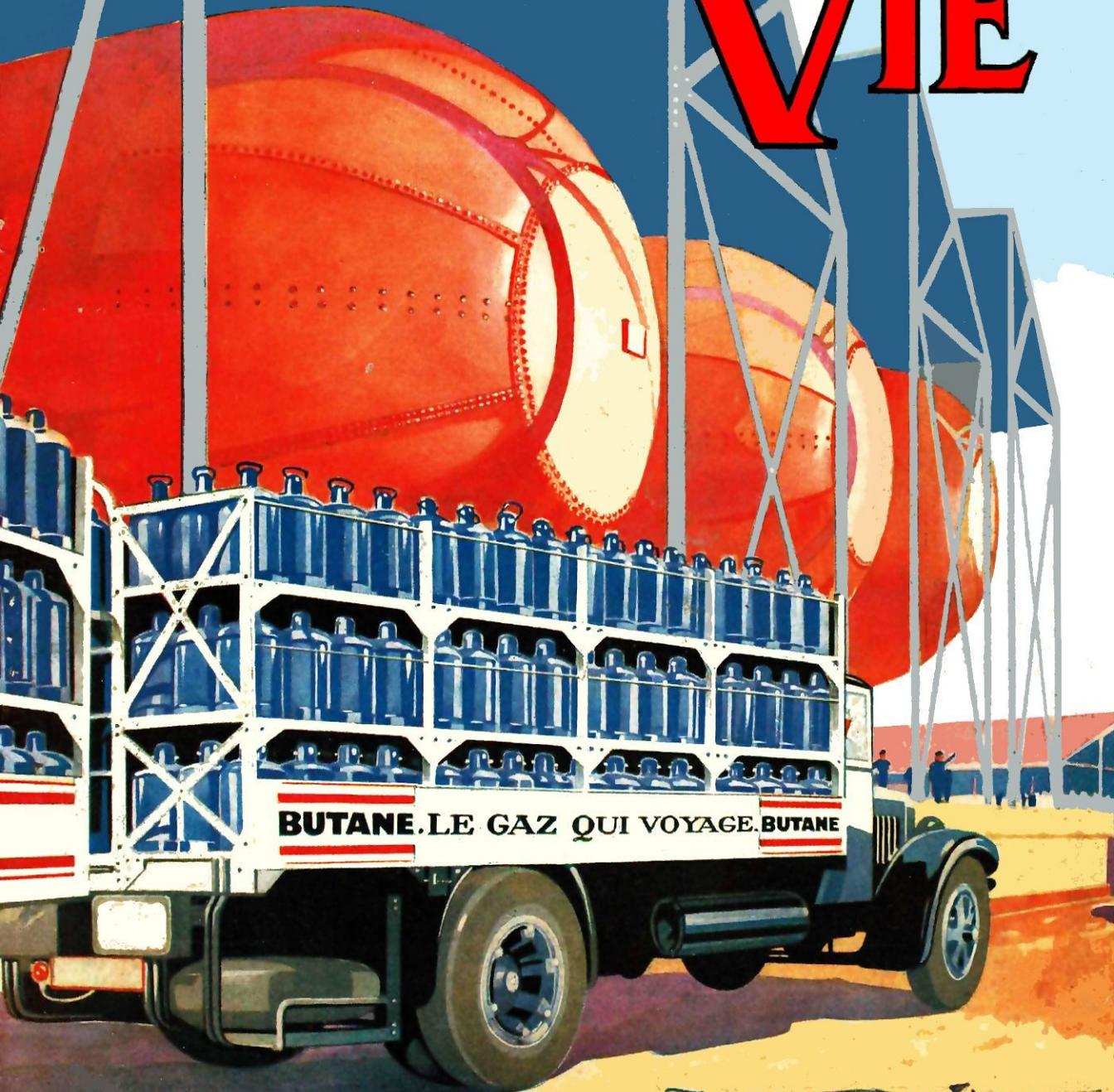
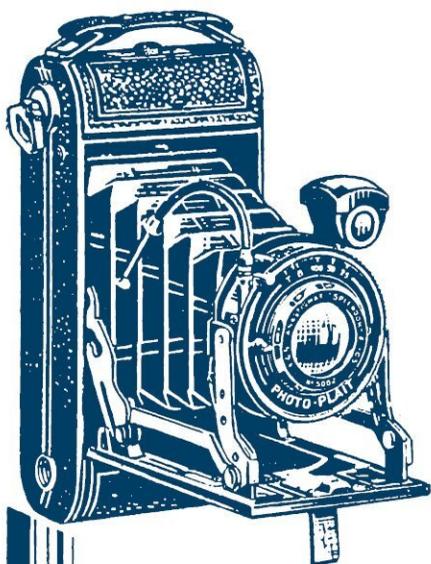


LA SCIENCE ET LA VIE



BUTANE. LE GAZ QUI VOYAGE. BUTANE

Roger Sauter



vous
aurez
pour **50** frs

LE VOLTEX PRIX 250'

Automatique 6 x 9 - Anastigmat
"SPLENDOR" 1:4,5 - obturateur
1/100", se chargeant en plein jour,
avec des pellicules de 8 poses, de
n'importe quelle marque.

Le solde payable en 4 mensualités
de 50 frs. sans aucune majoration.

GARANTIE : 2 ANS

EN VENTE SEULEMENT AUX ÉTABLISSEM'

PHOTO-PLAIT

35 - 37 - 39, RUE LA FAYETTE-Paris-Opéra

SUCCESSALES } 142, Rue de Fennes, Paris-Montparnasse
104, Rue de Richelieu, Paris-Bourse
15, Galerie des Marchands (rez-de-ch.) Gare St-Lazare
6, Place de la Porte-Champerret, Paris-17'

CADEAU Tout acheteur d'un "VOLTEX" payé au comptant recevra
gratuitement un superbe sac en cuir, valeur : 22 francs

NOUVEAUTÉ Essayez la pellicule 8 poses
ultra rapide "HÉLIOCHROME" **vous serez**
émervillés !

$\frac{4 \times 6}{11}$	$\frac{6 \times 9}{11}$	$\frac{6 \frac{1}{2} \times 11}{11}$
4.95	5.50	6.95

ENVOI GRATUIT du CATALOGUE - SV - 1933

Véritable encyclopédie de tout ce qui concerne la PHOTO et le CINÉMA.

KODAK - ZEISS IKON - AGFA
VOIGTLANDER - LEICA,
LUMIÈRE - PATHÉ - BABY ETC...

Maison vendant 20 à 25 % meilleur marché que partout
ailleurs les Appareils, Plaques, Pellicules, Papiers,
Produits et Accessoires de sa marque.

*Expéditions en province à domicile, franco de port
et d'emballage.*

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

ÉCOLE CIVILE DE GENIE **ÉCOLE DE NAVIGATION**

placées sous
le haut patronage de l'État

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

19, rue Viète (Métro Wagram) - PARIS (17^e)

DU Cours sur place ou par correspondance

DES SITUATIONS

COMMERCE & INDUSTRIE

Obtention de Diplômes et accès aux emplois de

**SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS**

Préparation aux Concours

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

Programme gratuit
N° 807

MARINE

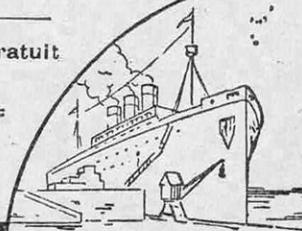
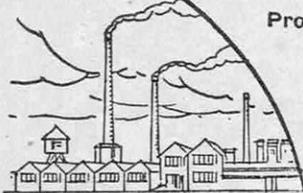
Admission aux
**ÉCOLES DE NAVIGATION
des PORTS
et de PARIS**

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



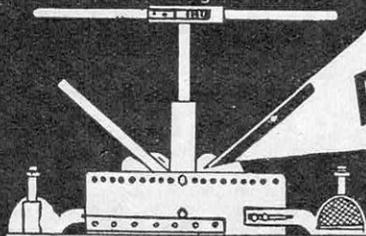
UNIFICO

E. Paracine

CINTREUSE MINGORI

A FROID SANS REMPLISSAGE

Syst. Renou-Mingori B^{te} France S.G.D.G
et Etranger



A VIS ET A POMPE

SUR N'IMPORTE QUEL PLAN

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

6 modèles du 12×17 au 102×114 inclus

PLUS DE 15.000 EN SERVICE

Demander la Brochure n° 4



**Doublez
le rendement**
de votre appareil grâce au

**FILM
PERNOX
26° Sch**

EN VENTE PARTOUT

DEMANDEZ BROCHURE GRATUITE C 77
(Appareils et Films ZEISS IKON) à
Soc. IKONTA, 18-20, fg du Temple, Paris-XI^e



Les moyens de combattre victorieusement LA CRISE

*nous les enseignons et nous remontons énergiquement
le moral de nos adeptes.*

Ces moyens nous ont réussi, ils ont réussi à plus d'un million d'individus dans toutes les classes de la société, dans tous les pays du monde ; pourquoi ne vous réussiraient-ils pas ?

Professeurs de Facultés et hommes d'affaires expérimentés, nous mettons à l'épreuve et perfectionnons depuis quarante ans *notre technique du succès*, aidés par la vaste et riche expérience de nos adeptes. Leur zèle, leur enthousiasme, leur dévouement au Système Pelman sont notre gloire : notre propre succès n'est fait que de leurs innombrables succès.

Quels que soient votre profession, votre âge, la région que vous habitez, si vous vous sentez anxieux, découragé, accablé par les difficultés du temps présent, *écrivez-nous ou venez nous voir*. Afin de vous faire connaître nos principes, nous vous donnerons gracieusement quelques conseils et vous remettrons notre brochure gratuite n° 18.

Il ne vous en coûtera rien, vous ne vous engagerez d'aucune façon, et vous recommencerez la lutte, réconforté, plein d'espoir en vos forces et en l'avenir.

La crise ne vous paraîtra plus insurmontable. Vous serez prêt à lui opposer ces armes invincibles que nous connaissons.

SYSTÈME PELMAN

NOUVELLE ADRESSE :

80, boulevard Haussmann (et rue de Rome), PARIS-8°

Tél. : Europe 61-90 ; 61-91

LONDRES
DUBLIN

NEW-YORK
STOCKHOLM

DURBAN
MELBOURNE

DELHI
CALCUTTA

Sous la Direction effective de Professeurs de Facultés et d'Hommes d'Affaires expérimentés
40 ANS D'EXPÉRIENCE MONDIALE DANS TOUTES LES CLASSES DE LA SOCIÉTÉ

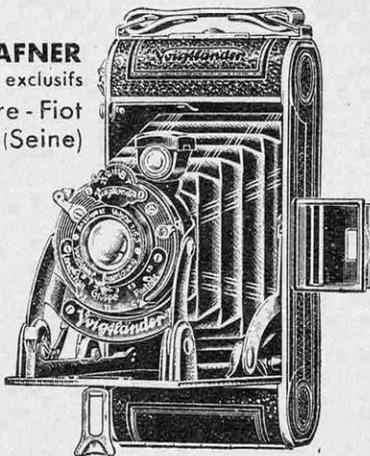


LA SIMPLICITÉ MÊME !

Pour faire de belles et jolies photos sans le moindre insuccès, point n'est besoin de longues explications avec l'appareil **Bessa** de Voigtländer. Son maniement est la simplicité même. Et **Bessa** est à la portée de toutes les bourses puisque avec objectif Voigtar f/6,3 il ne coûte que **295 fr.** en 6/9, **335 fr.** en 6,5/11 cm. Avec obturateur à retardement : 55 fr. de supplément.

Allez voir **BESSA** et la gamme si complète des appareils Voigtländer chez tout bon marchand d'articles photo ou demandez notre catalogue gratuit n° **85**

**SCHOBER
ET HAFNER**
Représentants exclusifs
3, rue Laure-Fiot
ASNIÈRES (Seine)



Voigtländer

APPRENEZ L'ANGLAIS L'ALLEMAND, L'ESPAGNOL, etc. rapidement et correctement

A NGLAIS, ALLEMAND, ESPAGNOL, RUSSE, ITALIEN, etc., choisissez la langue que vous voudriez connaître, et, en quelques semaines,



H. G. WELLS avait prédit depuis longtemps le grand développement que Linguaphone a apporté dans l'enseignement des langues : « C'est admirable, dit-il. Vous avez réussi ce qui n'avait jamais été possible jusqu'à ce jour. »

vous vous apercevrez que vous la parlez couramment et avec un accent parfait. C'est là le côté merveilleux de cette nouvelle façon d'apprendre les langues, instaurée par l'**Institut Linguaphone**, et qui s'est révélée si efficace qu'elle est déjà adoptée par d'innombrables élèves dans le monde entier, et par plus de 11.000 Ecoles et Universités.



M. BERNARD SHAW, qui a honoré Linguaphone de son approbation, en enregistrant deux disques autographiés.

Apprenez dès maintenant UNE NOUVELLE LANGUE

Personne ne discute l'importance de posséder plusieurs langues. Le monde est plein de chances nouvelles pour ceux — hommes et femmes — qui ont cet avantage sur les autres : chances de situations plus importantes dans les affaires ; l'agrément et l'intérêt des voyages démultipliés. De nouveaux trésors de la Littérature, de l'Art et des Sciences sont mis à votre portée. La T. S. F. vous réserve de nouvelles joies en vous permettant de comprendre les émissions étrangères : opéras, chants, conférences, etc. Toute votre vie s'en trouve enrichie, tout votre horizon mental élargi.

VOYEZ COMME C'EST FACILE

Vous placez un disque sur votre phono et vous écoutez la voix des Professeurs Linguistes qui vous parlent dans leur propre langue. Tout en écoutant, vous suivez sur le livre illustré les mots prononcés par le professeur. Très vite, vous maîtrisez si bien les sons et les mots que vous commencez à parler, lire et écrire sans aucun effort. La prononciation correcte vous vient tout naturellement, parce que vous n'avez jamais entendu prononcer un mot incorrectement.

ESSAI GRATUIT de 8 Jours

Nous vous invitons à nous renvoyer le coupon ci-dessous. En retour, vous recevrez gracieusement notre brochure Linguaphone, qui vous indiquera le moyen d'obtenir une Méthode Linguaphone complète en n'importe quelle langue, à l'essai chez vous pendant 8 jours. Cours de Littérature et de Voyages pour élèves avancés.

INSTITUT LINGUAPHONE
12, rue Lincoln, PARIS (8^e)

Monsieur le Directeur,

Veuillez m'envoyer (sans frais de poste) votre brochure illustrée sur la Méthode Linguaphone pour apprendre les langues. La (ou les) langue qui m'intéresse est :

Nom.....

Adresse.....

MARQUE
DÉPOSÉE

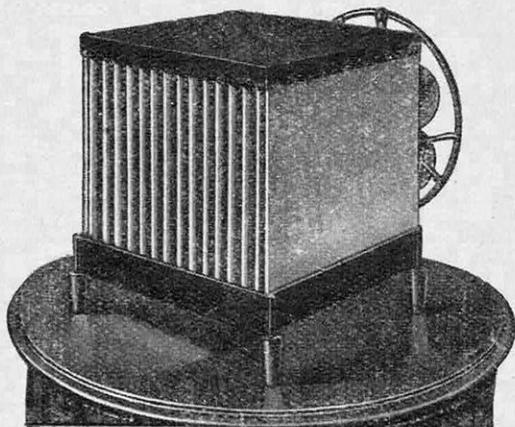
“FRIGOSE”

MARQUE
DÉPOSÉE

LE REFROIDISSEUR D'AIR DU D' BOUR

Breveté France et Etranger

DE L'AIR FROID EN ÉTÉ : aux Colonies, dans les contrées
les plus chaudes



Prix imposé : 250 fr.
(SANS VENTILATEUR)

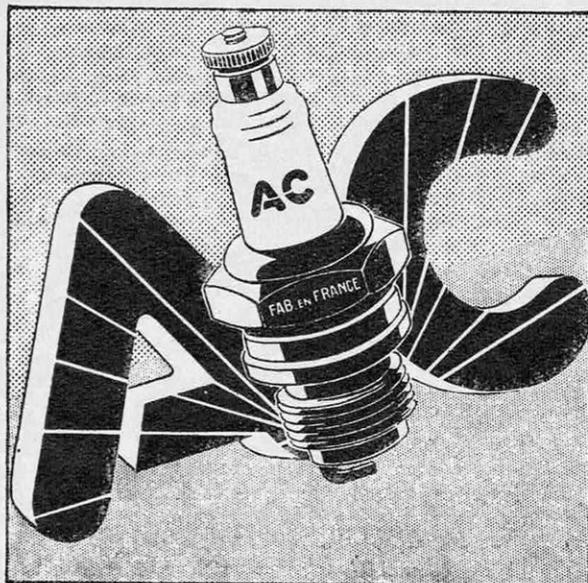
Remplissez avec de l'eau la cuvette du
“**BLOC FRIGOSE**”
et placez-le devant votre
ventilateur de table.
Vous obtiendrez de l'air **froid** et **pur**.

**MODÈLES SPÉCIAUX
POUR VENTILATEURS-PLAFONNIERS**

Notice envoyée par “**FRIGOSE**”
155, rue de la **Chapelle**
SAINT-OUEN (Seine)

*Agents revendeurs demandés pour les
Colonies et l'Etranger*

PUBL. C. BLOCH



Quelles que soient les
bougies que vous em-
ployez, il est nécessaire
de les changer tous les
15.000 kilomètres.

Si vous désirez faire donner à votre
moteur tous ses chevaux, ne négligez
pas vos bougies.
N'oubliez pas que l'allumage est
l'élément essentiel du rendement du
moteur, que les vieilles bougies dimi-
nuent ce rendement et qu'un bon
jeu de bougies vous évitera bien des
déboires. Adoptez une marque qui
a fait ses preuves.

BOUGIES A.C TITAN

ENTIÈREMENT FABRIQUÉES EN FRANCE

88, Boulevard de Lorraine - CLICHY (Seine)

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 jugerez 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'Etat

LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE

L'efficacité des méthodes de l'École Universelle, méthodes qui sont, depuis 26 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 **vos 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° 58.703, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet 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° 58.710, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant, en outre, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux *divers baccalauréats*.

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

BROCHURE N° 58.716, 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° 58.719, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes Ecoles 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 Facultés, Professeurs agrégés, etc.*)

BROCHURE N° 58.725, concernant la préparation à **toutes les carrières administratives** de la Métropole et des Colonies.

