il suffit de changer l'ozoniseur proprement dit — il est aisément démontable — et ceci pour une somme réellement modique.

Voici un escabeau métallique solide et peu encombrant

De plus en plus, l'usage de l'échelle simple se réduit à des applications particulières ; l'échelle double l'a remplacée presque partout. Mieux encore, l'escabeau pliant connaît aujourd'hui, avec juste raison, les faveurs du public. Pourquoi ? Parce qu'il est léger, peu encombrant ; parce que l'on peut, sans fatigue, séjourner longtemps sur les véritables marches d'escalier qu'il comporte. La construction métallique devait, tout naturellement, permettre d'établir des appareils de ce genre à la fois très résistants et très légers.

Celui que représente, vu dans trois positions différentes, la photographie ci-contre nous paraît remarquable à tous les points de vue.

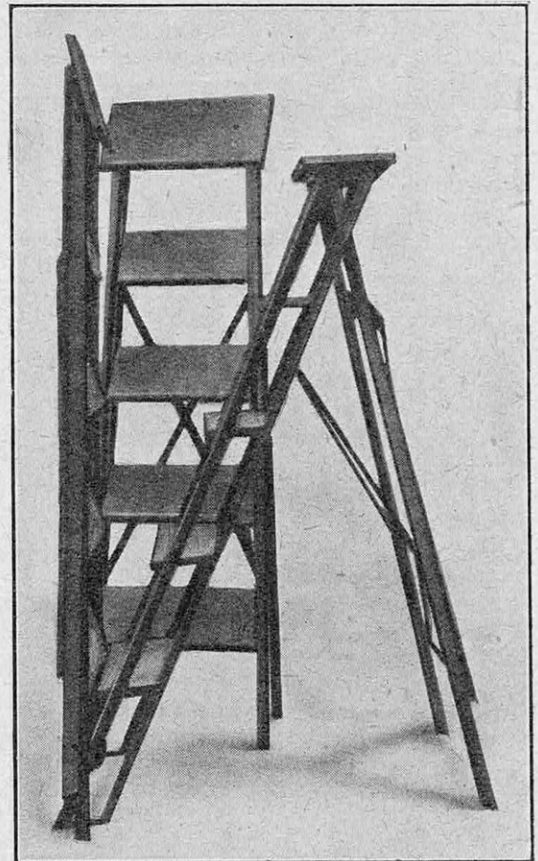
Son armature, c'est-à-dire le montant, les supports, entretroises, etc., tout en acier doux embouti, sont soigneusement rivés, de sorte qu'aucun desserrage de boulon n'est à craindre. Les marches, larges de 15 centimètres (tant pour la plate-forme supérieure qui mesure 20 centimètres), sont en bois dur. La largeur de la plate-forme permet d'y déposer facilement des outils.

Chaque marche est éprouvée pour un poids de 100 kilogrammes, et l'échelle peut supporter, sur la plate-forme, 500 kilogrammes sans fléchissement.

Enfin, cet escabeau se replie avec une grande facilité. Il suffit de le renverser légèrement sur soi. Une fois replié, son encombrement est minime, puisque son épaisseur n'excède pas 5 centimètres. Quant à son poids, il est également très faible (9 kilogrammes) ; n'importe qui peut le transporter.

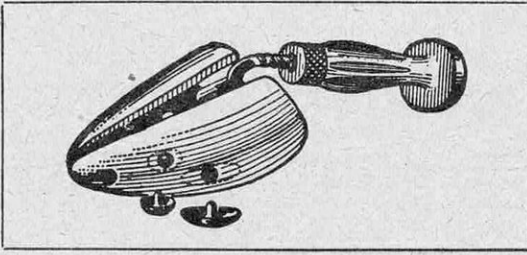
Un embauchoir perfectionné

La conservation des chaussures n'exige pas seulement l'emploi de pâtes ou cirages pour l'entretien du cuir, mais encore l'utilisation d'un dispositif permettant d'effacer les plis provenant de l'usage et où se produisent, le plus souvent, les cassures du cuir. Ce dispositif, c'est l'embauchoir, à moins que ce ne soit simplement de vieux journaux enfoncés dans la chaussure ! Mais l'embauchoir présente généra-



L'ESCABEAU MÉTALLIQUE VU DANS TROIS POSITIONS DIFFÉRENTES

Remarquer son faible encombrement lorsqu'il est replié, à gauche de la photographie.