(Enseignement donné par des *Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations et par des Professeurs d. l'Un.versité.*)

BROCHURE N° 58.730, 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° 58.737, 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° 58.746, 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° 58.752, 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° 58.758, concernant la préparation aux métiers de la Couture, de la Coupe, de la Mode et de la Chemiserie : Petite-Main, Seconde-main, Première-main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Lingère, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 58.764, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 58.766, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 58.775, concernant l'étude de l'Orthographe, de la Rédaction, de la Rédaction de lettres, de l'Eloquence usuelle, 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° 58.782, 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° 58.787, 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° 58.794, concernant l'enseignement complet de la musique : Musique théorique (Solfège, Chant, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition) ; Musique instrumentale (Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, Accordéon) — concernant également la préparation à toutes les carrières de la musique et aux divers Professorats officiels ou privés.
(Enseignement donné par des Grands Prix de Rome, Professeurs membres du Jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

BROCHURE N° 58.796, 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)

MOTOGODILLE

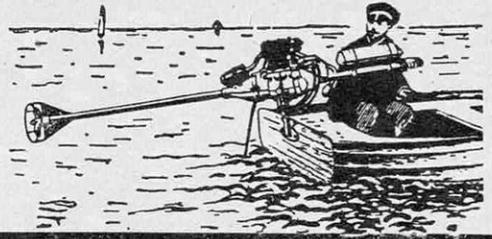
PROPULSEUR AMOVIBLE (COMME UN AVIRON) POUR TOUS BATEAUX
(Conception et Construction françaises)

PÊCHES - TRANSPORTS - PLAISANCE
2 CV 1/2 - 5 CV - 8 CV

Véritable instrument de travail - Trente années de pratique
Nos colons français l'utilisent de plus en plus
Naturellement. **IL PASSE PARTOUT**

G. TROUCHE, 26, pass. Verdeau, Paris-9^e

Catalogue Gratuit — Téléph. : Provence 85-94

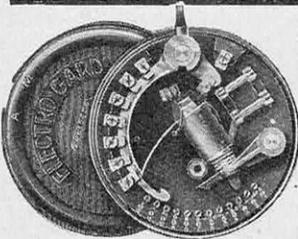


CAMBRIOLAGES INCENDIES

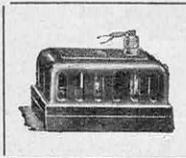
Protégez-vous ! Défendez-vous !

PAR LES APPAREILS DÉTECTEURS

ELECTRO-GARD'



Electro-Gard'-vol ouvert



Electro-Gard' incendie

La SÉCURITÉ à la portée de tous

Demandez la notice de renseignements à

ELECTRO-GARD'

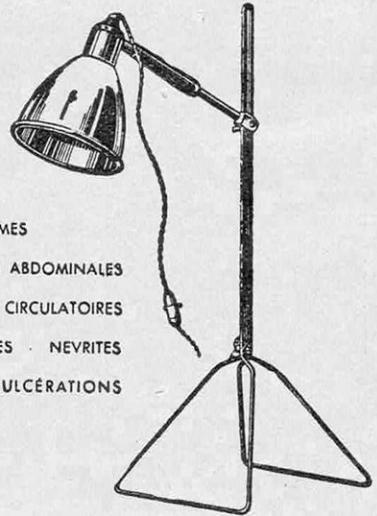
Société à responsabilité limitée au capital de 200.000 fr.

46, rue de Sèze, LYON

L'INFRA-ROUGE

— A DOMICILE —

**PAR LE PROJECTEUR
THERMO-PHOTO-THERAPIQUE
DU DOCTEUR ROCHU-MERY**



RHUMATISMES

DOULEURS ABDOMINALES

TROUBLES CIRCULATOIRES

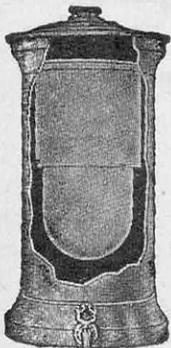
NÉVRALGIES · NEVRITES

PLAIES · ULCÉRATIONS

ETC.. ETC.

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE

12. AV. du MAINE. PARIS. XV^e T. Littré 01-82
94-82



Protégez-vous des Epidémies

FILTRE PASTEURISATEUR

MALLIÉ

Premier Prix Montyon
Académie des Sciences

PORCELAINE D'AMIANTE - FILTRES DE MÉNAGE

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

La Science et la Vie est le seul magazine de vulgarisation scientifique et industrielle

Situation lucrative

agréable, indépendante et active

dans le Commerce ou l'Industrie, sans Capital

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

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

L'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

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

Tous les élèves sont pourvus d'une situation

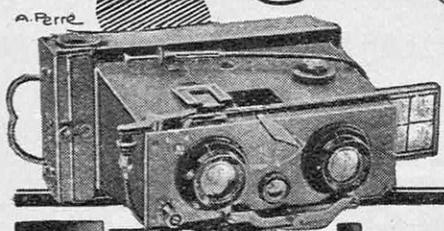
L'Ecole T. S. R. C. n'est pas universelle, elle est spécialisée, c'est la plus ancienne, la plus importante en ce genre, la seule fondée par des hommes d'affaires qui sont les premiers intéressés à faire gagner de l'argent à leurs élèves en les utilisant comme collaborateurs, et qui, seuls, sont qualifiés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

3 bis, rue d'Athènes, PARIS



le
Vérascope
RICHARD
s'impose!

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



FACILITES DE PAIEMENT

LE
GLYPHOSCOPE
etabli spécialement pour les débutants en photographie

HOMÉOS
appareil stéréoscopique à pellicules

LE TAXIPHOTE
stéréoclasseur distributeur automatique

ET'S Jules RICHARD

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

BON à découper et à envoyer pour recevoir franco le catalogue B

SANSFILISTES !

POUR GAGNER EN SÉLECTIVITÉ
MONTEZ VOUS-MÊMES

UN PRÉSÉLECTEUR

DEVANT VOTRE POSTE DE T. S. F.

*Un présélecteur simple, économique,
d'efficacité certaine devant n'importe quel récepteur,
est décrit dans cette Revue.*

DEMANDER LE DEVIS ET LE SCHÉMA (en joignant deux timbres de 50 cent.) A

● **RADIO-SOURCE** ●

82, Avenue Parmentier, PARIS-11°

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

Établissements

LAUREYS Frères *^o

17, Rue d'Enghien, PARIS-10°

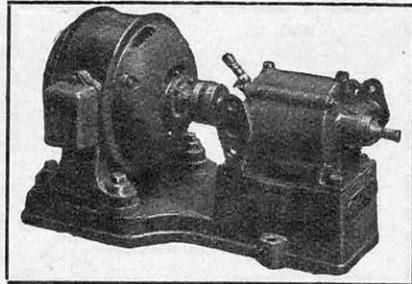
Téléph. : PROVENCE 99-37, 99-38, 99-39



PHOTOGRAVURE—
GALVANOPLASTIE—
STÉRÉOCHROME—
COMPOSITION
PUBLICITAIRE—
STUDIO DE PHOTOS
DESSINS

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République, PARIS



ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES

pour villas, fermes, arrosage, incendies

FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression
par les groupes

DAUBRON

POMPES INDUSTRIELLES

tous débits, toutes pressions, tous usages

TOUS LES SCIAGES
et autres usages, avec... et tous
vos autres
travaux
avec
... **VOLT-SCIE** avec
sur courant lumière, **VOLT-OUTIL**

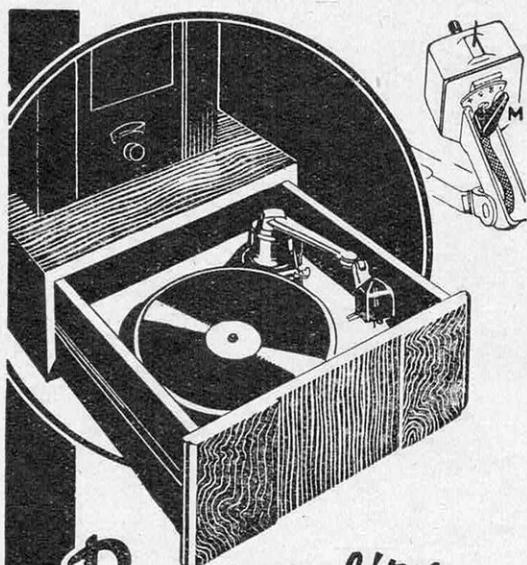
S.G.A.S. 44, r. du Louvre,
PARIS (1^{er})

MANUEL-GUIDE GRATUIT

INVENTIONS

OBTENTION de BREVETS POUR TOUS PAYS
Dépôt de Marques de Fabrique

H. BOETTCHER fils, Ingénieur-Conseil, 21, Rue Cambon, Paris



Pour compléter
votre poste de T.S.F.!

RADIOMNIX

THORENS

COFFRET-TIROIR

supportant poste
ou ampli.

Contenant

MOTEUR à

INDUCTION U.V.

et le fameux

PICK-UP OMNIX

couvrant, grâce à sa manette M,
400, 1800, 4500 et 9000
ohms, courant continu.

60 à 6.000 périodes. Voltage à 1.000
périodes : 1,8. Aimant à 36% de cobalt.
Potentiomètre d'une valeur de 60.000
ohms avec progression logarithmique.
Bras tangentiel protégé.

Renseignements et vente
chez tous les bons spécialistes

GROS :

Ets H. DIÉDRICHS
13, rue Bleue, Paris
Tél. : Prov. 16-98 - 19-28

GERIN

BOITE D'AIGUILLES GRATUITE

Sur présentation de ce coupon, il est
remis à tout acheteur de Radiomnix
une boîte d'aiguilles Thorens Pick-up.

3333



Un rayonnage
pliant, pratique
économique
pour tous usages

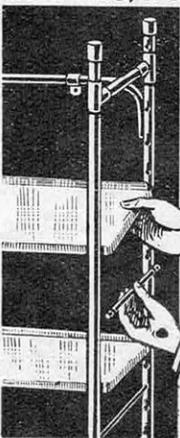
BIBLIOTHEQUE
CLASSEMENT
ARCHIVES



GARAGES
QUINCAILLERIE
DROGUERIES



LABORATOIRES
PHARMACIES
CUISINES, ETC



Entièrement métallique

Ossature en tube d'acier. - Tablettes
mobiles en tôle renforcée, réglables tous
les 5 c/m instantanément. - Mise en
service en quelques minutes sans outillage.
- Peinture vernissée vert olive. -
Tringle pour rideaux sur demande.

24 MODÈLES

3 hauteurs - 2 largeurs - 4 profondeurs

N°	Larg.	Prof.	Haut.	Nombre tablet.	Prix
					fr.
132	m.	m/m	m.		
135	0,95	»	2,00	8	236
138	»	»	1,50	6	190
182	»	»	1,00	4	144
185	»	180	2,00	8	264
188	»	»	1,50	6	211
282	»	»	1,00	4	159
285	»	280	2,00	6	255
288	»	»	1,50	5	217
352	»	»	1,00	4	178
355	»	350	2,00	5	251
358	»	»	1,50	4	208
142	0,65	135	2,00	8	166
145	»	»	1,00	3	186
148	»	»	1,50	6	225
192	»	»	1,00	4	181
195	»	180	2,00	8	137
198	»	»	1,50	6	245
292	»	»	1,00	4	196
295	»	280	2,00	6	148
298	»	»	1,50	5	237
362	»	»	1,00	4	202
365	»	350	2,00	5	165
368	»	»	1,50	4	233
			1,00	3	193
			1,00	3	154

Supplément
tringles à rideaux : 12 francs

Envoi franco gare port et emballage
France Cont^e contre versement au
compte Chèques Postaux PARIS 626-47

Pour installations plus importantes
demander le questionnaire S. V. 33
et pour tous renseignements écrire:

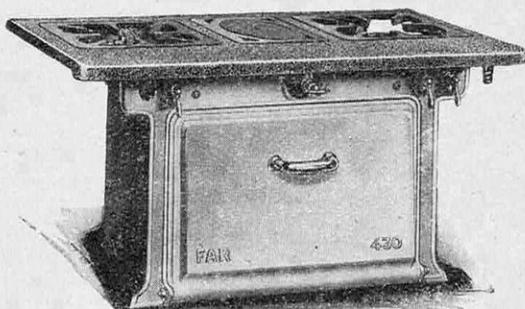
LERAT

Construction brevetée
en tubes d'acier

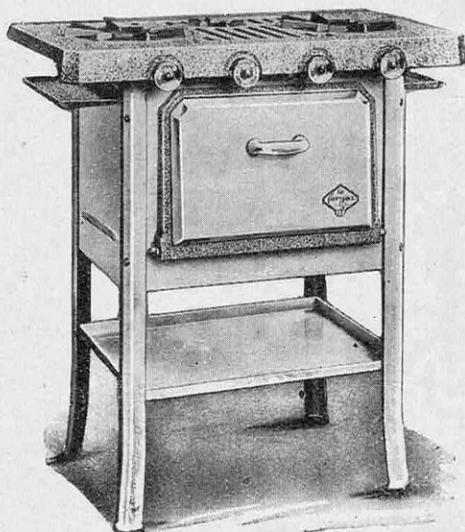
23, rue des Archives
PARIS (IV^e)

Téléphone : ARCHIVES 32-08

POUR VOUS / FAR



LE RÉCHAUD-FOUR 430 B



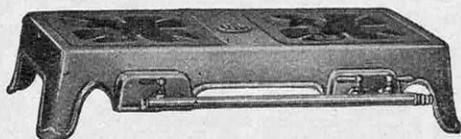
LA CUISINIÈRE FARGAZ 520 B

a créé des appareils
fonctionnant au

GAZ BUTANE

*L'étanchéité absolue de la
robinetterie spéciale*

FAR BUTANE
signifie pour l'usager
SÉCURITÉ-ÉCONOMIE



LE RÉCHAUD 99 B



LE RÉCHAUD 100 B

FONDERIES & ATELIERS DU RHÔNE
LYON, 45, RUE DE LA CITÉ - PARIS, 26, RUE DE SÉVIGNÉ

Tous les appareils

ROTISS FOUR

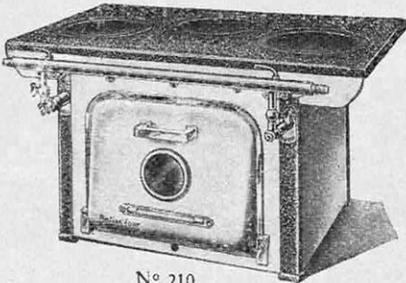
VIEILLE MAISON FRANÇAISE

USINE : 40, rue de l'Ourcq — MAGASIN D'EXPOSITION : 27, avenue de la République
Tél. NORD 19-87 ■ ■ ■ Tél. : OBERKAMPF 13-25

*au gaz de ville, font le bonheur des ménagères ;
au gaz butane, ils le feraient mieux encore,*

SI C'ÉTAIT POSSIBLE !!!!

Différent de toutes les fabrications similaires



N° 210

SEUL

ROTISS FOUR a **un four clos**, entièrement caloritugé, breveté, à chauffage circulaire, évitant aux mets le contact des gaz de combustion, où les rôtis, cuits sans arrosage, gardent leur poids et leur saveur.

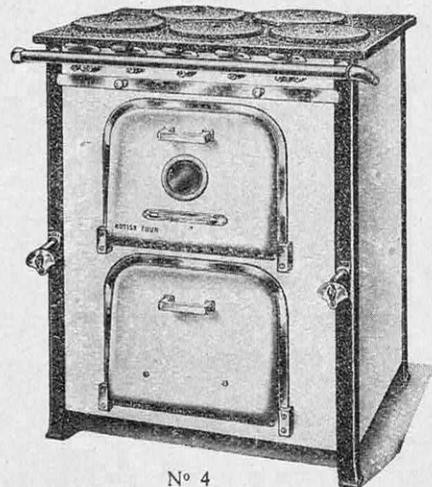
ROTISS FOUR a **un thermomètre** indéréglaible, étalonné avec un livre de recettes.

ROTISS FOUR réussit rapidement des grillades, grâce à son grilloir **en toile métallique** rougie instantanément par une double rampe.

**Voilà pourquoi ROTISS FOUR
est la cuisinière la plus économique**

Tout à la fois la cheminée, le four, le potager de nos ancêtres, réunis dans un appareil moderne, robuste, pratique et luxueux, ROTISS FOUR convient autant aux maîtres queux qu'aux profanes.

ROTISS FOUR est la cuisinière de l'élite



N° 4

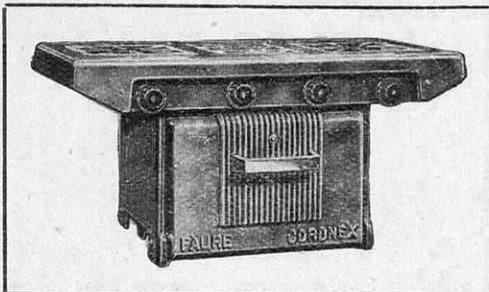
Consultez nos Catalogues et nos Tarifs où 50 modèles doivent satisfaire tous les goûts et les besoins

CORONA et CORONEX

Fabrication FAURE



CORONA 601



CORONEX 500

sont les plus économiques
des appareils utilisant le
BUTANE

Leur injecteur à aiguille,
breveté S. G. D. G., assure
un mélange constant gaz et
air à toutes les allures et un
ralenti parfait.

Le **BUTANE**, gaz
riche, exige un entraînement
d'air considérable; seul, l'in-
jecteur à aiguille permet de
le réaliser.

Les brûleurs CORONA
sont les plus économiques.



FAURE, à REVIN (Ardennes)

CHAUFFE PLUS
LAMOND
DÉPENSE MOINS

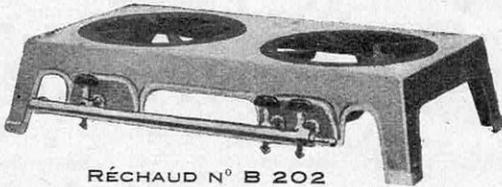


NOUS **LAMONS** ET PRO**LAMONS**
QUE **LAMOND**

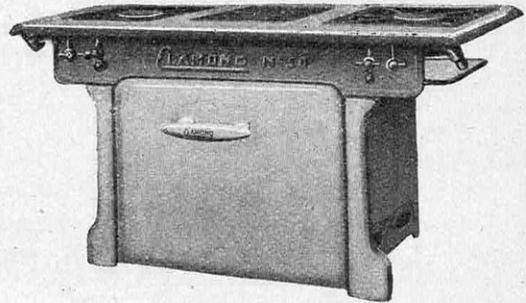
CHAUFFE **PLUS** Toutes les Applications
DÉPENSE **MOINS** du
GAZ BUTANE

BRULEURS SPÉCIAUX A HAUT RENDEMENT

LA CUISINE

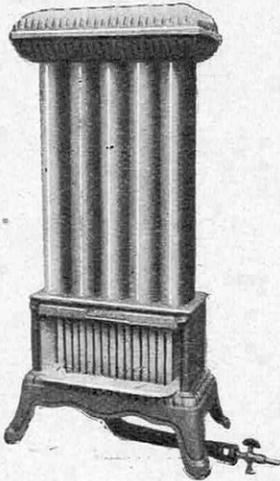


RÉCHAUD N° B 202



RÉCHAUD-FOUR N° B 50

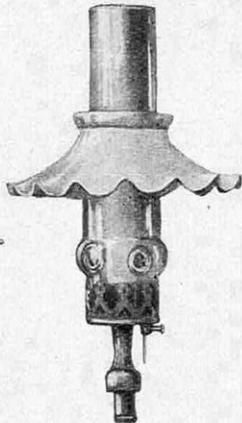
LE CHAUFFAGE



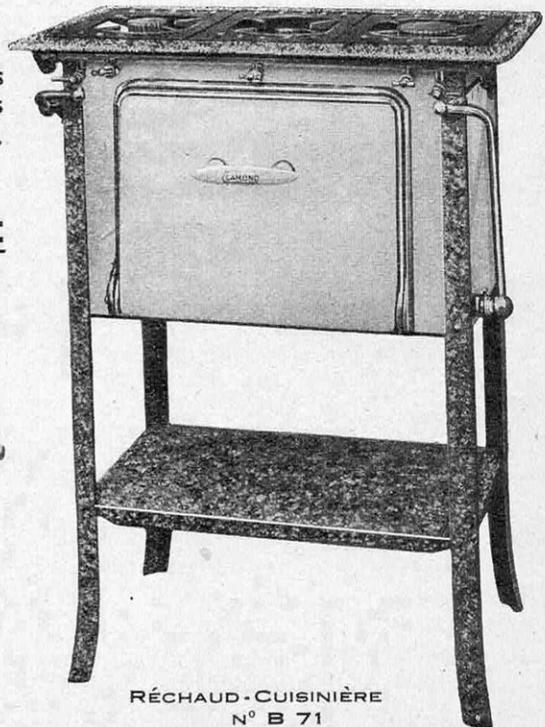
RADIATEUR BT

APPAREILS
ESTAMPILLÉS
PAR L'U. R. G.