VUE D'ENSEMBLE DE L'EMBAUCHOIR

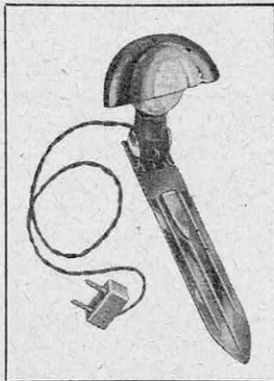
lement une forme bien déterminée et ne force le soulier que dans le sens de la longueur. Il est évidemment intéressant de disposer d'un appareil extensible dans tous les sens, en largeur comme en longueur, de façon à remplir entièrement la chaussure. L'appareil représenté ci-dessus répond précisément à cette condition.

Comme on le voit sur le dessin, il se compose de deux formes de bois, sur lesquelles on peut fixer différentes pièces suivant les besoins (conformation du pied). Par la simple manœuvre d'une vis, l'embauchoir, indéformable puisqu'il ne comporte aucun mécanisme, épouse exactement la forme du soulier. Il permet, même en accentuant son extension, de briser la chaussure, particularité fort intéressante pour éviter les fatigues occasionnées par des chaussures neuves.

Lire au lit devient un plaisir

LIRE AU LIT est une habitude contractée par beaucoup de personnes, soit qu'elles y trouvent un dérivatif à leurs occupations quotidiennes, soit simplement parce que, pendant la journée, elles n'en ont pas le loisir. Dans tous les cas, la lecture au lit exige l'installation d'une lampe placée au-dessus du lit ou, mieux, d'une lampe de chevet. Cependant, les dispositifs ordinaires ne remplissent qu'à moitié leur office, car la lumière émise est dissipée dans toute la chambre. Il est évidemment plus agréable que seul le texte soit éclairé, tandis que toute la pièce reste dans l'ombre. Par ailleurs, on réalise ainsi une excellente veilleuse, qui, allumée en cas de réveil nocturne, ne vous éblouit pas.

La lampe ci-contre, avec son abat-jour spécial, remplit précisément cette condition. Mais, de plus, elle peut être montée sur une liseuse entre les pages d'un



LA LAMPE-LISEUSE ET SON SUPPORT

livre, de sorte que celui-ci est éclairé de la façon la meilleure. Comme elle ne pèse que 125 grammes, elle ne gêne en rien la lecture. Mais si, d'autre part, on utilise l'appareil que nous avons décrit dans le n° 173 de *La Science et la Vie*, on réalise évidemment un ensemble remarquablement pratique. S'il s'agit de lire un journal, la lampe se fixe aisément à une table de chevet. De même la lampe-liseuse peut se transformer en une applique normale pratique. En auto, elle permet de s'éclairer pour lire sans gêner le conducteur.

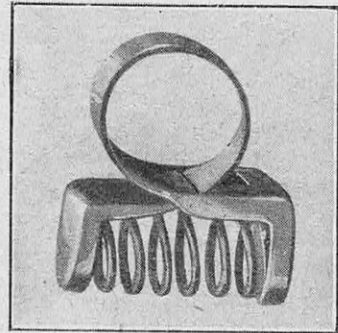
Une pince pratique

ON est souvent embarrassé pour fixer un tuyau de caoutchouc sur un tube métallique. C'est le cas, par exemple, des raccords en caoutchouc pour tuyaux souples à gaz,

qui se font de plus en plus en métal. Ces tuyaux sont vendus tout prêts ; mais changer le raccord, qui est fixé par une bague, est bien difficile. Faut-il donc, soit jeter le tuyau tout entier ou bien employer des colliers de serrage amovibles, mais qui exigent l'emploi d'un outil pour être enlevés et replacés ?

Ce problème domestique est cependant résolu par la pince représentée ci-dessus. Elle se compose d'une bande de laiton qu'un ressort à boudin tend constamment à serrer. Cependant il suffit d'appuyer sur les joues entre lesquelles est pris ce ressort pour élargir la pince et la mettre en place. En supprimant la pression, le serrage est automatiquement assuré.

V. RUBOR.



VUE DE LA PINCE

Adresses utiles pour les « à côté » de la Science

Cafetière : ETAB. R. THIERRY ET C^{ie}, 56, rue Gravel, à Levallois (Seine).

Appareil à ozone : MM. CAILLIET ET BOURDAIS, 12, rue Saint-Gilles, Paris (3^e).

Escabeau métallique : M. JOLY, ingén.-constr., à Sainte-Savine (Aube).

Embauchoir : M. GÉO LEIGHTON, 7, rue Thorel, Paris (2^e).

Lampe-liseuse : M. BLEUZE, 43, rue des Couronnes, Paris (20^e).

Pince : M. WEYDER, 213, rue de Courcelles, Paris (17^e).

N. D. L. R. — Dans l'article de M. PARODI sur l'*Electrification des chemins de fer*, sous les figures des pages 176 et 183, les poids total et adhérent indiqués pour la locomotive du P.-O. sont ceux de la locomotive de 6.000 ch du P.-L.-M. La locomotive du P.-O. pèse 120 tonnes, son poids adhérent est de 80 tonnes.

LA PLUS GROSSE PRESSE A CINTRER DU MONDE DÉVELOPPE UNE FORCE DE 1.000 TONNES

LE tonnage des bâtiments de la marine de guerre allemande a été très strictement limité par le traité de Versailles : 10.000 tonnes pour les cuirassés et 6.000 tonnes pour les croiseurs. Aussi la tendance générale qu'ont toutes les puissances navales à réaliser le plus d'économies possible sur le poids des bâtiments, pour pouvoir, à tonnage égal, en augmenter les puissances offensive et défensive, se fait-elle sentir d'une manière toute particulière en Allemagne. Le cuirassé *Deutschland*, qui a été lancé récemment aux chantiers de Kiel, en est un exemple frappant.

Cette recherche très poussée de l'allègement a conduit, en particulier, les ingénieurs allemands des constructions navales à remplacer, toutes les fois que cela était possible

sans compromettre la sécurité du bâtiment, les pièces en acier moulé employées dans la construction de la coque par des pièces en acier laminé. Mais le laminage et le gabariage des lourdes tôles de coques exigent un matériel spécial extrêmement puissant, que les chantiers de Kiel durent faire exécuter spécialement. La Société Hydraulik, de Duisbourg (Allemagne), fut chargée de ce travail et mit au point une puissante presse à un seul montant, qui peut être considérée comme la plus grande du monde.

Cette presse à gabarier développe une

force maximum de 1.000 tonnes sous une pression hydraulique de 250 atmosphères.

La table inférieure de travail a une longueur de 4 mètres et une largeur de 3 mètres. La hauteur libre entre les tables est de 1 m 80 et la hauteur totale de l'engin atteint 14 mètres.

La principale caractéristique de la construction de

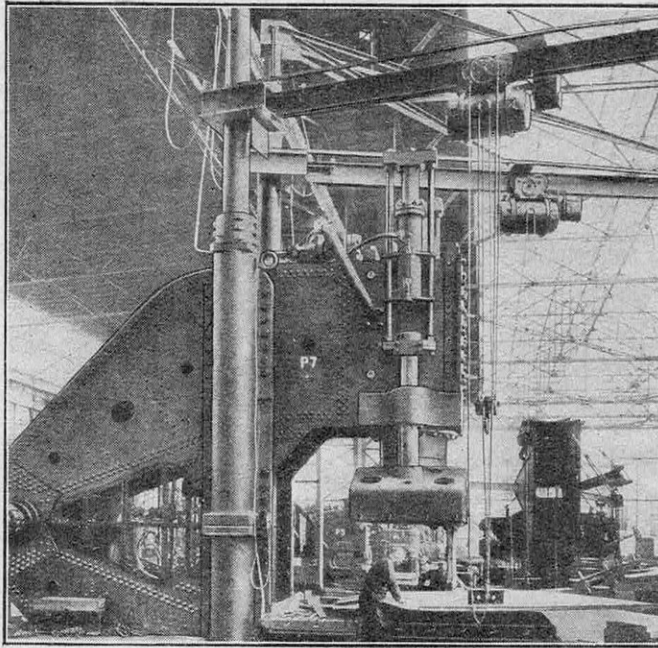
cette presse est que, eu égard à ses dimensions, son montant est établi en deux parties dont la liaison est assurée par deux robustes tirants latéraux et que, de plus, l'acier moulé habituellement utilisé dans de telles machines est ici remplacé par de fortes tôles d'acier laminé.

L'avantage de ce mode de construction réside dans la possibilité de mieux répartir le métal (puisque l'on n'est plus tenu à

observer rigoureusement les épaisseurs exigées par la technique de la fonderie) et de mieux utiliser sa section utile en faisant intervenir dans les calculs les taux de travail les plus élevés (avec l'acier moulé, on est obligé de compter sur des taux plus faibles, par suite des tensions de moulage, des retassures, etc.).

Au point de vue économique, il faut également tenir compte que les modèles de fonderie pour des pièces de dimensions si considérables auraient coûté fort cher.