L'ÉCLAIRAGE



BEC DROIT



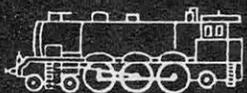
RÉCHAUD-CUISINIÈRE
N° B 71

EN VENTE
chez les Dépositaires
du
GAZ BUTANE

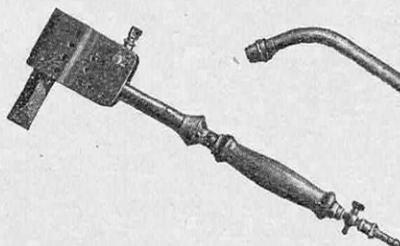
..... DEMANDER NOS CATALOGUES

CHALEUR & LUMIÈRE, 22, RUE DROUOT, PARIS

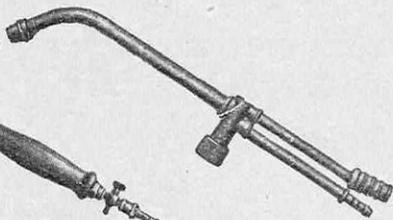
EXPRESS
RAPIDE



APPAREILS INDUSTRIELS
AU
GAZ BUTANE



FERS A SOUDER
"RAPIDE"



CHALUMEAUX
"EXPRESS"



BRULEURS
"EXPRESS"

GRAND CHOIX DE BRULEURS - CATALOGUE FRANCO
SUR DEMANDE, ÉTUDE DE TOUS BRULEURS ET APPAREILS SPÉCIAUX

EN VENTE DANS TOUTES BONNES QUINCAILLERIES

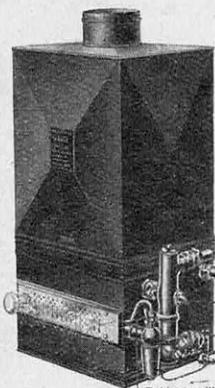
CONSTRUCTEURS :

Etab. Léon GUILBERT et FILS 10-12, rue Montlouis, PARIS-XI^e
Tél. : Roquette 02-10, 02-11

PUBL. C. BLOCH

B - B U T A N I C - B

**U
T
A
N**



EAU FROIDE
EAU CHAUDE
Vidage getée
GAZ BUTANE
Écoulement
condensation
Robinet veilleuse

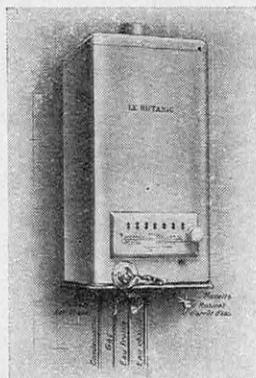
N° 0-1-2
OXYDÉ - NICKELÉ - CHROMÉ

CHAUFFE-BAINS
CHAUFFE-EAU

FABRIQUÉS
SPÉCIALEMENT
POUR
FONCTIONNER

au **BUTAGAZ**

N° 3
BREVETÉ S. G. D. G.
ÉMAILLÉ
CE NOUVEAU
CHAUFFE-BAINS
EST UNE MERVEILLE
DE PERFECTION,
D'ÉLÉGANCE,
DE SIMPLICITÉ
ET DE SÉCURITÉ



EN VENTE CHEZ TOUS
LES DÉPOSITAIRES
DE BUTAGAZ

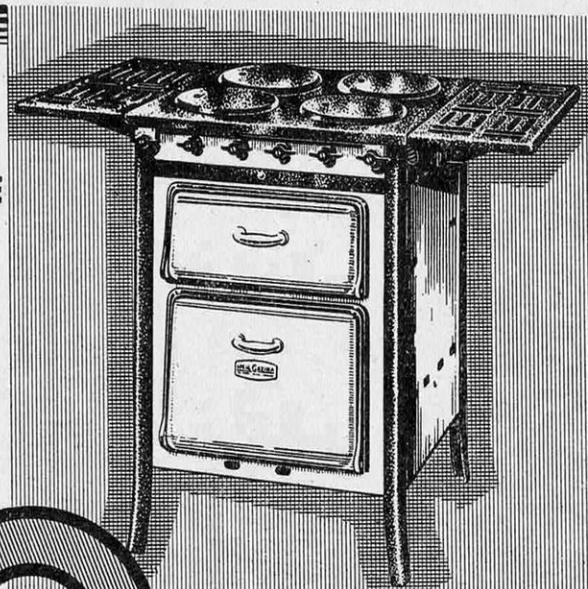
C - B U T A N I C - C

PUBL. C. BLOCH

DEPUIS LA CUISINIÈRE
LA PLUS PERFECTIONNÉE

JUSQU'AU
PLUS SIMPLE RÉCHAUD

TOUTE LA GAMME
DES APPAREILS

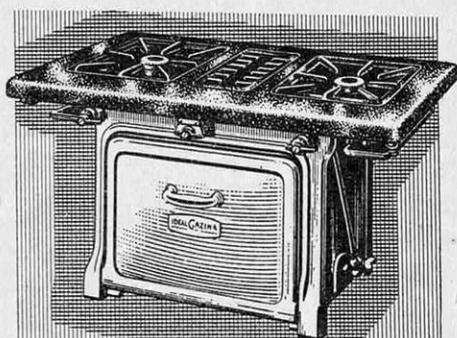


Cuisinière de luxe : 1535 frs

"IDEAL GAZINA"

pour le

GAZ BUTANE

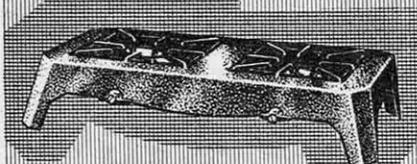


Réchaud-four depuis : 320 frs

a reçu l'estampille
de l'U. R. G.

Les Appareils de cuisine
« IDEAL GAZINA » sont
supérieurs à tous les
appareils similaires par

- leur présentation incomparable
- leur fabrication extra-soignée
- leurs brûleurs super-économiques
- leur robinetterie de haute précision
- leurs prix très avantageux



Réchaud entier émaillé : 103 frs

FABRICATION DE LA



COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS

CRÉATRICE DU CHAUFFAGE CENTRAL "IDÉAL CLASSIC"

149, Boulevard Haussmann, PARIS (8^e)

LILLE
141, Rue du Molinel

LYON
4 bis Place Gensoul

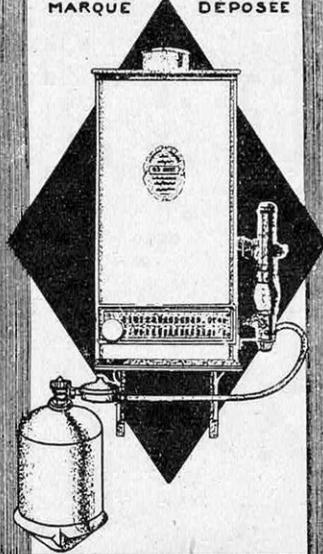
MARSEILLE
26, Cours Lieutaud

BORDEAUX
128, Cours d'Alsace-Lorraine



CHAUFFE-BAINS . ACCUMULATEURS . CHAUFFE-EAU
BUTANAS

MARQUE DÉPOSÉE



L'AS DU BUTANE

URG DANIEL-MONJOIE URG
 206, Rue Lafayette (PARIS-10^e Arr.)
 TÉLÉPH: Nord 50-86 ET 40-84

PUBL. C. BLOCH

Toutes les Applications

domestiques et industrielles du

GAZ BUTANE

sont réalisées par les Appareils

AUER

une marque...
 une garantie...

SOCIÉTÉ AUER, 21, RUE SAINT-FARGEAU, PARIS
 CATALOGUES ET ÉTUDES FRANCO SUR DEMANDE

PUBL. C. BLOCH

LOIN DE TOUT... QUELLE COMMODITÉ!

Dans les châteaux isolés, les villas et les habitations rurales, que d'ennuis, de temps perdu et de gaspillage lorsque l'on ne dispose pas du gaz !

Le Gaz Butane et les nombreux appareils Arthur Martin conçus spécialement pour son utilisation viennent heureusement remédier à cette situation précaire.

Tout le confort que procure le gaz de ville est obtenu avec des appareils Buta Arthur Martin, dont les qualités de sécurité et de rendement ont été officiellement reconnues par la Société pour l'Utilisation Rationnelle des Gaz, et tous portent l'estampille de garantie U. R. G.

Les cuisinières mixtes **Q 12, Q 13 et Q 14 Gaz Butane-Électricité** sont des appareils très modernes dont le dessus comporte 2, 3 ou 4 brûleurs Arthur Martin spéciaux pour gaz Butane tandis que le vaste four, soigneusement calorifugé, marche à l'électricité.

Quant à la **Succula 7.310 Buta** elle fonctionne au charbon, au coke ou au bois l'hiver, au gaz Butane l'été, ou à la fois au charbon et au gaz Butane ; c'est la cuisinière mixte par excellence permettant de réaliser commodément et surtout économiquement toutes les préparations culinaires.

Tous les appareils de cuisine à gaz de la gamme très complète Arthur Martin existent également équipés pour le gaz Butane, ainsi que les radiateurs Tircis et Stratos prévus pour le chauffage économique des locaux.

Quel que soit l'appareil de chauffage ou de cuisine que vous désirez, vous êtes sûrs de le trouver dans la gamme des fabrications Arthur Martin, dont la marque constitue la meilleure garantie de sécurité et d'économie.



Avant d'acheter un appareil de chauffage ou de cuisine, demandez aux stockistes Butane les catalogues et les tarifs Arthur Martin et voyez nos différents modèles.



Cuisinière mixte Q 13
Gaz Butane-Électricité



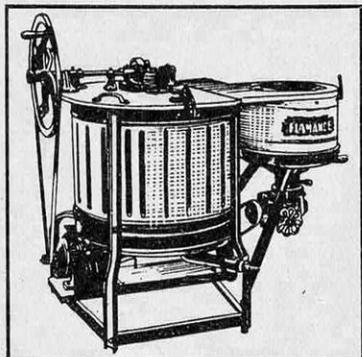
Succula 7.310 Buta
Charbon, coke ou bois
et Gaz Butane



**ARTHUR
MARTIN**

REVIN

ARDENNES



POUR LA CAMPAGNE

*La solution du lavage familial
du linge à la portée de tous.*

LA LAVEUSE ÉLECTRIQUE "La Flamande"

qui, en quelques minutes, pour quelques sous,
lave entièrement, rince et essore le linge

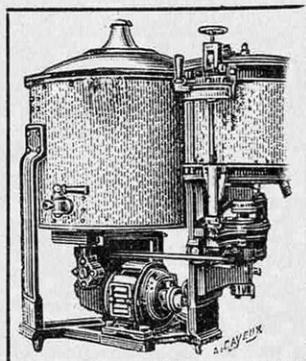
A chauffage au

GAZ BUTANE

avec garantie de l'estampille U. R. G., ou avec foyer
au gaz de ville et **CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE**

Demandez notice à "La Flamande"
à **QUAROUBLE (Nord)**

AGENCES A PARIS, L'ILLE, VALENCIENNES, DOUAI,
LE HAVRE, ROUEN, BORDEAUX, TOULOUSE, MAR-
SEILLE, LYON, NANCY, BRUXELLES, GENÈVE, ALGER.

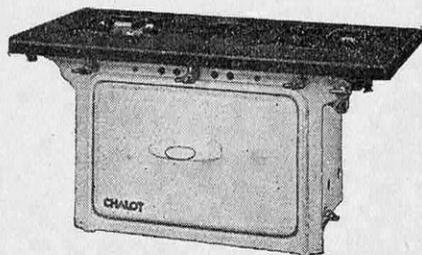


POUR LA VILLE

PUBL. C. BLOCH

CHALOT

SES APPAREILS DE CUISINE ET DE CHAUFFAGE



N° 186

Les ETABLISSEMENTS CHALOT ont été
les **premiers** à étudier l'équipe-
ment des cuisinières et des réchauds
pour fonctionner au BUTANE.

Ils sont les **seuls** à avoir mis au point
des brûleurs spéciaux pour le gaz
BUTANE, d'un haut rendement et
d'un fonctionnement parfait, dans
une large marge de débit.

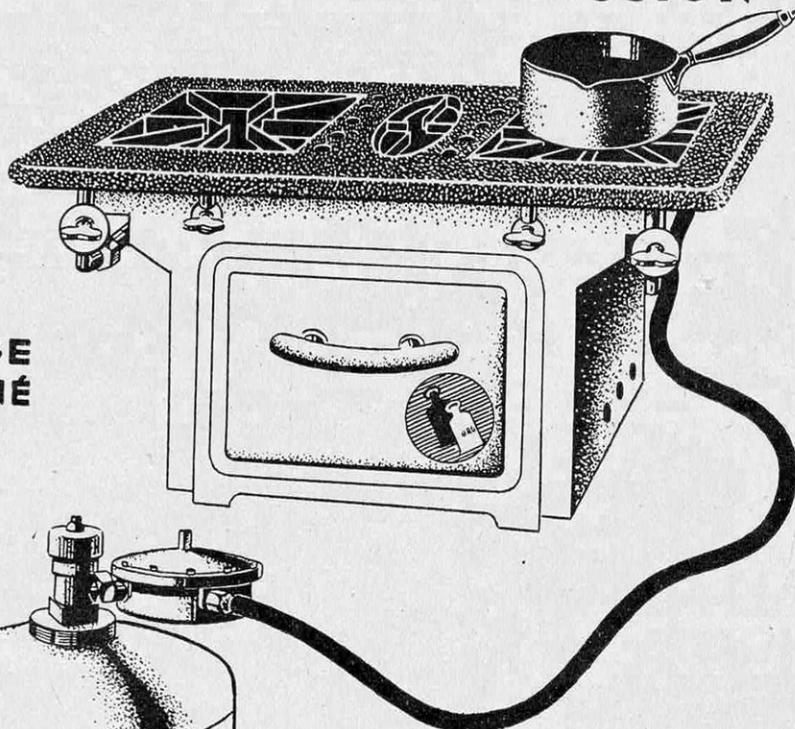


Les APPAREILS CHALOT, fonctionnant au gaz BUTANE, **sont agréés**
par **U. R. G.** — **Exigez-les** de tous les Concessionnaires pour la vente
du gaz BUTANE, ou écrivez, 110, avenue Philippe-Auguste, Paris (11^e).

PUBL. C. BLOCH

LE GAZ BUTANE

**GAZ NATUREL EN BOUTEILLES
NON TOXIQUE . BASSE PRESSION**



**ALLUMAGE
INSTANTANÉ**



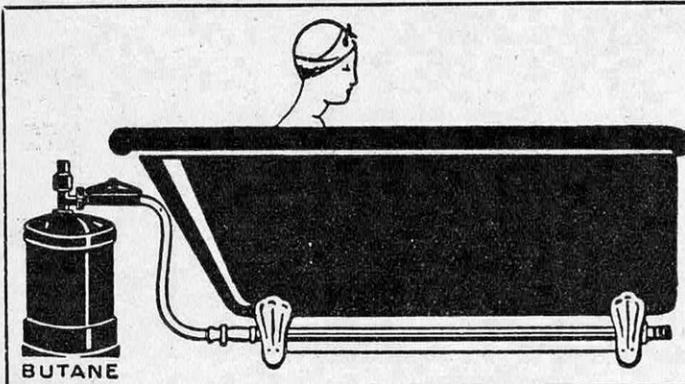
**TOUTES LES APPLICATIONS
DU GAZ DE VILLE**

Cuisine - Sanitaire
Eclairage - Chauffage

5.000 AGENTS

France - Algérie - Tunisie - Maroc

SOCIÉTÉ POUR L'UTILISATION RATIONNELLE DES GAZ
4, Rue Michelet, - PARIS-6^e

**BAIGNOIRE CRYSTAL**

ACIER ÉMAILLÉ OU GALVANISÉ

Brûleur au Butane U. R. G.

Un bain de 100 litres en 30 minutes

pour 1 fr. 60

PRIX D'INSTALLATION TRÈS MODIQUE

PRIX D'ACHAT RÉDUIT

.....
Soc. An. CRYSTAL**15, rue Hégésippe-Moreau
PARIS-XVIII^e**

PUBL. C. BLOCH

“FRANCEXPRESS”

APPAREILS A CAFÉ EXPRESS

*et toutes installations
de Cafétérie*.....
FABRICATION SPÉCIALE

pour fonctionner au

GAZ BUTANE**C.-M. VENTURA**

CONSTRUCTEUR

3, rue de la Sablière, 3

PARIS-14^e

TÉL. : INVALIDES 07-37

.....
TOUT NOTRE MATÉRIEL EST GARANTI CINQ ANS

PUBL. C. BLOCH

SCHOLTÈS**B
U
T
A
G
A
Z**RÉCHAUDS
RÉCHAUDS-FOURS
CUISINIÈRES MIXTES

Connus pour

*leur GRANDE ÉCONOMIE**leur FINI IMPECCABLE**leur PRIX AVANTAGEUX***Ets Eug. SCHOLTÈS**
LAGRANGE-Thionville (Moselle)

PUBL. C. BLOCH

LES APPAREILS MÉKERd'ÉCLAIRAGE et de CHAUFFAGE obtiennent le même
succès avec le gaz **BUTANE** qu'avec le gaz de ville**G. MÉKER & C^{IE}**

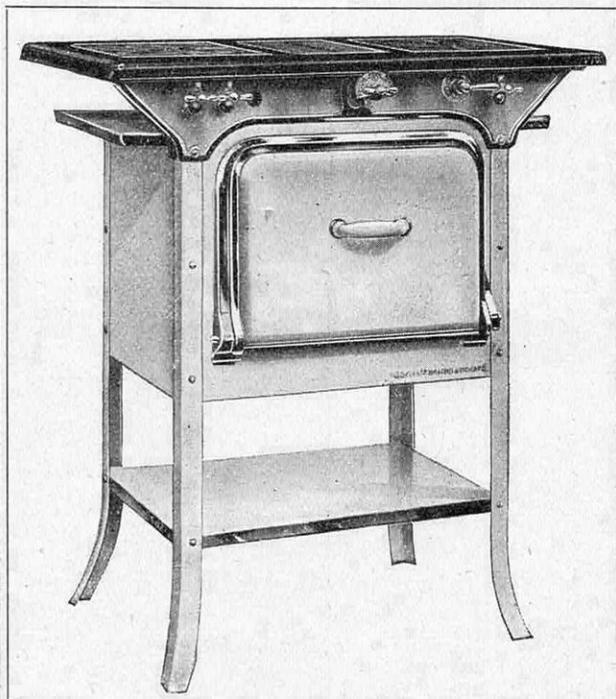
105, boulevard de Verdun — COURBEVOIE (Seine)

PUBL. C. BLOCH

Avec le Gaz Butane

EMPLOYEZ LES APPAREILS

BRACHET & RICHARD



La cuisinière N° 350.