Deux grues pivotantes sont montées sur le



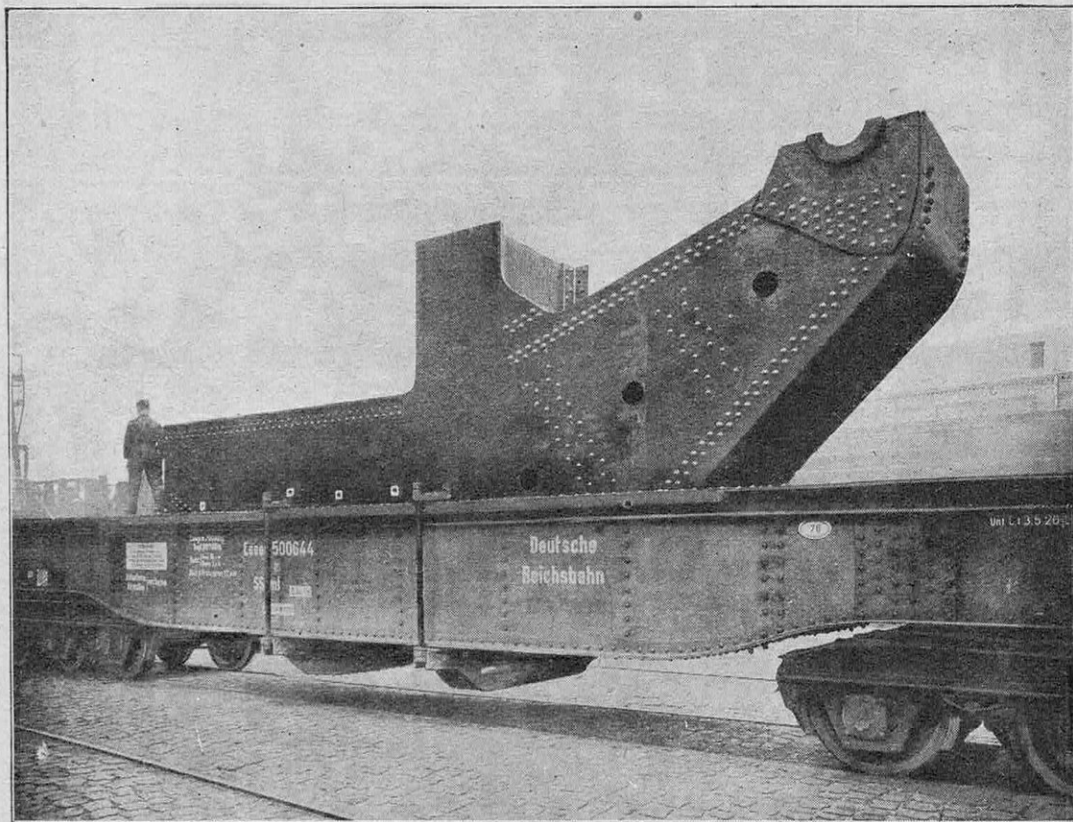
CETTE PRESSE HYDRAULIQUE, HAUTE DE 14 MÈTRES, A ÉTÉ UTILISÉE POUR LE CINTRAGE DES TOLES DU NOUVEAU CUIRASSÉ ALLEMAND « DEUTSCHLAND »

prolongement des tirants et peuvent effectuer au-dessus de la presse une rotation atteignant presque 360 degrés. Sur les flèches horizontales de ces grues, dont la portée utile est de 8 mètres, circulent des chariots-palans, ayant chacun une puissance de 5.000 kilogrammes.

La presse à gabarier travaille normalement avec des pressions de 100 ou 200 kilogrammes par centimètre carré, produisant,

des essais de réception des plus sévères, qui démontrèrent, mieux que tous les calculs, que la construction en tôles fortes, moins chère que la construction en acier moulé, ne lui était pas inférieure lorsque les pièces et les efforts étaient judicieusement calculés.

La substitution de la tôle d'acier à l'acier moulé dans la construction des coques des bâtiments de guerre a donné, avec le nouveau cuirassé *Deutschland*, des résultats



LA PARTIE INFÉRIEURE DE LA PRESSE, PENDANT SON TRANSPORT, DEPUIS LES ATELIERS DU CONSTRUCTEUR JUSQU' AUX CHANTIERS NAVALS « DEUTSCHE WERKE » DE KIEL, EN ALLEMAGNE

respectivement, des efforts utiles d'environ 400 ou 800 tonnes.

La pression de 200 kilogrammes par centimètre carré est obtenue grâce à un multiplicateur de pression hydraulique placé sur le côté de la machine. On dispose ainsi de plusieurs étages de pression, ce qui rend le travail de la presse très économique. En effet, les cintrages préliminaires de fortes tôles n'exigent que de l'eau à 100 atmosphères, produisant un effort de 400 tonnes. Pour le cintrage définitif seulement, on consommera de l'eau à 200 atmosphères.