Toute une gamme
d'appareils, depuis :

le réchaud émaillé, 1 feu, à

63 Frs —

le réchaud-four émaillé, à

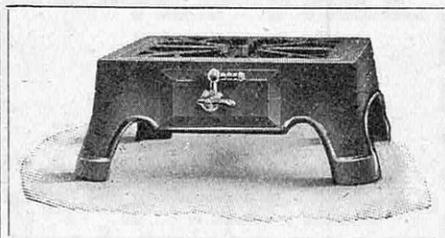
338 Frs —

la cuisinière, à

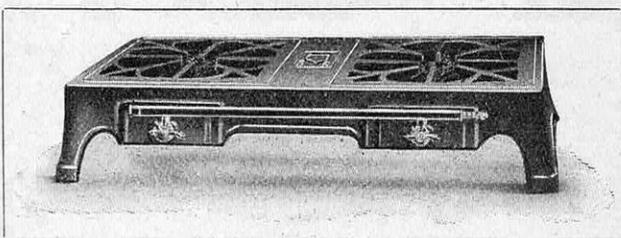
785 Frs —

jusqu'à la cuisinière mixte, à

2.000 Frs —



Le réchaud N° 303, à un ou deux robinets.



Le réchaud N° 304, à deux ou trois robinets.

EN VENTE CHEZ TOUS LES DÉPOSITAIRES
DU GAZ

LYON

38, rue St-Maurice

BUTANE

PARIS

42, rue Alex.-Dumas

ENVOI DU CATALOGUE D 10 FRANCO SUR DEMANDE AUX ÉTAB^{IS} BRACHET & RICHARD, 38, RUE SAINT-AURICE, LYON

J. VISSEAUX-LYON**becs spéciaux pour le gaz BUTANE**

Bec droit	V. B. 4	60	bougies,	consommation	horaire :	30	grammes.	Prix :	22	francs
—	V. B. 5	90	—	—	—	40	—	—	25	—
—	V. B. 6	130	—	—	—	64	—	—	32	—
Bec renversé	V. B. A	110	—	—	—	50	—	—	35	—

LYON, 87 à 92, quai Pierre-Scize - Tél.: Burdeau 58-01, 3 lignes
PARIS, 66, rue d'Hauteville, 66 - Tél.: Provence 27-46 et 27-47

PUBL. C. BLOCH

**UNE
RÉVOLUTION
TARIFAIRE...**



PLUS
DE TAXES
COMPLIQUÉES.
UN PRIX DE
LOCATION DES WAGONS
AVEC FACULTE DE
CHARGER N'IMPORTE
QUELLES MARCHANDISES.
UN PRIX DE TRANSPORT
AU KILOMÈTRE SUR LE RAIL COMME
SUR LA ROUTE.

RENSEIGNEMENTS DANS LES GARES DU

RÉSEAU DE L'ÉTAT

**L'eau chaude
en quantité illimitée**

**CHAUFFE-EAU
INSTANTANÉ
CRYSTAL-BUTANE**

FONCTIONNE PARTOUT,
MÊME AVEC TRÈS FAIBLE
PRESSION D'EAU

**INDISPENSABLE POUR
Cabinet de toilette, Salle de bains,
Salon de coiffure,
Cuisine, Buanderie, etc.**

CATALOGUE SUR DEMANDE

**Société Anonyme CRYSTAL
15, rue Hégésippe-Moreau — PARIS**

BAIGNOIRES " LE CYGNE "

EN TOLE D'ACIER GALVANISÉE
POUR ENFANTS ET ADULTES

Modèle adulte chauffé avec rampe à gaz BUTANE — Installation en quelques minutes
Modèle élégant, pratique, prix minime. Demander conditions

JOYAUX FRÈRES — TALENCE PRÈS BORDEAUX

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

POELES

GODIN

A GUISE

LA MEILLEURE FLAMME
LE MEILLEUR RENDEMENT

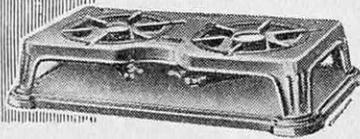
GAZ BUTANE

DISTRIBUÉ PAR LA SOCIÉTÉ U.R.G.

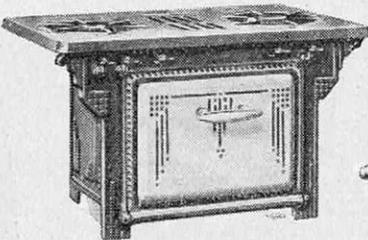
GAZOLETTE
2 fours N° 284 B

APPAREILS
FONCTIONNANT AU
LE GAZ NATUREL EN BOUTEILLES

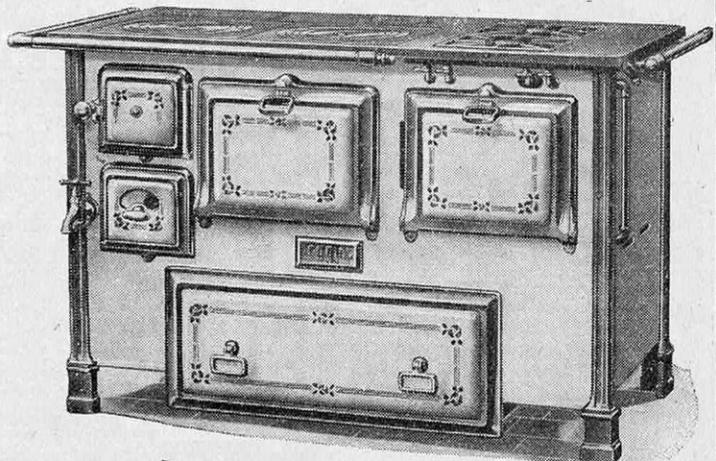
sans four N° 340 B



1 four N° 310 B



Cuisinière mixte à houille et à gaz N° 880 C



ANCIENNE MAISON GODIN
société du
Famillistère de Guise
R. RABAUX & C^{IE}

En vente chez tous les Quincailliers Poëliers Fumistes etc...

DEFENSE DE FUMER SANS LE FUME-CIGARETTES MAGE



PARCE QUE :

Le progrès ne se discute pas : il se constate. Le Fume-Cigarettes MAGE est au Fume-Cigarettes ordinaire ce que le stylo est à la plume d'oie, le rasoir mécanique au rasoir ordinaire. Le Fume-Cigarettes MAGE se nettoie automatiquement. MAGE ne se bouche jamais. MAGE est toujours propre. Avec MAGE, pas de risque d'intoxication, vous fumez agréablement. — Avec MAGE, vous appréciez au maximum l'arôme du tabac. — MAGE est un progrès réel et indiscutable.

GRATUITEMENT : chez DUNHILL, rue de la Paix; chez LANCELOT, boul. des Italiens et place de l'Opéra; dans toutes les bonnes spécialités d'articles fumeurs; dans tous les Grands Magasins. — Il vous sera démontré que MAGE est indispensable au fu-

LE FUME-CIGARETTES MAGE

meur soucieux de son hygiène. GRATUITEMENT ! Vous constaterez l'intérêt certain de cette invention. Alors vous comprendrez la raison du succès de MAGE.

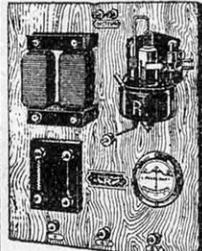
Vente en Gros : 30, RUE DES PETITES-ÉCURIES, PARIS

PUBL. C. BLOCH

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

CHARGEUR L. ROSENGART

B. T. 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

61, boul. Sault, PARIS
TÉLÉPHONE : DIDEROT 07-21

10 ANS D'EXPERIENCE.
60.000 APPAREILS
EN SERVICE

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX
Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

SEUL QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

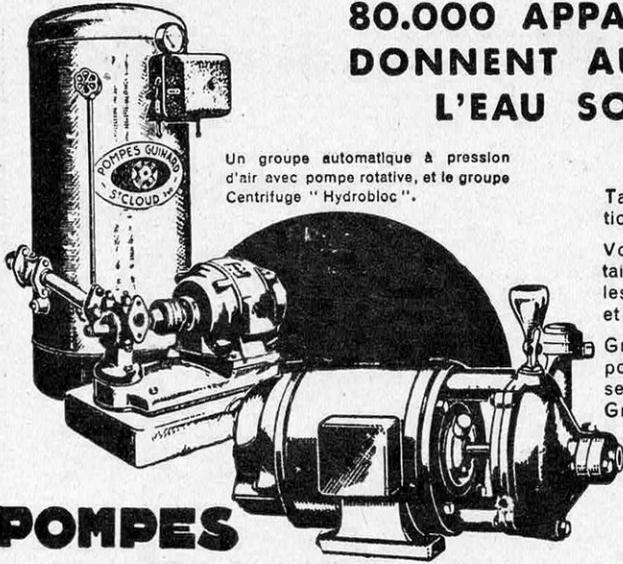
PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE.....	Trois mois...	20 fr.
	Six mois.....	40 fr.
	Un an.....	76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES...	Trois mois...	25 fr.
	Six mois.....	48 fr.
	Un an.....	95 fr.
BELGIQUE.....	Trois mois...	36 fr.
	Six mois.....	70 fr.
	Un an.....	140 fr.
ÉTRANGER.....	Trois mois...	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

**80.000 APPAREILS EN SERVICE
DONNENT AUTOMATIQUEMENT
L'EAU SOUS PRESSION**



Un groupe automatique à pression d'air avec pompe rotative, et le groupe Centrifuge "Hydrobloc".

Tant vaut la pompe, tant vaut l'installation d'eau sous pression.

Vous choisirez la vôtre parmi les centaines de Modèles GUINARD, parce que les Pompes GUINARD ignorent les pannes et comptent 80.000 clients satisfaits.

Groupes électriques ou à essence, avec pompe rotative à pistons s'amorçant seule. Groupes à commande automatique, Groupes centrifuges, etc...

**Demandez les Catalogues
abondamment illustrés**

**POMPES
GUINARD**



Société Anonyme au Capital de 5.250.000 France

19, Chemin de la Fouilleuse - St-Cloud (S.-&-O.)

Téléph. : Val-d'Or 08-01, 08-02, 01-19

**HUET
PARIS**
MARQUE DÉPOSÉE

Rien n'échappe aux jumelles Huet

**TOURISME
CHASSE
SPORT**

En vente dans toutes les
bonnes maisons d'Optique
Catalogue franco sur demande
(Mentionner le nom de la Revue)

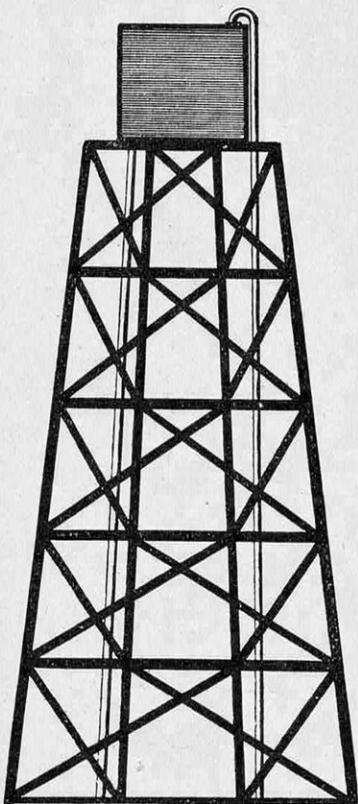
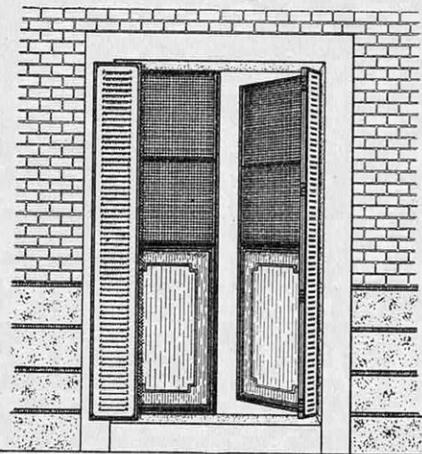
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'OPTIQUE
76, BOULEVARD DE LA VILLETTE · PARIS

Portes et Fenêtres métalliques...

Nous voudrions pouvoir vous dire, chers lecteurs, que nous fabriquons en série quelques milliers de modèles de portes et fenêtres métalliques et que nous pourrions vous expédier à lettre lue toutes les portes, fenêtres, croisées et persiennes pour embellir vos maisons et pavillons. Hélas ! nous n'y sommes pas encore !

Pourtant, de temps à autre, nous sommes privilégiés d'exécuter un lot de portes assez intéressantes au point de vue originalité de travail. Telle est la porte à deux battants dont nous vous soumettons, chers lecteurs, le dessin ci-contre. Chaque battant a 240 cm. x 70 cm., la moitié inférieure étant garnie de tôle plane et celle du haut de **toile moustiquaire**. En plus, la moitié supérieure est munie de volets métalliques dégonnables que l'on met en place pendant les tempêtes de sables, — car les portes sont pour le palais du gouverneur de Fort-Archambault, au Congo français, une région assez donnée au sirocco.

Comme l'indique assez bien notre dessin, les portes s'ouvrent en dedans. Elles sont complétées de persiennes métalliques s'ouvrant en dehors, l'ensemble se montant sur des huisseries métalliques munies de pattes de scellement. Le travail est assez sorcier et demande de la précision. Le coût d'un tel groupe de portes et persiennes peut très bien être de 600 à 1.000 francs par unité, selon la quantité à faire et les échantillons que le travail nécessite. Nous n'avons pas de catalogues de ce genre de travail, mais vous nous feriez plaisir tout de même en nous consultant pour la fabrication de tous genres de portes et fenêtres métalliques qui vous sont nécessaires. Nous pourrions peut-être vous rendre des services.



... et Réservoirs démontables

Une autre branche de la construction métallique où nous avons fait des progrès depuis quelques ans est celle de la fabrication de réservoirs de 1.000 à 8.000 litres de contenance.

Destinés d'abord aux Colonies, à cause des difficultés de transport que présente un réservoir tout monté, les plaques standardisées dont sont formés nos réservoirs sont fort goûtées de nos honorables clients, non seulement aux Colonies, mais, également, en France. Chaque réservoir est expédié complet avec toute la boulonnerie, rondelles en fer, plombs et fibre, ainsi que tout le matériel jointif.

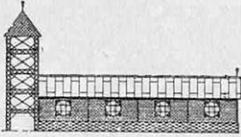
Le montage de ces réservoirs ne présente aucune difficulté. Avec une petite clef à molette, l'assemblage se fait bien et rapidement. On les met très souvent en haut d'un pylône métallique muni de traverses pour soutenir le poids du réservoir plein. Pensez à la commodité de pouvoir faire l'assemblage en haut du pylône, en y montant les pièces une à une, au lieu de se trouver en face de la tâche difficile et presque surhumaine de hisser jusqu'en haut de votre pylône un réservoir déjà assemblé par terre. Notre manière d'envisager votre problème réduit le travail à faire sur place à celui d'un patron et d'un seul manoeuvre — un avantage très apprécié par ceux qui dépendent assez souvent d'un personnel à toutes mains, aidé d'un outillage simple.

Nous vous invitons, chers lecteurs, à nous écrire au sujet de vos besoins. Nos réservoirs peuvent s'employer pour une grande variété de marchandises. La semaine dernière, nous en faisons un de 15 mètres cubes pour le propriétaire d'un haras qui l'emploiera pour mettre son avoine à l'abri des dégâts causés par les rats. Vous nous ferez plaisir en nous écrivant au sujet de votre problème spécial.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

Constructions métalliques pratiques pour toutes les branches de la Culture et de l'Industrie
Aux Ateliers de la Couronne, 6 bis, PETIT-QUEVILLY-LÈS-ROUEN (Seine-Inf.)

...et encore un bâtiment en Corse



Chapelle pour M. Le Blanc-Morinière, de Fort-de-France, Ma tinique (la troisième que nous lui envoyons).

Ajaccio, 16 juin.

Aux Etablissements JOHN REID,

Les matériaux destinés à mon pavillon sont enfin arrivés à quai. J'en ai pris livraison et les voilà montés sur place. La clarté de vos explications a fait plaisir à celui qui a bâti.

Merci de votre travail qui me satisfait pleinement. Compliments ; cet envoi vous fera réclamer. Merci et félicitations.

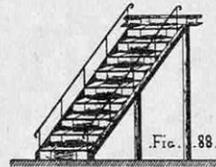
G. ROUFFET, 3, place Diamond, Ajaccio.

La lettre que nous nous permettons de reproduire ci-dessus, et qui nous est adressée par **M. Rouffet**, fait réellement trop d'honneur au travail que nous avons eu le grand privilège de lui envoyer.

Cependant, **M. Rouffet** ne dit que ce que disent bien d'autres propriétaires et industriels dans tous les coins du monde. Ils sont **satisfaits** de l'usinage et de la livraison

de leurs constructions. Ils sont **contents** de nous confier du travail, parce qu'ils savent que notre **promesse** de bien les servir est un **engagement d'honneur**, que nous nous efforcerons de respecter **intégralement**.

La reconnaissance de nos très aimables clients nous est très précieuse. Toutefois, si on réfléchit bien, ce sont nous-mêmes qui devrions être reconnaissants envers ceux qui nous confient du travail. Après tout, ce sont nos clients qui paient les harengs-saurs de nos ouvriers et les tartines de leurs nom-

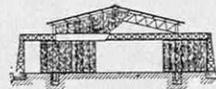


Escalier métallique.

breux gossés. Les bâtiments et diverses constructions métalliques que nous fabriquons journellement ne sont que les remerciements réitérés de tous nos employés, qui rendent ainsi hommage à ceux qui font marcher leur usine.

En effet, depuis les années que nous travaillons, nous en avons fait des constructions métalliques. Jamais autant que nous voudrions, mais tout de même une quantité et une variété dont une petite usine de province comme la nôtre n'a pas besoin d'avoir honte. Un de ces jours, nous nous mettrons à cataloguer toutes les branches de notre travail ; mais, pour cela, il faudrait pouvoir s'en aller à la montagne pendant

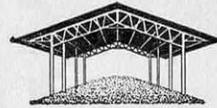
assez longtemps — dans un petit coin des Vosges, par exemple — afin de rédiger et mettre au propre toutes les centaines de notices imprimées qui détaillent nos diverses constructions. En attendant ces « vacances rêvées » et vivement souhaitées, il nous est toujours possible de grouper notre travail, afin de pouvoir maintenir un bon courant de progrès dans toutes les



Hangar à avion.

branches de la construction métallique.

Consultez-nous donc, chers lecteurs, pour vos prochains besoins. La crise est finie maintenant, et la baisse est enrayée partout ; mais nos prix sont toujours abordables et ne font peur qu'aux acheteurs de camelote et cacahuètes. Nous attendrons le plaisir de vous lire.



Hangar de la Série 39 (53 modèles distincts).