Cette presse à gabarier a subi avec succès

particulièrement intéressants, mais sa mise en œuvre a exigé un appareillage spécial, jusqu'ici unique au monde. Pour la construction de cet appareillage, rompant également avec les traditions, on a préféré aussi la tôle à l'acier moulé, et les résultats obtenus ont montré que ce procédé de construction convenait parfaitement à ce genre de machines. Nous pouvons donc, à la lumière de ces deux exemples, prévoir que l'emploi des tôles fortes d'acier dans la grosse construction métallique retiendra davantage l'attention qu'il ne l'a fait jusqu'à présent.

PAUL LUCAS

LES PRODUCTIONS
“ NITRAL ”

Les produits d'entretien “ NITRAL ” fabriqués par les Usines Chimiques “ NITROLAC ” de SAINT-DENIS (Seine)

Super Brillant Nitral pour carrosserie
Super Antigoudron Nitral
Super Brillant Nitral pour métaux
Super Brillant Nitral pour nickel, chrome
Super Brillant Nitral pour meubles
Super Détachant Nitral pour tous tissus



Super Noir Nitral pour fourneaux
Super Désodorisant Nitral pour assainir
Super Récurant Nitral pour baignoires
Super Brillant Nitral pour argenterie
Super Fluide Nitral contre tous insectes

EN VENTE DANS TOUS LES GRANDS MAGASINS, MARCHANDS DE COULEURS

“ NITRAL ”

Siège social : 41, rue Marius-Aufan - LEVALLOIS-PARIS

Téléph. : Carnot 54-84, Pereire 05-04, 22-17, Inter-Pereire 24-51

Adresse télégraphique : Nitral-Paris

LES PRODUCTIONS “ NITROLAC ”

Toutes les laques cellulosiques et grasses
pour carrosseries, bâtiments ou industries

Les nouveautés “ NITROLAC ”

Les apprêts et mastics semi-polymérisés
séchage en deux heures

La laque à l'huile polymérisée NITROLAC
séchage en deux heures



Les Laques “ NITROLAC ”

Huiles deux heures sont en vente chez tous les marchands de couleurs, grands magasins, etc..., dans dix teintes de bases, mélangeables en toutes proportions, permettant d'obtenir n'importe quelle teinte désirée.

Boîtage depuis le 1/20^e de litre.

“ NITROLAC ”

Siège social : 41, rue Marius-Aufan - LEVALLOIS-PARIS

Téléphone : Carnot 54-84, Pereire 05-04, 22-17, Inter-Pereire 24-51

Adresse télégraphique : Nitrolac-Paris

Usines : Route d'Aubervilliers - SAINT-DENIS (Seine)

Téléphone : Plaine 09-20

CHEZ LES ÉDITEURS

CHEMINS DE FER

LE NORD, par Léon Pondeveaux. 1 vol. illustré, 274 pages. Prix franco : France, 25 fr. 75 ; étranger, 28 fr. 50.

Voici un exposé fort documenté sur l'histoire du grand réseau français des chemins de fer du Nord, depuis son origine jusqu'à nos jours. On y trouvera notamment ce que fut l'action féconde des chemins de fer au cours de la guerre 1914-1918 et l'effort de reconstruction effectué depuis. Enfin, le lecteur comprendra aisément tous les problèmes qui régissent l'exploitation ferroviaire et, en particulier, comment les progrès de la technique ont permis le remarquable essor du réseau du Nord.

CHIMIE

FORMES CHIMIQUES DE TRANSITION, de André Job, œuvres recueillies par Jean Perrin et Georges Urbain. 1 volume in-8° de 355 pages, avec 8 figures et un portrait hors texte en héliogravure. Prix franco : France, 97 fr. 50 ; étranger, 102 fr. 50.

Parmi tous les chimistes qui se sont préoccupés du mécanisme des réactions, A. Job est, sans aucun doute, celui dont la contribution aura été la plus féconde. Il a étudié les phénomènes d'oxydation et de réduction, un grand nombre de réactions photochimiques ; il a trouvé et isolé des corps nouveaux, mis au point des méthodes d'analyse originales ; mais toujours ses travaux sont dominés par une préoccupation de haute portée : faire comprendre les transformations de la matière en déterminant les formes fugi-

tives qui en constituent les étapes. Il est heureux que les hommes éminents que sont MM. Jean Perrin et Georges Urbain aient bien voulu faire l'effort d'une édition coordonnée des œuvres de A. Job. Par les articles généraux consacrés aux grands problèmes scientifiques et aux théories chimiques, réunis en une première partie, cet ouvrage intéressera non seulement les spécialistes chimistes et biologistes, mais aussi tout homme soucieux d'idées générales.

MOTEURS

TRAITÉ PRATIQUE SUR LE FONCTIONNEMENT DU MOTEUR A EXPLOSION, par René Bardin. 1 vol., 153 p., 94 fig. Prix franco : France, 28 fr. 50 ; étranger, 30 francs.

L'auteur étudie, en premier lieu, le principe de fonctionnement des moteurs à 4 temps et à 2 temps ; l'évaluation de la puissance et l'influence des divers rendements.

Une étude dynamique élémentaire met en évidence l'influence du couple moteur et l'ordre d'allumage dans les différentes réalisations.

La description des organes, le principe et la réalisation de distribution et du réglage des différents types de moteurs d'automobile et d'aviation complètent l'étude du moteur lui-même.

La carburation, les principaux carburateurs, les divers modes d'allumages, les divers genres de graissage et de refroidissement, l'échappement, la régulation, la mise en marche, le réglage des moteurs, font l'objet d'une étude détaillée.

Cet ensemble est terminé par un exposé sur l'entretien des moteurs et sur leurs principales causes de mauvais fonctionnement et pannes.

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 — | | |

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, Rhodésia, Suède.

| | | | |
|---------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Envois simplement affran- | { 1 an..... 80 fr. | Envois recommandés.... | { 1 an.... 100 fr. |
| chis..... | { 6 mois... 41 — | | |

Pour les autres pays :

| | | | |
|---------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Envois simplement affran- | { 1 an..... 70 fr. | Envois recommandés.... | { 1 an..... 90 fr. |
| chis..... | { 6 mois... 36 — | | |

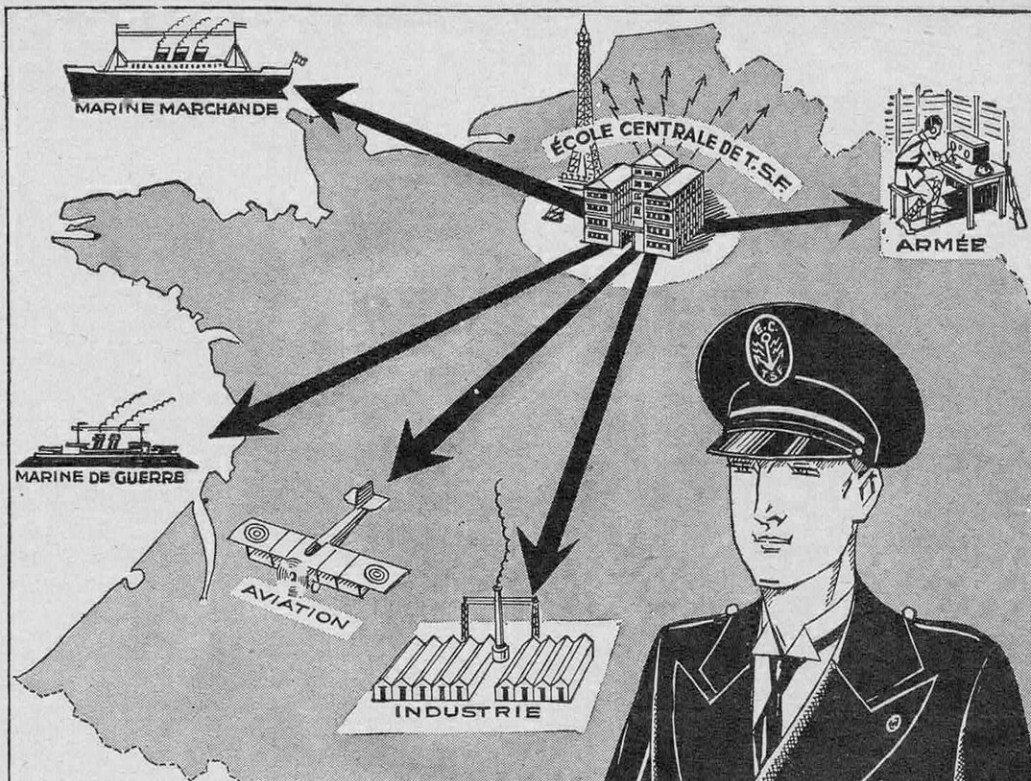
Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« 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.