Élévateur de sacs. Installation primitive coloniale, sans aucune pièce cassante, gerbant jusqu'à 6 mètres de hauteur.



Pavillon à étage pour l'Afrique Occidentale.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

Bâtiments métalliques pour tous les besoins de la France et des pays au delà des mers

Aux Ateliers de la Couronne, 6 bis, PETIT-QUEVILLY-LÈS-ROUEN (Seine-Inf.)

Il y a dans ce
fer un cerveau
métallique qui
pense et agit
— pour vous —



Le fer Calor automatic

vous apporte un perfectionnement sensationnel du fer électrique.

Le "Calor automatic" interrompt et rétablit de lui-même le courant pour maintenir à niveau constant la température exactement appropriée au repassage.

Les accidents de surchauffe seront désormais impossibles, vous n'aurez plus de tables brûlées par distraction ou par oubli.

L'achat du "Calor automatic" qui ne marque au compteur que pendant 20 minutes pour une heure de repassage, vous sera rapidement remboursé par l'économie de courant.

Se fait en deux modèles :

Modèle AUTOMATIC	réglé d'avance à une seule température moyenne...	97 fr.
Super AUTOMATIC	réglable par vous à 12 températures différentes..	133 fr.

chromés, inaltérables, complets, avec fiche et super-cordon véritable et bulletin de garantie de 2 ans.

En vente chez tous les électriciens et dans les grands magasins

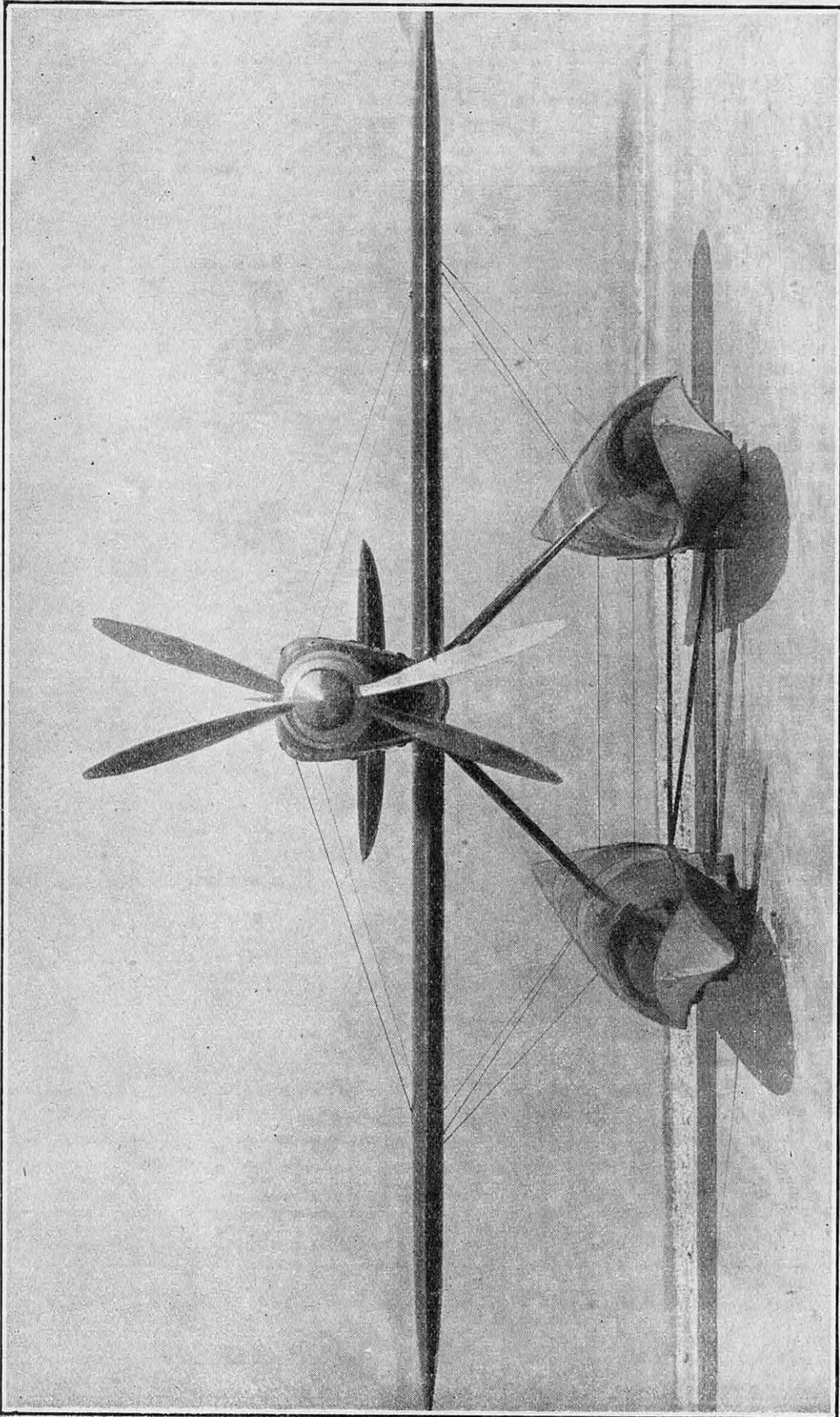
Notice descriptive franco sur demande :

Calor 200 Rue Boileau **LYON**

<p>Que doit-on attendre des derniers records de vitesse en aviation ? <i>Ce que nous enseigne le raid de l'hydravion italien qui a battu le record du monde à 700 kilomètres à l'heure. Ce qu'il faut retenir des résultats de la Coup-Deutsch de la Meurthe, où, pour la première fois, la cylindree a été limitée.</i></p>	<p>José Le Boucher 91</p>
<p>Comment on conçoit l'espace et le temps d'après les plus récentes théories relativistes. <i>Les récentes théories de la relativité sont abstraites : elles doivent être, néanmoins, connues des lecteurs qui veulent suivre l'évolution de nos connaissances concernant l'Univers.</i></p>	<p>L. Houllevigue 101 <i>Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.</i></p>
<p>L'enseignement d'une récente catastrophe de chemin de fer. <i>Les voitures de voyageurs entièrement métalliques auraient sauvé la plupart des vies dans l'accident du rapide Paris-Le Croisic.</i></p>	<p>S. V. 106</p>
<p>De plus en plus, les unités motorisées de l'armée exigent des équipages de ponts bien outillés. <i>L'Allemagne possède actuellement des éléments pour ses équipages de ponts susceptibles de transporter des effectifs dix fois supérieurs à ceux autorisés par le traité de Versailles.</i></p>	<p>Lieut.-colonel Reboul 107</p>
<p>Comment l'industrie utilise les bienfaits du choc et en pare les méfaits. <i>La résistance des machines et des matériaux, l'étude des projectiles et des cuirasses relèvent de la science infiniment complexe du choc, dont les effets sont multiples et souvent imprévisibles.</i></p>	<p>Paul Regnaud 113 <i>Ingénieur en chef de l'Artillerie navale.</i></p>
<p>Les applications du butane au chauffage et à l'éclairage. <i>Récemment distribué en France, le butane a considérablement amélioré le confort de nos campagnes.</i></p>	<p>Jacques Maurel 120</p>
<p>Une victoire en T. S. F. : La science a chassé le « fading ». <i>Les postes modernes de T. S. F. ont une sensibilité qui se règle automatiquement sur l'intensité de la réception des signaux, supprimant ainsi le « fading », fléau des auditions.</i></p>	<p>C. Vinogradov 127 <i>Ingénieur-radio E. S. E.</i></p>
<p>Les méthodes de la géophysique et de la prospection minière accélérées grâce au pendule Holweck. <i>M. Holweck et le R. P. Lejay ont effectué, en quelques semaines, l'exploration d'une région qui, par les anciennes méthodes, aurait exigé plusieurs années pour fournir les « réponses » scientifiques aux problèmes posés.</i></p>	<p>Jean Labadié 135</p>
<p>Le nouvel Institut Hertz, de Berlin, est consacré à tous les phénomènes vibratoires. <i>L'acoustique, l'optique, la radioélectricité, la mécanique appliquée elle-même font appel aux vibrations et aux oscillations. L'Institut Hertz, récemment inauguré, est le laboratoire le mieux outillé du monde pour l'étude de ces phénomènes si variés.</i></p>	<p>Hans Goetsch 145</p>
<p>Le ferry-boat prolonge le rail. <i>Les nouveaux services de ferry-boats doivent permettre aux marchandises périssables françaises (primeurs, fleurs, etc.) de lutter contre la concurrence étrangère sur le territoire anglais.</i></p>	<p>André Charmeil 153 <i>Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.</i></p>
<p>Le perfectionnement de la mécanique a créé le périodique moderne. <i>La nouvelle imprimerie de l'Illustration synthétise les progrès effectués pour la diffusion de l'art et de la pensée depuis le début du siècle.</i></p>	<p>R. Chenevier 159</p>
<p>La T. S. F. et les constructeurs.</p>	<p>J. M. 169</p>
<p>Les « A côté » de la science</p>	<p>V. Rubor 171</p>
<p>Chez les éditeurs</p>	<p>J. M. 176</p>

Depuis 1933 circulent, sur les routes de France, des camions chargés de bouteilles de butane — gaz liquéfié qui voyage. Il apporte à nos campagnes ce confort que, jusqu'ici, le gaz de houille dispensait presque exclusivement aux seules villes. Sur la couverture de ce numéro, on voit un de ces véhicules, d'un aspect nouveau pour nos populations rurales, et ces immenses réservoirs qui renferment le butane dans les centres de distribution. Le gaz emmagasiné provient actuellement d'Amérique, en attendant qu'il puisse être préparé dans nos raffineries françaises. (Voir l'article, page 120.)

Nous informons nos lecteurs que l'emboîtement nécessaire à la reliure des nos 187 à 192, parus de janvier à juin 1933 et qui constituent le tome XLIII 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 aux 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. La Table générale des matières des vingt premières années de « La Science et la Vie » (nos 1 à 186) est en vente à nos bureaux, au prix de 20 francs, franco ; France et colonies, 22 fr. 95 ; Etranger : 25 francs.



VUE DE FACE DE L'HYDRAVION ITALIEN « MC. 72 » QUI, ÉQUIPÉ AVEC UN GROUPE MOTEUR DE 2.800 CH ENTRAINANT DEUX HÉLICES PLACÉES L'UNE DERRIÈRE L'AUTRE ET TOURNANT EN SENS INVERSE, A ATTEINT LA VITESSE RECORD DE 705 KILOMÈTRES À L'HEURE. *Le groupe moteur, composé de deux moteurs à 12 cylindres en V, pèse 920 kilogrammes, soit 320 grammes au cheval.*

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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

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

Copyright by La Science et la Vie, Août 1933 - R. C. Seine 116.544

Tome XLIV

Août 1933

Numéro 194

QUE DOIT-ON ATTENDRE DES DERNIERS RECORDS DE VITESSE EN AVIATION ?

Par José LE BOUCHER

Les records de vitesse ne constituent pas en aviation, comme d'ailleurs en automobile, de simples prouesses sportives. Ils conditionnent, en effet, les progrès mêmes réalisés dans la locomotion aérienne civile et militaire. C'est grâce, en particulier, à l'émulation créée par la coupe internationale Schneider pour hydravions que l'on est arrivé à mettre au point des moteurs ne pesant guère plus de 300 grammes (au cheval) et qui ont permis au pilote italien Agello de dépasser la vitesse de 700 kilomètres à l'heure en hydravion (avril 1933). D'autre part, le succès de la dernière Coupe Deutsch de la Meurthe pour avions terrestres (juin 1933) n'est pas moins efficace au point de vue des initiatives qu'elle suscite de la part des constructeurs du monde entier. En effet, basée sur une formule qui limite la cylindrée des moteurs employés — formule analogue à celle qui régit la plupart des courses d'automobiles — elle incite les ingénieurs à concevoir et à mettre au point des appareils (cellules et moteurs) dont certains constitueront demain les nouveaux prototypes de l'aviation militaire et commerciale, dont la vitesse jointe à la sécurité réalise les qualités primordiales.

LA vitesse, la qualité primordiale de l'avion, est au fond sa raison d'être. Aller toujours plus vite représente donc le problème fondamental de l'aéronautique. Les ingénieurs ne sont limités dans ce domaine que par les possibilités techniques et par la sécurité.

Il est donc tout à fait naturel que le premier grand prix d'aviation créé ait été consacré à l'avion le plus rapide. Ce fut M. Gordon-Bennett qui se fit le promoteur de cette idée en 1909. De 1909 à 1914, dernière année où la Coupe Gordon-Bennett fut courue, les vitesses maxima passèrent de 75 km/heure à 200 km/h à l'heure. En 1913, Jacques Schneider offrait une coupe destinée à récompenser l'aviateur qui atteindrait la plus grande vitesse sur un *hydravion*.

Après la guerre, M. Deutsch de la Meurthe fondait, à son tour, un prix de vitesse pour

appareils terrestres ; celle-ci fut disputée en 1921 et 1922. La Coupe Beaumont, en 1924, devait lui succéder. De 1909 à 1924, les vitesses étaient passées par paliers de 75 km/heure à 311 km/heure.

Après que la Coupe Deutsch de la Meurthe, la Coupe Beaumont eussent cessé d'être disputées, tous les efforts des constructeurs se reportèrent sur la Coupe Schneider qui demeurerait. Ce n'est pas uniquement, d'ailleurs, par suite de l'absence d'un nouveau mécène que l'intérêt devait se concentrer sur les hydravions au préjudice des avions. Il était apparu clairement, en effet, que la plus grande vitesse serait atteinte plus aisément sur l'eau que sur la terre. A priori, on pourrait croire qu'il y a là paradoxe. Il n'en est rien cependant. La construction d'un hydravion présente sans doute des difficultés qu'on éviterait avec un avion.

Exemple : la présence de flotteurs constitue un poids mort important et, surtout, elle empêche d'obtenir toute la finesse aérodynamique désirable.

Il faut se rappeler que les flotteurs des hydravions, type Coupe Schneider, atteignent 5 à 6 mètres de longueur. Ceux du *Macchi-Fiat* italien, qui détient actuellement le record du monde de vitesse, ont 6 m 43 de longueur. On imagine aisément les résistances à l'avancement que créent de pareils « sabots » suspendus sous l'appareil.

Si donc un hydravion de course ne saurait jamais être un appareil très fin, quelles sont ses qualités comme engin de vitesse ?

La première, la plus grande, réside indiscutablement dans les facilités relatives offertes pour le décollage et le retour au sol, si l'on peut dire. La mer ou les lacs constituent des plans d'eau incomparables par l'étendue qu'ils offrent à des envols longs et délicats, à des amerrissages très difficiles. Il serait impossible de trouver un terrain d'atterrissage qui, par la nature de son sol, son étendue, équivaldrait à la côte anglaise du Solent, au Lido de Venise, ou au lac de Garde. A cet égard, les lacs ou le Lido présentent encore sur le Solent, quelquefois agité, une supériorité incontestable. En outre, et dans une certaine mesure seulement, l'eau peut

constituer un matelas plus souple que la terre ferme.

Done, si la Coupe Schneider a connu, au cours des années d'après-guerre, toutes les faveurs des milieux aéronautiques, c'est que les plans d'eau permettaient à des hydravions de décoller et d'amérir à des vitesses qu'aurait interdite l'exiguïté relative des plus grands terrains d'atterrissage.

En 1913, date de la création de la Coupe Schneider, la vitesse atteinte par Maurice Prévost fut de 72 km/heure. En 1931, dernière année où fut disputée la coupe, que l'Angleterre a définitivement acquise, la vitesse du lieutenant Stainforth fut de 548 km/heure. Pour éclairer tout le sujet, donnons deux chiffres :

Prévost disposait d'une puissance motrice de 160 ch, Stainforth possédait un moteur de 2.300 ch !

Le problème de la vitesse

L'aviation,

comme l'automobile, devait connaître, tout d'abord, la période dite de la *formule libre*. Aller plus vite par tous les moyens, tel était le problème posé.

Cette liberté totale donnée aux constructeurs devait tout naturellement inciter ceux-ci à chercher la solution du problème de la vitesse dans l'augmentation indéfinie de la puissance motrice. Disons immédiatement que si cette solution apparaît à quelques-

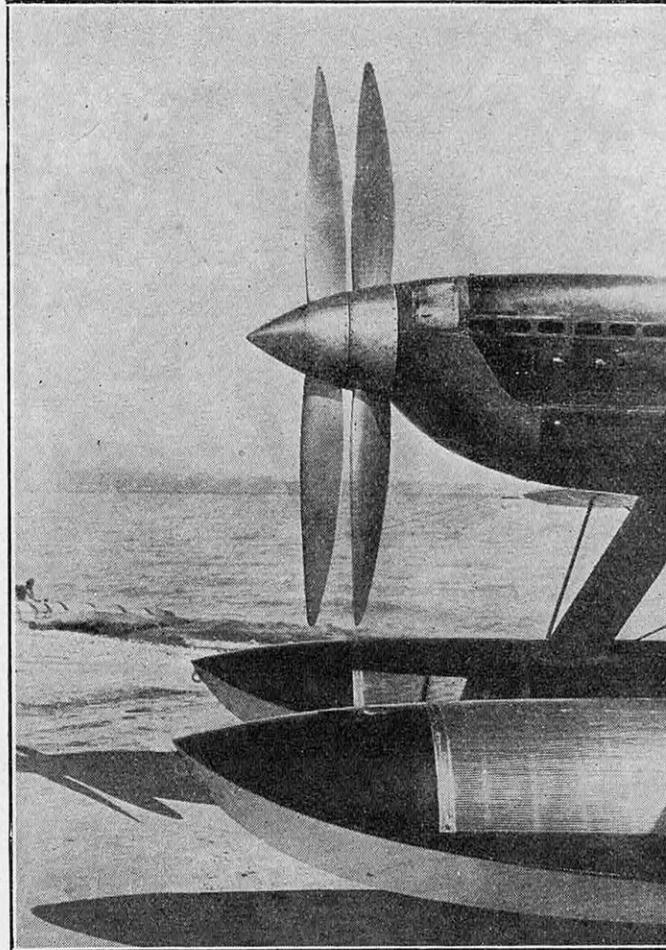


FIG. 1. - VUE AVANT DE L'HYDRAVION ITALIEN « MC. 72 », AVEC LEQUEL L'ADJUDANT AGELLO A ATTEINT LA VITESSE DE 705 KILOMÈTRES A L'HEURE

Le rendement des deux hélices tournant à la même vitesse, mais en sens inverse, n'est inférieur que de 15 % à celui de deux hélices tournant dans le même plan. On remarque les radiateurs de refroidissement installés sur les flotteurs.

uns primitive, sauvage même, elle devait permettre à la métallurgie de faire des pas de géant. Il ne suffisait pas, en effet, pour résoudre le problème de la plus grande vitesse, de fabriquer des moteurs très puissants, d'accumuler les chevaux, il était absolument indispensable d'établir des moteurs de plus en plus légers. Ainsi la vitesse, dans ces conditions, n'était plus une question de puissance. C'était, en dernière analyse, une question de légèreté.

Quand Maurice Prévost s'attribua la

deuxième solution entraîne, évidemment, un supplément de poids.

Cette formule libre, qui fit la gloire de la Coupe Schneider, devait trouver son expression la plus parfaite dans la construction du *Macchi-Fiat MC. 72* actuellement détenteur du record du monde de vitesse. Le sous-officier italien Agello a atteint et même dépassé sur cet appareil la vitesse de 700 kilomètres à l'heure. A cette allure, le pilote transalpin parcourait environ 194 mètres-seconde. Pour fixer les idées, disons que la

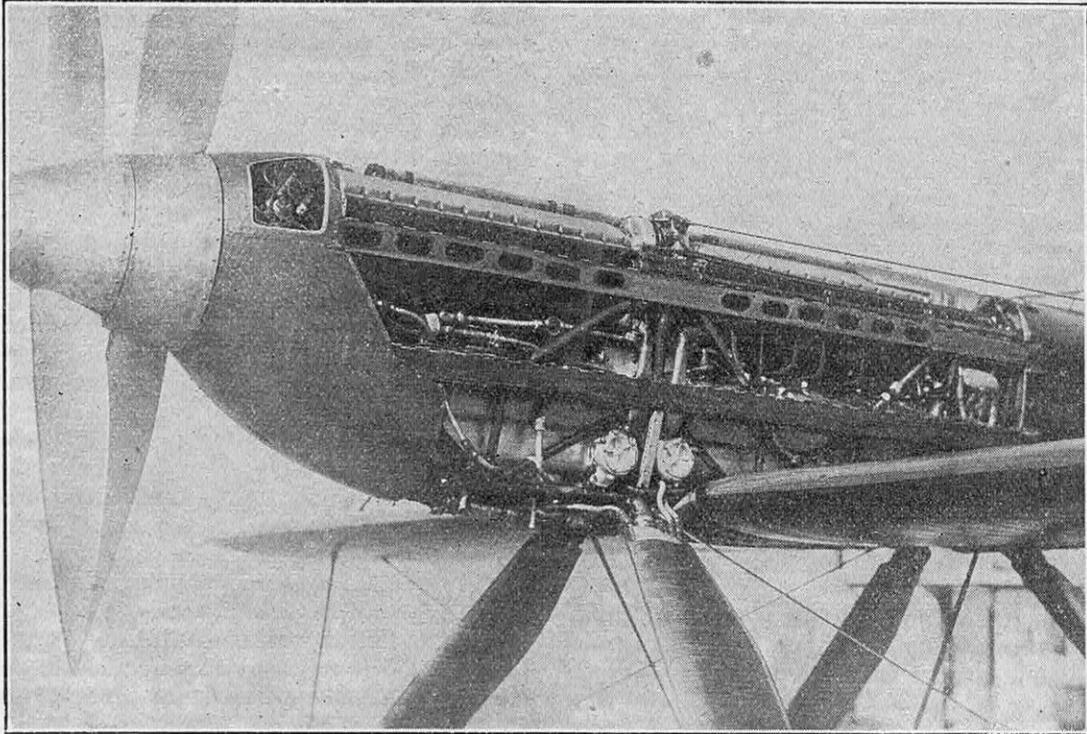


FIG. 2. — LE CAPOT RELEVÉ LAISSE VOIR LE MOTEUR « FIAT » DE L'HYDRAVION ITALIEN « MC. 72 » QUI DÉTIENT LE RECORD DU MONDE DE VITESSE

Coupe Schneider pour 1913, dans la baie de Monte-Carlo, sur un Nieuport 160 ch, son moteur — un rotatif — pesait environ 1 kilogramme au cheval. Quand le lieutenant britannique Stainforth acquit définitivement pour son pays la Coupe Schneider en 1931, le Rolls-Royce — R — qui équipait son hydravion *Vickers-Supermarine*, pesait 311 grammes au cheval, 700 grammes environ de différence !

En résumé, le poids d'un cheval-puissance, en 1931, était devenu trois fois moindre que celui d'un cheval-puissance en 1913. Encore faut-il ajouter que le moteur de Prévost, en 1913, était refroidi par l'air, alors que celui de Stainforth l'était par un liquide. La

vitesse du son est de 330 mètres-seconde à la température de 0°.

Voici l'hydravion le plus rapide du monde

Cet appareil avait été construit dans le dessein de courir la Coupe Schneider en 1931. Cette machine, pas plus que les autres hydravions italiens, ne fut prête à temps. L'Italie, comme la France, déclara forfait, mais au contraire de la France, l'école de haute vitesse installée à Desenzano, sous le commandement du colonel Mario Bernasconi, poursuivit ses recherches et ses essais. Alors qu'au lendemain de la Coupe Schneider, le ministère de l'Air français paraît ne

plus se soucier des 50 millions de francs environ qu'il avait consacrés à la préparation de la Coupe, que personne ne s'inquiète plus chez nous du sort des cellules Dewoitine et Nieuport, ni des moteurs Lorraine et Renault commandés à cet effet, les Italiens continuent de travailler sur leurs hydravions de course. Le succès devait récompenser ces efforts méthodiques. L'Italie possède aujourd'hui l'appareil le plus rapide du monde. C'est le *Macchi MC. 72*, projeté par l'ingénieur Castoldi, de la Société Macchi de Varèse.

Si l'on regarde sa voilure, on y retrouve les caractéristiques générales des *Supermarine* britanniques. L'appareil est un monoplan à aile basse, renforcé par des tirants profilés en acier spécial. L'aile a un profil biconvexe symétrique. Elle est entièrement en duralumin; elle est totalement recouverte de radiateurs à petits tubes plats. Le fuselage est construit en métal dans la partie antérieure et centrale; la queue est en bois. L'ensemble du moteur occupe une bonne partie de la longueur du fuselage. Il est soutenu par une charpente spéciale sur laquelle sont fixées également les attaches des jambes de force. Les jambes des flotteurs sont de construction mixte de bois et duralumin, et leur surface supérieure est presque entièrement recouverte par les radiateurs d'eau et d'huile. Presque toute la superficie de l'appareil, exposée aux veines d'air, est utilisée pour le refroidissement du moteur.

Aucune mesure précise n'est fournie par le ministère italien ni par le constructeur. Néanmoins, on peut dire, sans risquer de commettre de trop graves erreurs, que l'envergure du Macchi est de 8 m 90 environ, que sa longueur totale est de 8 m 30 à peu près, sa hauteur du bord supérieur du fuselage au fond des flotteurs de 2 m 88.

Ces flotteurs ont 6 m 43 de longueur: leur écartement d'axe en axe est de 2 m 86.

Enfin, la surface portante utile du Macchi est de 13 m² 87.

En somme, la silhouette générale du bel appareil italien ne nous ferait apercevoir aucune nouveauté sensationnelle si le regard n'était frappé et par la présence de deux hélices et par la longueur anormale du groupe moteur, 3 m 85.

C'est là que réside, en effet, la véritable innovation des Italiens.

Le moteur Fiat « As. 6 »

Il serait plus exact de dire le groupe moteur Fiat que le moteur, car le Fiat *As. 6* est constitué par deux moteurs de 12 cylin-

dres en V à 60° alignés longitudinalement. La puissance développée par le groupe est de 2.800 ch. Le vilebrequin du moteur *avant* entraîne, par l'intermédiaire d'un réducteur, un arbre *creux* sur lequel est fixée l'hélice arrière. Le vilebrequin du moteur arrière attaque, par l'intermédiaire d'un réducteur, un arbre qui, passant à l'intérieur de l'arbre creux, entraîne l'hélice avant. L'arbre le plus long mesure près de 1 m 75 et transmet 1.300 ch environ.

Les arbres, soutenus seulement à leur extrémité, tournent à l'arrière sur des roulements à rouleaux et des roulements-butées, et à l'avant sur des roulements à billes et à rouleaux.

Cette transmission à distance, qui constituait un problème très délicat en raison des torsions à craindre, semble avoir été résolu fort élégamment par les ingénieurs de Fiat.

Mais, se demandera-t-on peut-être, pourquoi avoir établi un groupe moteur semblable actionnant deux hélices? Pour annuler le couple de renversement qui résulte de l'emploi d'une seule hélice. La valeur de ce couple sur les hydravions de vitesse est extrêmement gênante en raison des formidables puissances mises en jeu. Deux hélices tournant en sens inverse doivent pratiquement annuler ce couple et supprimer les effets gyroscopiques. Mais le rendement des deux hélices accolées, que devient-il dans ces conditions? Il s'améliore parce que les deux propulseurs tournent en sens inverse dans des plans voisins.

Il est bon de signaler, en outre, que l'attelage en tandem des deux moteurs permet de réduire la surface frontale du groupe. Le Rolls Royce, avec lequel le lieutenant Stainforth, sur le *Supermarine S. 6. B.*, atteignit, le 29 septembre 1931, la vitesse de 655 km-heure, développait 2.400 ch pour une course de 165 millimètres et un alésage de 752 millimètres.

Le groupe Fiat *As. 6* développe 2.800 ch. La course de ses cylindres n'est que de 740 millimètres et leur alésage, de 138 millimètres.

En revanche, le poids au cheval du groupe Fiat semble supérieur à celui du Rolls (328 gr contre 311). Toutefois, pour que cette comparaison soit exacte, il faudrait savoir si la réalisation judicieuse de l'immense carter du Fiat n'a pas permis, dans une certaine mesure, de diminuer le poids de construction de la structure même de l'avion.

On a dit la course et l'alésage du Fiat. Ajoutons que sa cylindrée totale est de 51 litres, sa compression de 7. Le régime

nominal des vilebrequins est de 3.200 tours-minute ; celui des hélices, de 1.920 tours-minute. La consommation, à la puissance de 2.800 ch, est de 245 grammes au cheval-heure. Le poids total du moteur est de 920 kilogrammes.

Chaque moteur a ses circulations propres d'eau et d'huile et son système d'allumage indépendant.

Le groupe carburateur comprend quatre corps et huit buses d'aspiration. Un seul réglage en richesse est prévu. Il consiste à

petit peu plus courte que l'hélice avant.

Comment se fait l'alimentation ? Il existe trois pompes : celles-ci sont montées à l'arrière du groupe, entre les carburateurs et les deux magnétos arrière. Deux pompes servent à vider les flotteurs qui constituent, comme dans le cas du *Supermarine* britannique, des réservoirs de combustible, et refoulent celui-ci dans une nourrice. La troisième pompe aspire dans la nourrice et alimente les carburateurs.

Telle est, dans ses grandes lignes, la ma-

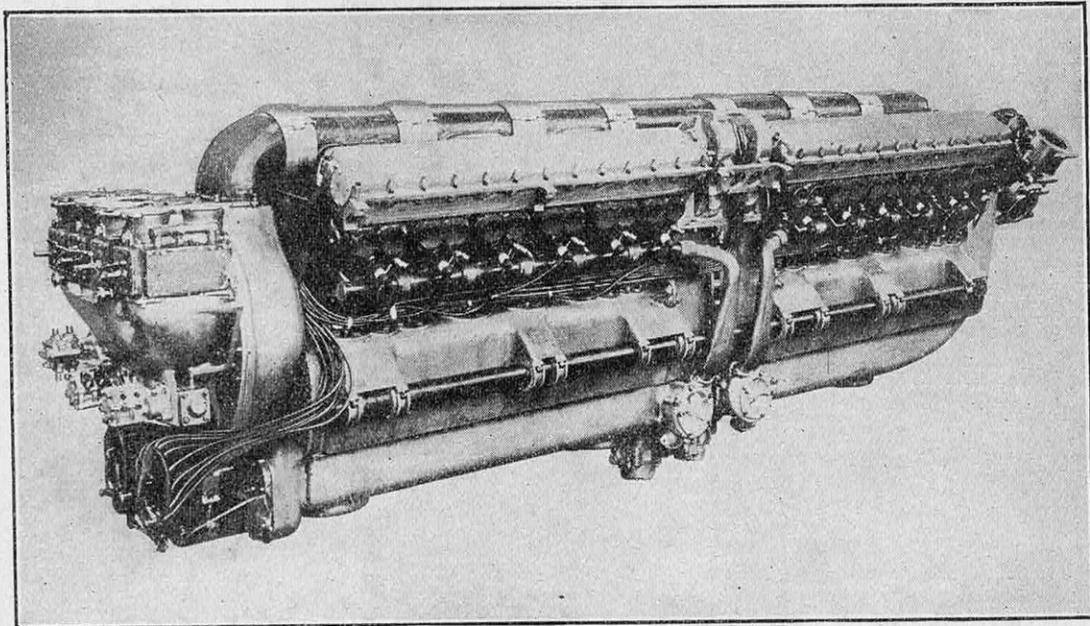


FIG. 3. — VOICI LE DOUBLE MOTEUR « FIAT » ÉQUIPANT L'HYDRAVION ITALIEN « MC. 72 »

Composé de deux moteurs placés l'un derrière l'autre, comportant chacun 12 cylindres en V, ce groupe, d'une puissance de 2.800 ch, pèse 920 kilogrammes, soit environ 320 grammes par cheval. A gauche, les quatre corps des carburateurs ; au-dessous, les trois pompes à combustibles ; au-dessous, les deux magnétos ; au-dessus, le collecteur du compresseur, situé entre les carburateurs et l'arrière des cylindres.

diminuer les orifices du débit d'essence en fonction du nombre de tours.

Un seul compresseur assure la suralimentation de l'ensemble. Celui-ci est entraîné par le moteur arrière par l'intermédiaire d'un multiplicateur à engrenages droits et d'un embrayage centrifuge. Le rotor du compresseur tourne à 19.000 tours-minute pour 3.200 tours de vilebrequin. L'entraînement du compresseur absorbe environ 200 ch. Il apparaît immédiatement que, dans ces conditions, le moteur arrière doit tourner moins vite que le moteur avant. Pour remédier à cet inconvénient, Fiat a monté sur le moteur arrière une hélice à pas plus faible que l'autre. Sur les photographies du *Macchi MC. 72*, l'hélice arrière semble un tout

chine la plus moderne née de la formule libre, celle qui a permis, le 10 avril, à l'Italien Agello, d'atteindre la vitesse moyenne de 682 km 078 à l'heure et, quelques jours plus tard, de dépasser le 700. On devine aisément la somme de travaux et de millions que représentent la construction et la mise au point de cet engin.

Mais la dépense considérable, entraînée par l'établissement de monstres aussi dispendieux, devait orienter les cerveaux, en France, vers la recherche d'une autre formule de course. La Coupe Deutsch de la Meurthe, créée par M^{lle} Suzanne Deutsch, la fille du grand mécène disparu, devait naître avant tout d'un souci d'économies. Economies de capitaux à engager pour parti-

ciper à une épreuve de vitesse ; économie de puissance pour atteindre une certaine vitesse.

Il est bien certain que la formule libre ne permettait plus aux constructeurs de songer à s'approprier le record de la vitesse si l'Etat ne subvenait pas aux dépenses à consacrer à la construction de la cellule et des moteurs.

Ainsi le record de vitesse devenait une véritable question nationale. Peut-être cette

définitivement la Coupe Schneider, le ministère de l'Air britannique avait interrompu les recherches et les essais du département consacré aux hautes vitesses. Or, il vient de décider que de nouveaux crédits allaient être alloués aux fins de poursuivre les expériences et, en particulier, de rechercher des améliorations dans la question des carburants. Quant aux Italiens, ils n'ont à aucun mo-

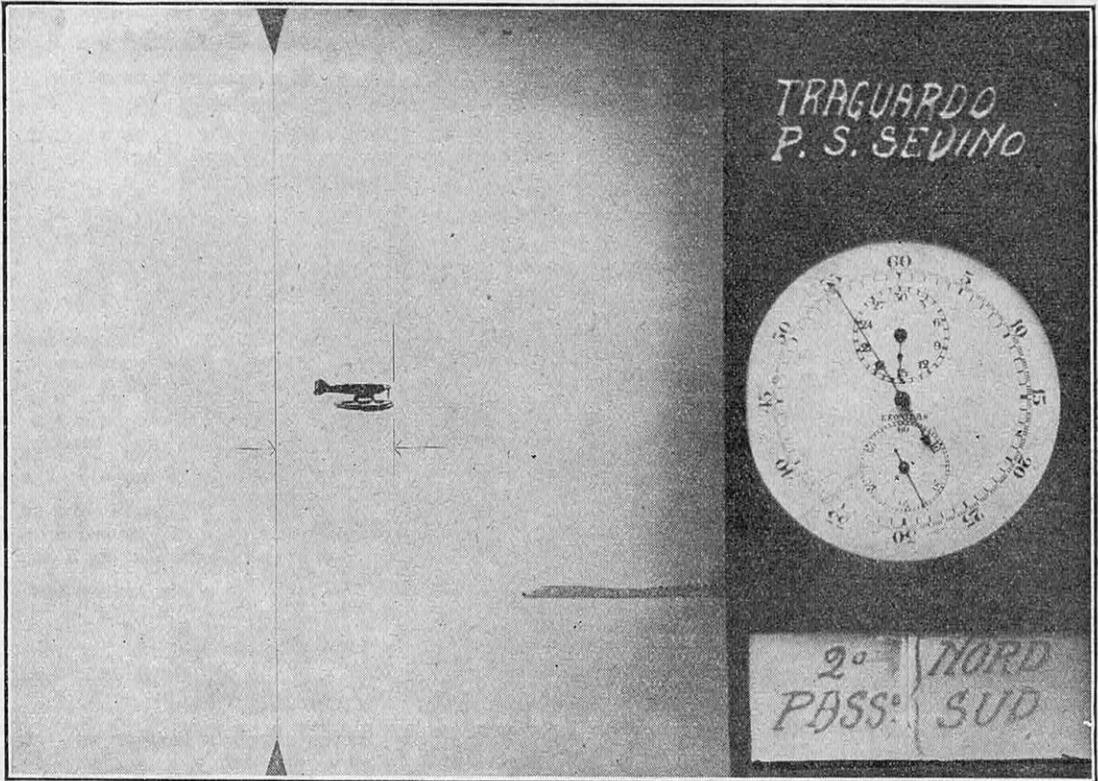


FIG. 4. — LE CHRONOMÉTRAGE DU PASSAGE DE L'HYDRAVION ITALIEN AU COURS DU VOL PENDANT LEQUEL IL A RÉALISÉ LA VITESSE MOYENNE DE 682 KILOMÈTRES À L'HEURE. Cette vue représente une partie des films pris par les chronomètres. Ce système permet de prendre un nombre considérable de photos qui donnent les temps au 1/100^e. Les deux lignes verticales correspondent à une distance connue. En considérant les deux vues correspondant au passage de l'avion sur ces deux lignes, on en déduit le temps mis à effectuer cette distance et par suite la vitesse.

orientation était-elle imprévue. Toutefois, on peut remarquer que cette situation se retrouve déjà dans les courses automobiles. Ce n'est ni Alfa-Romeo ni Maserati qui paient de leurs seuls deniers les voitures de course établies pour aller représenter le pavillon italien sur tous les grands autodromes ou circuits du monde. Quoiqu'il en soit, pour admettre le point de vue des adversaires de la formule libre en aviation, il faudrait estimer qu'on a tiré de celle-ci tout le bénéfice qu'on pouvait en attendre. En est-il vraiment ainsi ? Les Anglais ne semblent pas de cet avis. Après s'être octroyé

ment songé à interrompre le travail effectué à l'école de haute vitesse de Desenzano. On peut, évidemment, faire remarquer que la formule libre et les solutions qu'elle a fait naître risquaient d'aboutir à une impasse. Les plans des *Supermarine* anglais, les flotteurs, les jambes de force, les empennages, toutes les surfaces disponibles étaient utilisées pour assurer le refroidissement des moteurs. Les ingénieurs britanniques avouaient, en 1931, ne plus savoir où placer un radiateur de plus, ou plutôt une surface radiante supplémentaire. Mais n'est-il pas probable que, placé justement en face d'un