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



ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, Rue de la Lune - PARIS (2^e)

Toutes les préparations

PROFESSIONNELLES. - Radiotélégraphistes des Ministères et Grands Administrations ; Officiers-Radio de la Marine Marchande ; Sous-Ingénieurs-Radio ; Chefs-Monteurs ; Radio-Opérateurs des Stations de T. S. F. Coloniales.

MILITAIRES :

Génie. - Chefs de Postes et Elèves Officiers de Réserve.

Aviation. - Breveté Radio.

Marine. - Breveté Radio.

Durée moyenne des études 5 à 10 mois

Placement et incorporation assurés

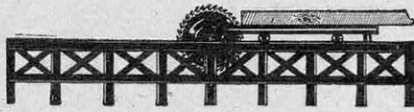
Cours du jour et du soir et par correspondance

Demander renseignements pour nouvelle session Avril



E. Feroci

SCIES CIRCULAIRES A BOIS



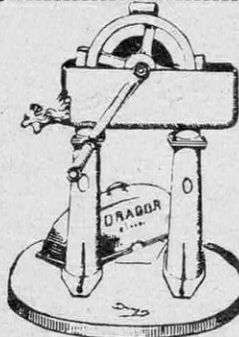
- Modèle 2. Avec chariot de 160 cm et chemin de roulement de 400 cm. Fr. 1.080. »
 Modèle 3. Avec chariot de 250 cm et chemin de roulement de 650 cm. Fr. 1.874. »
 Modèle 1. Sans chariot. Fr. 646. »

FABRIQUES PAR DES INGÉNIEURS POUR DES CONNAISSEURS

Tous les modèles sont montés avec roulements à billes et toutes les pièces rigoureusement interchangeables.

Ecrivez pour la notice explicative aux

Etablissements JOHN REID
 6 BIS, quai du Havre — ROUEN



DRAGOR

Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds A 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 les 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

Voir article. n° 83, page 446



L'ESCABEAU MÉTALLIQUE PLIANT

et ne
 SOLIDE UR TABLE 500 Kgs. que
 PORTE ÈSE 9 Kgs. coule
 LIE 5% 59 fr.

M. JOLY, Ing. Const. 6, Rue des Dames, S^e SAVINE (Aube)



PRIX COURANT 1932

Séries (1800) paquets et collections
 NOMBREUSES ET RÉELLES OCCASIONS

est adressé gratis et franco par

Maison ARTHUR MAURY
 6, boulevard Montmartre, PARIS

VOUS RÉUSSIREZ

SI VOUS LISEZ le "Guide des Carrières Techniques" qui vous renseignera exactement sur les situations industrielles, commerciales, militaires, maritimes et vous indiquera le moyen de vous y préparer, rapidement, chez vous, et à peu de frais (Tomes N° 1 : T. S. F. — N° 2 : Automobile — N° 3 : Electricité — N° 4 : Aviation) Demandez, aujourd'hui même, gratuitement, le tome qui vous intéresse au Service N° 9

UNIVERSITÉ TECHNIQUE DE PARIS

28, RUE SERPENTE, VI^e

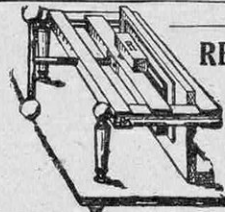
CHEMINS DE FER PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE

L'hiver de la Côte d'Azur, c'est un autre printemps

Les trains du P.-L.-M., "trains du soleil", comme on les appelle, nombreux, rapides, confortables, mettent ce printemps, en quelques heures, à la portée de tous. Le prix du voyage est singulièrement réduit si l'on use des cartes donnant droit à la délivrance de billets à demi-tarif valables un mois qui, pour un trajet aller et retour de 2.000 kilomètres, procurent une économie de 20 % en 1^{re}, de 14 % en 2^e et 3^e classes, économie qui atteint 30 % en 1^{re} et 26 % en 2^e et 3^e classes, si le trajet est de 3.000 kilomètres.

INVENTEURS
 Pour vos
 BREVETS

Adr. vous à: WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
 35 Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratis!



RELIER tout SOI-MÊME

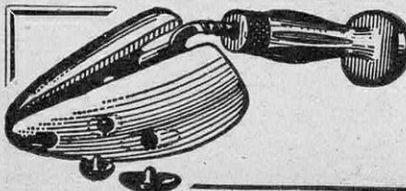
avec la RELIEUSE-MÉREDIEU
 est une distraction

à la portée de tous

Outils et Fournitures générales

Notice illustrée franco contre 1 fr.

V. FOUGERE & LAURENT, à ANGOULÊME



Embauchoir EX-L

Breveté S. G. D. G. et à l'Étranger

Pouvant faire office de **FORME A FORCER**

Le seul extensible en largeur. Recommandé pour pieds sensibles

Geo LEIGHTON, 6, rue Thorel, PARIS-2^e Tél. : Cent. 64-91

Pas de joli sourire sans Dentol...