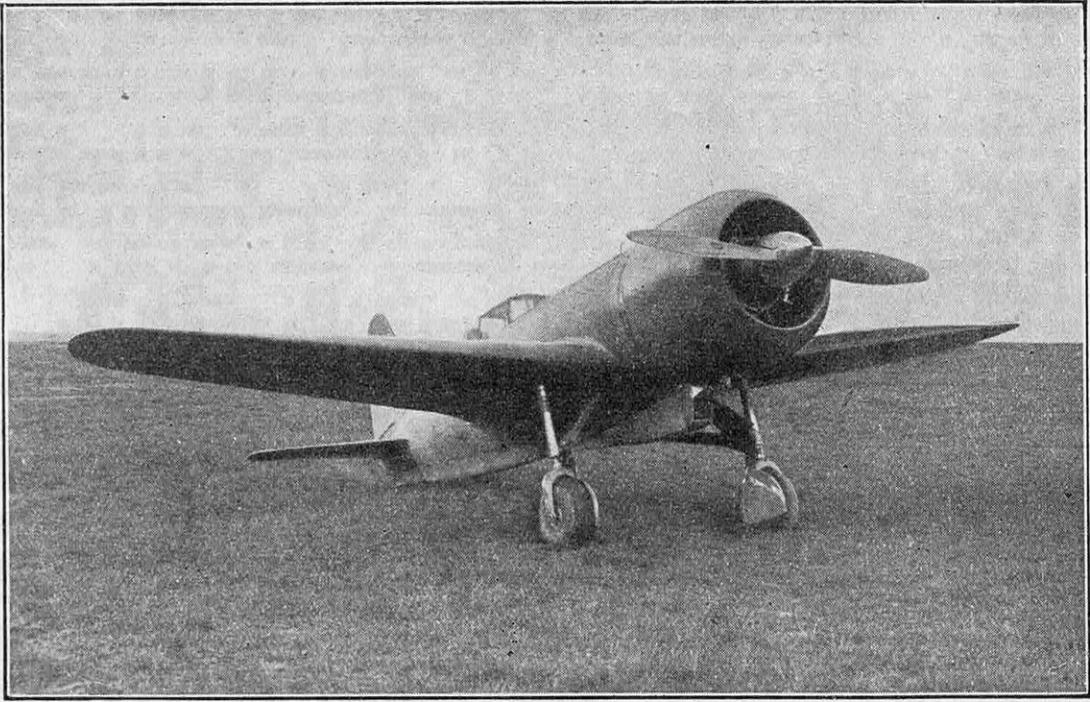


FIG. 5. - L'AVION « POTEZ », QUI A REMPORTÉ LA COUPE DEUTSCH DE LA MEURTHE EN PARCOURANT 2.000 KILOMÈTRES A LA VITESSE DE 322,8 KM-HEURE, TRAIN D'ATTERRISSAGE RELEVÉ

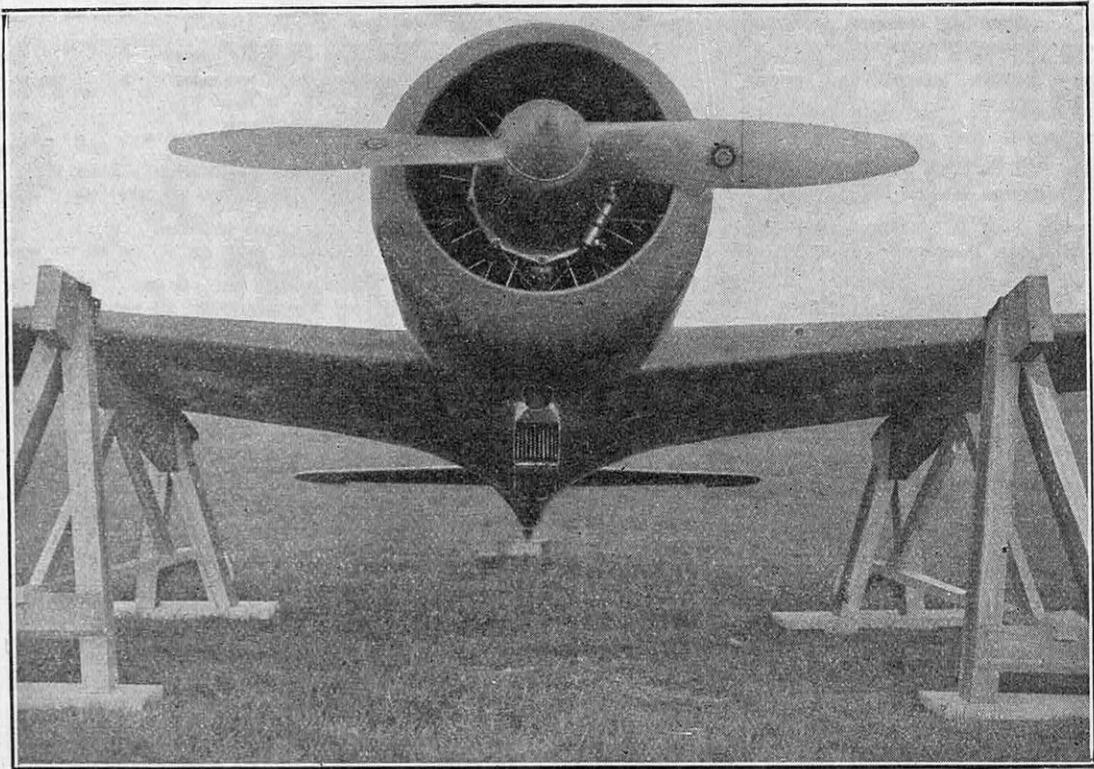


FIG. 6. — VUE AVANT DE L'AVION « POTEZ », LE TRAIN D'ATTERRISSAGE ÉCLIPSÉ. CET AVION ÉTAIT ÉQUIPÉ D'UN MOTEUR EN ÉTOILE DE 270 CH REFROIDI PAR L'AIR

problème très délicat, le cerveau humain eût été amené à rechercher d'autres solutions ? Augmenter les surfaces des appareils, par exemple, en même temps que la puissance, ou bien trouver des liquides de refroidissement autres que l'eau ou les mélanges connus à ce jour ?

On ne semble pas l'avoir compris en France, où plus personne ne songe sérieusement à utiliser les cellules construites en vue de la Coupe Schneider et les moteurs également, si toutefois la construction de ceux-ci est même achevée.

La Coupe Deutsch et la limitation de la cylindrée

Est-ce à dire que la Coupe créée par M^{lle} Deutsch de la Meurthe, et dont le règlement fut établi par l'Aéro Club de France, ne vienne pas à son heure ? Aucunement. Il était très intéressant d'introduire pour la première fois en aviation une limitation de cylindrée. L'erreur serait de croire que l'on tirera de la Coupe Deutsch les mêmes enseignements que d'une Coupe Schneider. Les auteurs du règlement n'ont apporté, et ils ont bien fait, qu'une seule entrave à la liberté individuelle (de règle jusqu'à ce jour dans les compétitions de vitesse) : la cylindrée du moteur ne devait pas dépasser 8 litres. Les concurrents devaient parcourir deux fois 1.000 kilomètres sans escale. Une épreuve de qualification très simple était imposée. Les concurrents devaient couvrir 100 kilomètres à plus de 200 km/heure au plus tard quinze jours avant la course. A la dernière minute, en raison des craintes exagérées qu'inspireraient les décollages à pleine charge, on a autorisé les concurrents à effectuer un ravitaillement aux 500 kilomètres. Il est fort heureux que le vainqueur de l'épreuve, Detré, sur *Potez*, ait décollé avec sa charge entière ; sans quoi, pour nous, les résultats de la course eussent été absolument faussés. Emporter du carburant pour 1.000 kilomètres ou pour 500 kilomètres est tout à fait différent. On demeure étonné que le coup de canif donné dans le règlement à la dernière minute n'ait pas été relevé plus vigoureusement. Mais, encore une fois, le fait que Detré n'a pas usé de cette facilité donne son plein sens à la démonstration voulue par les créateurs de la Coupe.

Les enseignements de la Coupe

Il ne fallait pas s'attendre, évidemment, à des solutions révolutionnaires dans le domaine de la cellule. Et, en effet, nous n'en avons pas noté,

Le but à atteindre était d'établir une cellule aussi fine, aussi légère que possible, en tenant compte que les conditions d'emploi de celle-ci se trouvaient strictement limitées à la possibilité de décoller et d'atterrir sur le terrain d'Etampes et de virer aux sommets du triangle à parcourir. Ainsi les constructeurs n'avaient pas à se plier à des règles de construction aussi sévères que dans le cas, par exemple, de la construction d'un avion de chasse, qui doit être vite, maniable, posséder des écarts de vitesse suffisants pour atterrir sur des terrains plus ou moins longs.

Pour obtenir une finesse maximum dans ces conditions, les treize constructeurs engagés, sauf un, avaient adopté la solution générale du monoplan à aile surbaissée. Six d'entre eux avaient porté leur choix sur l'emploi d'ailes effilées complètement en porte-à-faux. Deux seulement s'étaient ralliés à la vieille solution de l'aile mince soutenue par un haubannage extérieur.

Les profils plats ou biconvexes étaient naturellement employés. Pour augmenter la finesse de l'ensemble, chaque constructeur avait de son mieux diminué la résistance due à la présence du train d'atterrissage.

Farman avait adopté un curieux système de monoroue. Potez avait carrément adopté un train éclipable.

Le système du monoroue est ingénieux, mais il n'apparaît pas comme une solution à généraliser.

L'envergure extrêmement réduite des appareils de la Coupe Deutsch permettait d'appliquer cette idée. Des envergures un peu supérieures s'y opposeraient.

Il est bien évident que la solution type d'avenir est l'éclipsage du train. Potez l'a bien compris et l'a réalisé de façon fort élégante. La fourche de la roue coulisse dans un tube muni d'un frein oléopneumatique. Le haut de la fourche s'articule sur le longeron de l'aile par un axe parallèle au fuselage. Deux jambes en V pivotent à la base du fuselage et assurent la rigidité du système quand la roue est déployée. L'ensemble vient se loger dans des cavités ménagées à l'intrados de la voiture. Des carters profilés ferment les logements et assurent la continuité de la surface de sustentation.

L'idée vient immédiatement, puisque le but de la Coupe est au fond d'aboutir à des solutions pratiques, que ce perfectionnement qui valait au *Potez* de Detré de gagner 40 kilomètres, trouverait une application judiciaire sur des avions de chasse. Evidemment, mais il faut bien avouer que de grosses difficultés de réalisation apparaissent. Les

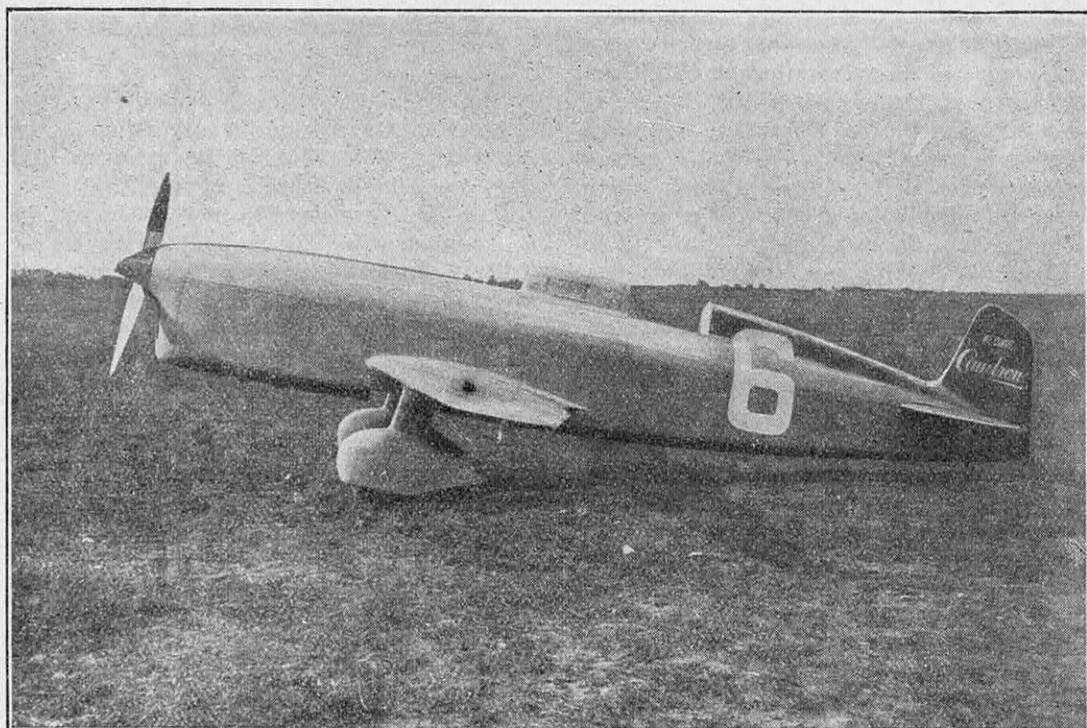


FIG. 7. — VUE DE PROFIL DE L'AVION « CAUDRON », QUI S'EST CLASSÉ SECOND A LA COUPE DEUTSCH DE LA MEURTHE. IL ÉTAIT ÉQUIPÉ D'UN MOTEUR DE 165 CH SEULEMENT



FIG. 8. — VUE DE FACE DU MÊME AVION MONTRANT LA FINESSE DE L'APPAREIL QUI A ATTEINT LA VITESSE MOYENNE DE 291,5 KM-HEURE

ailes des monoplaces sont, en général, minces ou occupées par des réservoirs ou des armes; le fuselage est très encombré et réduit aux dimensions minimum; il serait difficile de loger un train rentré. D'autre part, la présence de logements vides n'est pas de nature à faciliter les départs et les atterrissages. Enfin, il faudrait que la manœuvre du train fut instantanée pour permettre à un pilote, mis en difficulté au cours d'un combat, de se poser sans trop de risques.

Si M. Potez et ses ingénieurs n'ont pas hésité à adopter un train éclipsable; c'est, sans doute, outre les avantages qu'offre celui-ci, la présence d'un moteur à étoile qui les y a incités. Le neuf cylindres Potez présentait un maître couple très important. Même caréné judicieusement, il est certain qu'il offrait une résistance assez grande. Pour augmenter la finesse de l'ensemble, il était indispensable de rattraper, d'un côté, ce qu'on perdait de l'autre.

Les solutions adoptées par Potez et Caudron, pour l'établissement de la cellule de leurs appareils, sont assez différentes. Le *Potez* a été construit autour de son moteur. Il est certain, par exemple, qu'on aurait pu trouver une meilleure position des ailes. On s'est contenté d'enrober pour le mieux un moteur dont le maître couple était assez gênant. Pour le *Caudron*, au contraire, il est évident qu'on a cherché avant tout un maximum de finesse. Et M. Riffard, l'ingénieur de Caudron, y a parfaitement réussi. Le *Caudron* de Delmotte est un exemple de pureté dans les lignes. Le fait que ce bel appareil, avec un moteur de 165 ch et 6 l 300 de cylindrée, a atteint 360 kilomètres à l'heure, dispenserait de commentaires. Le jour de la course, le 29 mai, Delmotte a parcouru 2.000 kilomètres à 316 kilomètres à l'heure, en n'utilisant guère plus de 150 ch et en dépensant 20 litres aux 100 kilomètres. Georges Detré, le vainqueur, a parcouru les 2.000 kilomètres de l'épreuve en 6 h 11 m 46 s, soit à la moyenne horaire de 322 km 800, avec un moteur de 270 ch. Raymond Delmotte, le second, a réalisé, sur l'ensemble du parcours la moyenne de 291 km 500, avec un moteur de 165 ch. L'Anglais Comper, avec son *Comper* de série, muni d'un Gipsy spécial, qui développait environ 245 ch, classé troisième, n'a pu mieux faire que 228 km 500 de moyenne. Les renseignements qu'on peut tirer de cette première Coupe Deutsch tiennent tout entiers dans les vitesses réalisées par Detré et Delmotte. Il semble bien que l'aviation pratique et non de course puisse, avant peu, bénéficier de tels enseignements.

Comment est conçu le moteur qui a remporté la Coupe Deutsch de la Meurthe

Le *Potez 9 B.* dérive directement du *Potez 9 A.* de 9,75 litres de cylindrée par réduction des cylindres et montage d'un compresseur qui gava le moteur au sol. Le *9 A.* développe 180 ch à 2.000 tours. Le *Potez 9 B.* est beaucoup plus puissant pour un poids au cheval de 450 grammes. Cette simple constatation indique l'effort fait dans la recherche des hauts rendements.

Faisons remarquer que le *Potez* ne comporte pas de réducteur. On gagne ainsi en légèreté et en simplicité. Le refroidissement du moteur a été très satisfaisant. A la puissance maximum, la température des culasses ne dépasse pas 250°.

Est-ce à dire que la solution si bien réalisée par Potez du moteur en étoile et refroidi par l'air soit idéale? Pour les valeurs qui sont en jeu actuellement, elle est très acceptable. Mais on peut se demander si, pour de plus hauts rendements, le moteur à refroidissement par liquide ne s'impose pas.

Quoiqu'il en soit, les résultats, dès maintenant acquis, sont intéressants et les solutions adoptées sont saines.

On pouvait craindre que la formule de la cylindrée limitée n'incitât nos constructeurs à fabriquer des moteurs tournant à des régimes très élevés. La plupart ont évité cet écueil. Il faut faire exception pour le *Farman n° 3* équipé d'un *Farman 72 B. R. S.* de 400, qui tournait à 3.700 tours-minute. Tous les autres, Renault, Potez, Regnier, qui n'a pu figurer le jour de la course, ne tournaient pas à un régime supérieur à 2.500 tours environ.

Si l'automobile, à la rigueur, peut se satisfaire des très hauts régimes parce que le moteur d'une voiture passe sans cesse par des pointes, il n'en est pas de même en aviation, où le régime nominal du moteur devrait pouvoir être utilisé presque constamment.

Pour éviter des vitesses de piston trop élevées, on remarquera que Caudron comme Regnier, comme Potez, se sont tous rapprochés de la formule du moteur carré. L'inconvénient qui en résulte au point de vue du rendement thermique est compensé par un accroissement de sécurité. On sait ce qu'a coûté dans l'industrie automobile l'exagération des vitesses linéaires de pistons. Les constructeurs de moteurs d'avions de la Coupe Deutsch, en évitant celles-ci, ont fait preuve de sagesse, et il faut les en féliciter.