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.

Dentol



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*.

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 tâcher 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 TOUTS 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 'a 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. Saussier.) — Nos brevets sont exposés au public dans nos bureaux.

..... L'APPAREIL COMPLET, NOUVEAU MODÈLE B², 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 »)

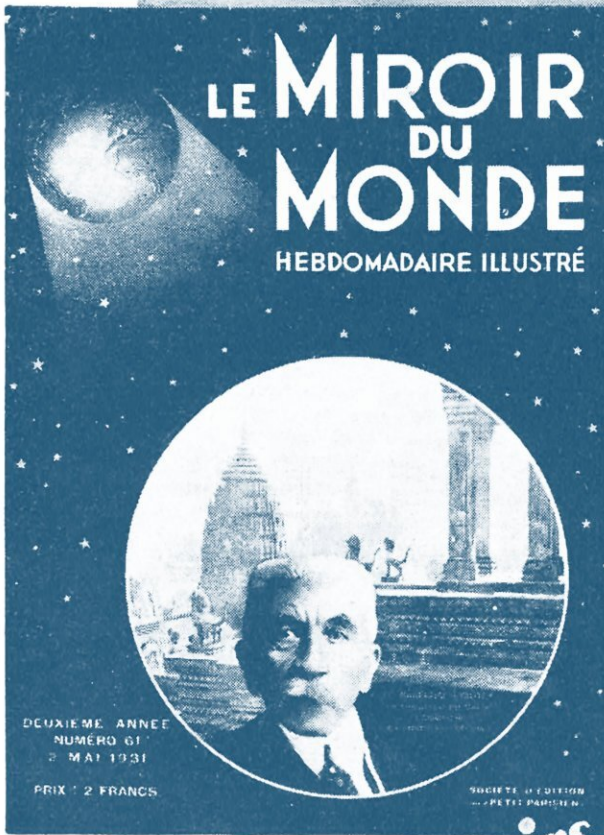
Chèque Postal **Paris 1407-74**

Brochure et tous renseignements gratuits et FRANCO sur demande

(Prière de ne pas joindre timbre pour la réponse.)

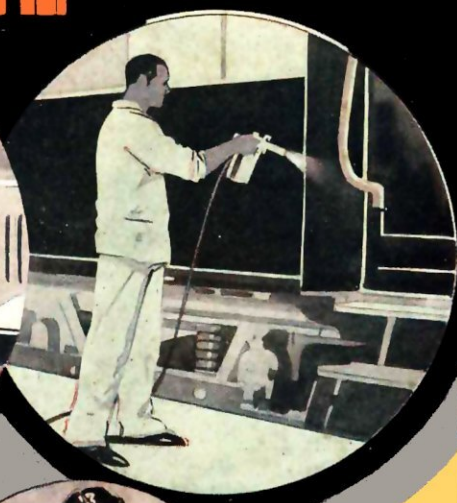
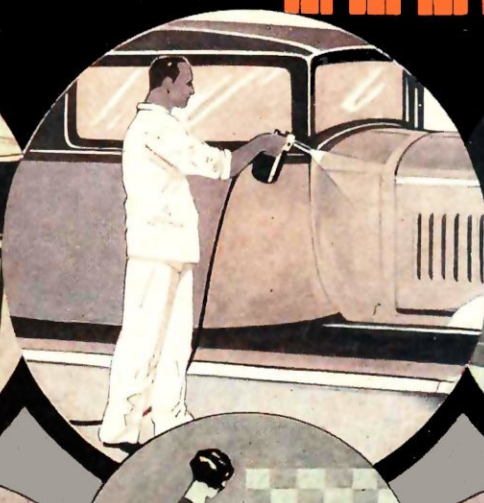
Pour 2^{frs} par semaine
le compte-rendu photo-
graphique de toutes les
actualités du monde entier

Documentation rapide
et de première main,
collaboration éminente,
photographies inédites,
reproductions artistiques
par procédés modernes,
assurées par la puissante
organisation journalisti-
que du "Petit Parisien".



ajoutez aux plaisirs
le n° 2^{frs} du week-end
**LE MIROIR
DU
MONDE**

LA SCIENCE ET LA VIE



LES PRODUCTIONS
DE/
USINES CHIMIQUES
NITROLAC
A SAINT-DENIS

PEINTURES
NITROLAC
PRODUITS D'ENTRETIEN
NITRAL
INSECTICIDE
NITRAL