J. LE BOUCHER.

COMMENT ON CONÇOIT L'ESPACE ET LE TEMPS, D'APRÈS LES PLUS RÉCENTES THÉORIES RELATIVISTES

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Les théories relativistes, basées sur les travaux d'Einstein (2), ont complètement bouleversé nos notions fondamentales sur l'espace et le temps. Au lieu de concevoir le monde comme un espace à trois dimensions (hauteur, longueur, largeur), dans lequel les phénomènes se déroulent simultanément en chaque point, suivant le cours immuable du temps, nous devons le considérer, d'après ces théories récentes, comme un univers à quatre dimensions dans lequel le temps joue le même rôle qu'un des éléments de l'espace. Cet univers « espace-temps » a, d'ailleurs, des propriétés qu'il nous est bien difficile d'imaginer, — nous allions dire de réaliser mentalement. Cet univers est, en effet, illimité, sans être infini, et possède une « courbure », variable d'ailleurs en chaque point, suivant la quantité de matière qui y est accumulée. Notre éminent collaborateur, le professeur Houlevigue, expose ici comment il est possible, sans avoir recours à des considérations mathématiques abstraites, de se faire une idée concrète de cet univers tel que le conçoivent le professeur Einstein et ses disciples.

L'infirmité de notre représentation de l'espace et du temps

LE relativisme, a-t-on dit, est un état d'esprit. Il ne peut être que cela pour ceux qui ne sont pas accoutumés aux hautes mathématiques ; ils n'ont pas accès aux raisonnements qui justifient les nouvelles doctrines ; la seule possibilité qui leur reste est d'en comprendre les résultats et de se délivrer des représentations qu'un long usage leur a rendues familières.

Parmi ces représentations, les plus naturelles, les plus intuitives, se rapportent à l'espace et au temps. Ces deux grandeurs nous paraissent essentiellement différentes : l'Espace, c'est quelque chose qui nous entoure ; le Temps, c'est quelque chose qui s'écoule, c'est la suite des événements dont nous sommes acteurs ou témoins. Nous pouvons revenir sur nos pas dans l'espace, mais le temps écoulé ne revient jamais ; nous pouvons, à notre gré, aller vite ou lentement, ou même nous arrêter, tandis que la fuite du temps est régulière et fatale.

Ainsi, l'observation du monde qui nous entoure nous avait fait concevoir un espace à trois dimensions : hauteur, longueur et largeur, absolument indépendant du temps. Toute notre science classique est basée là-dessus ; l'étude des formes, confiée à la géométrie, fait abstraction complète du temps, et cette nouvelle « variable » ne s'introduit qu'en mécanique, lorsqu'on étudie les changements produits dans la forme des corps ; d'ailleurs, les résultats obtenus en partant de ces prémisses se vérifient dans tous les cas ordinaires, et Einstein a établi que cette correspondance reposait entièrement sur la grande vitesse de la lumière ; mais l'accord cesse dès qu'on envisage les espaces immenses et les énormes durées que l'astronomie nous force à considérer.

Le meilleur exemple qu'on puisse donner de ce désaccord est celui de l'incohérence du firmament. Nous regardons le ciel, et même nous le photographions, estimant avoir ainsi une représentation fidèle de l'état du ciel à l'instant de nos observations. En quoi nous sommes dans l'erreur ; la lumière que nous recevons du Soleil n'a mis que 8 minutes à nous parvenir ; nous voyons donc cet astre

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 460.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 63, page 19.

tel qu'il était il y a 8 minutes ; mais les autres astres sont à des centaines, à des milliers d'années de lumière, et même, pour certaines nébuleuses, à des millions d'années ; nous les voyons, actuellement, tels qu'ils étaient lorsque leur lumière a été émise ; depuis ces centaines ou ces milliers d'années, ils ont certainement éprouvé des modifications ; ils ont changé de place ; peut-être se sont-ils éteints, et nous n'en savons rien ; peut-être d'autres étoiles sont-elles nées, dont la lumière ne nous parviendra que dans des milliers d'années.

Ainsi, le firmament, tel que nous le voyons *n'a jamais existé* ; c'est une image qui ne répond ni à la réalité présente, ni à aucune réalité passée. Et l'incohérence apparaîtrait plus tôt, et serait encore plus grande, si la lumière, au lieu de faire 300.000 kilomètres par seconde, en faisait 100.000 ou même moins. Si

une étoile s'éloignait de nous avec une vitesse égale à celle de la lumière, nous ne la verrions jamais, puisque sa radiation ne parviendrait pas jusqu'à nous.

Cet exemple nous fait toucher du doigt l'impossibilité d'analyser l'espace en faisant abstraction du temps et de la vitesse de la lumière ; il faut donc faire appel à une autre représentation, où ces grandeurs ne sont plus indépendantes ; cette représentation, imaginée par Einstein et par Minkowski, c'est l'*Espace-Temps*, qu'on nomme aussi, nous verrons tout à l'heure pourquoi, le *continu à quatre dimensions*.

L'Espace-Temps

Considérons (fig. 2) le diagramme du rapide 11 qui, parti de Paris à 11 h 10, arrive

à Marseille à 22 h 30 ; les kilomètres, à partir de la station de départ, sont portés suivant la verticale, et les heures sont portées suivant l'horizontale. Ce diagramme est donc une ligne qui nous donne une représentation complète du mouvement de ce train ; avec lui, nous savons à quelle heure le rapide atteint une station quelconque, et même, s'il est à l'échelle suffisante, combien de temps il s'y arrête ; nous savons où il se

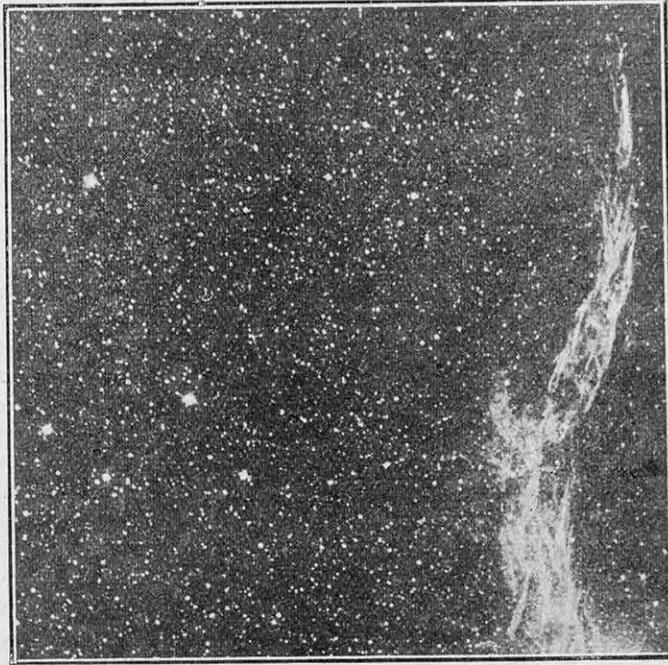


FIG. 1. — LE FIRMAMENT, TEL QU'IL APPARAÎT SUR UNE PHOTOGRAPHIE, N'EXISTE PAS ET N'A JAMAIS EXISTÉ. Par suite des temps divers que la lumière met à nous parvenir des étoiles, suivant leur distance, il nous est impossible de saisir l'aspect réel du ciel à un instant déterminé.

trouve à n'importe quel moment. Dans ce diagramme, on aurait pu, aussi bien, porter les distances dans le sens des lignes du papier, et les temps du haut en bas de la feuille ; il n'y a qu'à faire tourner cette feuille à 90 degrés pour obtenir son nouvel aspect ; il serait aussi complet, aussi précis. Autrement dit, l'espace et le temps jouent le même rôle dans ce diagramme ; ils y sont interchangeables.

La simplicité de cette représentation tient uniquement à ce qu'elle peut être figurée sur une feuille de papier. Mais proposons-nous un problème plus compliqué ; supposons qu'on veuille indiquer, non seulement les kilomètres parcourus, mais les altitudes atteintes par le convoi : 36 mètres au départ à Paris, 120 à Laroche, 245 à Dijon, 173 à Lyon, 23 à Avignon, 48 à Marseille. On y parviendra sans peine en portant, en chaque point du diagramme précédent, une perpendiculaire représentant l'altitude atteinte ; les sommets de ces perpendiculaires dessineront, dans l'espace, une ligne dont chaque point correspond à un certain lieu, à une certaine altitude, à un certain moment ; ces trois « variables », chemin parcouru, altitude, temps, sont indiquées par les trois coordonnées du diagramme portées

en longueur, et en largeur sur la feuille, et en hauteur au-dessus d'elle. Mais on aurait pu, tout aussi bien, porter sur la feuille les altitudes et les kilomètres parcourus, et les temps au-dessus ; le graphique aurait peut-être été moins commode, il n'aurait pas été moins précis. Dans ce cas encore, nous constatons que les trois grandeurs inscrites sur le diagramme sont interchangeable ; le temps y figure de la même manière que les deux autres.

Complicons encore le problème ; nous voulons représenter, toujours par un diagramme, le vol d'un aéroplane ; pour fixer, à chaque instant, sa position dans l'espace, nous avons besoin d'abord de trois « coordonnées spatiales », c'est-à-dire que nous devons fixer, par exemple, sa distance à Paris et à Lyon, ou bien sa longitude et sa latitude, et en plus son altitude ; il faut, en outre, marquer l'instant où il passe en chaque point de sa trajectoire ; cela fait quatre variables en tout, et nous constatons qu'il n'y a pas de diagramme qui permette d'obtenir une telle représentation. Mais le problème reste toujours le même ; il est devenu seulement plus compliqué sans avoir changé de nature ; nous ne sommes arrêtés que par l'infirmité de notre esprit, qui est incapable de concevoir un espace à plus de trois dimensions.

Mais les mathématiques ne connaissent pas cette faiblesse ; pour traduire le premier diagramme, celui du rapide 11, elles écrivent une équation reliant, par exemple, le nombre N de kilomètres parcourus à l'heure T du

passage du train (1). S'il s'agit de représenter, en outre, l'altitude atteinte H , on y parviendra en écrivant une autre équation, reliant H et N ; enfin, s'il s'agissait de représenter le mouvement d'un aéroplane faisant des loopings dans l'espace, le résultat serait atteint, sans plus de peine avec trois équations reliant le temps à sa longitude, à sa latitude et

à son altitude, c'est-à-dire en employant quatre variables au lieu de deux et trois, dans les cas précédents. Je ne dis pas que ces équations soient toujours aisées à écrire, je dis seulement que le problème ainsi posé est analogue aux précédents, que sa solution est concevable et ne se heurte à aucun veto absolu ; de ces équations on peut tirer un diagramme mathématique à quatre variables, donnant la solution complète du problème puisqu'il fait connaître, à chaque instant, la position de l'avion et le moment où il passe par ce point de sa trajectoire.

Pourtant, les choses ne sont pas tout à fait aussi simples que je l'ai dit : si on écrit ce diagramme mathématique en exprimant, comme il est naturel, les longueurs en centimètres ou en mètres, et les temps en secondes ou en heures, on obtient une équation où le temps ne figure pas de la même façon que les longueurs qui fixent les « coordonnées spatiales », c'est-à-dire la position dans l'espace ; il apparaît donc sur cette équation que le temps n'est pas une variable

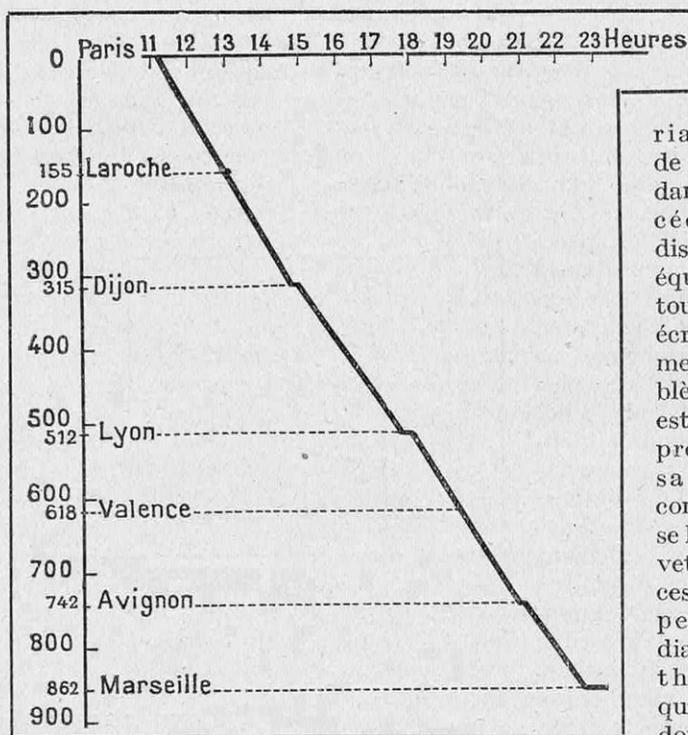


FIG. 2. — LE GRAPHIQUE DU RAPIDE 11, PARIS-MARSEILLE, FAIT CONNAÎTRE À CHAQUE INSTANT LA POSITION DU TRAIN SUR LA LIGNE

On pourrait, en employant une troisième dimension, connaître également l'altitude du train au-dessus de la mer. Si nous considérons un avion, nous devons, pour le situer sur sa trajectoire, utiliser les trois dimensions de l'espace. Mais nous ne pouvons, graphiquement, indiquer le temps, quatrième dimension. Seules les mathématiques permettent de résoudre le problème.

pas tout à fait aussi simples que je l'ai dit : si on écrit ce diagramme mathématique en exprimant, comme il est naturel, les longueurs en centimètres ou en mètres, et les temps en secondes ou en heures, on obtient une équation où le temps ne figure pas de la même façon que les longueurs qui fixent les « coordonnées spatiales », c'est-à-dire la position dans l'espace ; il apparaît donc sur cette équation que le temps n'est pas une variable

(1) Bien que les mathématiques nous soient interdites, il n'est pas inutile d'écrire ici cette équation simplifiée $T = 11,10 + 0,129 N$.

comme les autres ; les longueurs et les temps ne sont pas interchangeable, comme ils l'étaient sur nos diagrammes graphiques.

C'est Minkowski qui a levé cette difficulté, en proposant un mode de représentation approprié des longueurs et des temps. Je ne dirai rien de cette transformation, qui nous plongerait au plus profond des mathématiques ; il nous suffira de savoir qu'elle existe et que, grâce à elle, on peut représenter un mouvement dans l'espace, aussi compliqué soit-il, par des relations où le temps figure exactement de la même façon que les hauteurs, les longueurs et les largeurs.

Ce que représentent ces équations, où l'espace et le temps sont indissolublement soudés par l'intermédiaire de la vitesse de la lumière, c'est l'Espace-Temps, ou Continu à quatre dimensions ; mais ces expressions, qui rendent rêveurs les profanes, ne contiennent rien de plus que ce que j'ai dit ; les quatre variables de Minkowski ne nous apportent pas la révélation d'un univers inconnu et inaccessible à nos sens ; elles sont seulement une représentation des phénomènes, moins commode, mais plus parfaite que celle qui nous est familière.

Seulement, comme il nous est impossible de délivrer complètement notre esprit des expressions imagées, nous continuons à parler de l'Espace-Temps comme nous parlions de l'ancien espace, et nous essayons même de nous le figurer ; c'est à quoi je me risquerai tout à l'heure, sans autre excuse que d'emprunter ses comparaisons à un des plus grands astronomes des temps modernes : sir James Jeans.

Ce qu'est la gravitation

J'ai dit que l'ancienne mécanique était impuissante à expliquer, même à l'aide de l'éther, l'existence de forces de gravitation s'exerçant instantanément et à distance. La raison, Einstein nous l'a expliquée en 1911 : c'est que la notion de *force* est une création de notre esprit, qui ne correspond à aucune réalité dans la nature, où il n'y a pas de forces, mais des déformations et des mouvements. C'est l'accélération de ces mouvements qui cause les phénomènes de gravitation : lorsque nous sommes entraînés dans un train en marche, si le chauffeur vient à serrer les freins, nous sommes précipités en

avant, comme si la locomotive nous attirait ; nous savons pourtant qu'il n'en est rien et qu'il n'existe pas, dans ce cas, de force attractive transmise à distance, mais un simple effet d'inertie qui réside dans notre propre corps.

De même, lorsque nous abandonnons à son poids une masse d'un gramme, la seule réalité que nous constatons, c'est que cette masse se met en mouvement accéléré suivant la verticale, et ce que nous appelons son poids est précisément cette accélération : la cause du poids est donc dans le corps qui tombe, et il paraît vain d'aller la chercher au centre de la Terre. Bien entendu, cette interprétation laisse subsister les lois de Newton, c'est-à-dire qu'on peut toujours

dire, avec la sage réserve de Newton lui-même, que le résultat est le même que si la matière attirait la matière ; mais il reste entendu que cette force attractive est une pure fiction.

J'ajouterai, en passant, que cette loi d'attraction newtonienne a reçu d'Einstein une retouche qui lui a permis d'expliquer des phénomènes qui échappaient à cette loi, comme le mouvement du périhélie de la planète Mercure.

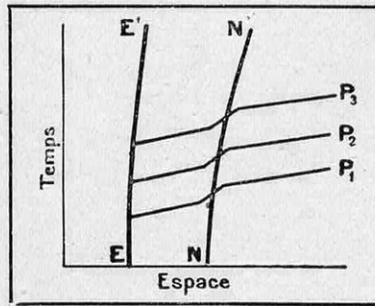


FIG. 3. — LES LIGNES D'UNIVERS $E E'$ D'UNE ÉTOILE ET DES PHOTONS $P_1 P_2 P_3$ QU'ELLE ÉMET

La courbure de l'Espace-Temps

Dans cet Espace-Temps à quatre dimensions, considérons un grain de matière ou un grain d'énergie ; il occupe successivement une série de positions dont la suite représente une *ligne d'Univers* ; chaque atome, chaque photon a sa ligne, comparable au diagramme du train, et qui représente sa vie entière, dans le temps comme dans l'espace ; c'est le lacis entrecroisé de toutes ces lignes qui, comme les fils d'une étoffe, dessine et remplit la *surface d'Univers*, immense diagramme où s'inscrit tout ce qui existe.

Considérons, par exemple, une étoile ; comme son mouvement est toujours lent par rapport à celui de la lumière, sa ligne d'Univers $E E'$ (fig. 3) est presque parallèle à l'axe du temps. D'autre part, l'étoile rayonne de la lumière, c'est-à-dire qu'il s'en échappe à chaque instant des photons, dont chacun trace sa ligne d'Univers. Tant qu'ils progressent dans le vide, leur vitesse est la même (300.000 kilomètres par seconde) et leurs lignes d'Univers P_1, P_2, P_3 , sont parallèles ; mais s'ils viennent à traverser

un nuage cosmique NN' , ou à raser le bord d'un astre, la pesanteur (c'est-à-dire l'inertie) intervient pour freiner leur mouvement et infléchir momentanément ces lignes d'Univers.

La surface d'Univers, qui contient et représente tout ce qui existe, est, suivant l'expression mathématique, une « hypersurface » dont l'étude ne peut être menée que par la puissance de l'analyse ; tout ce qu'on en peut dire ici, c'est qu'elle n'a aucune des propriétés d'un plan, c'est-à-dire qu'il est impossible d'y tracer une ligne droite ; mais les lignes d'Univers des points matériels et des photons sont les plus directes qu'on puisse tracer sur cette surface, et cette unique condition remplace toutes les lois connues de la mécanique et de l'optique. Si on veut, malgré tout, se faire une image de ces notions purement mathématiques, on peut se représenter la surface d'Univers comme une sphère (fig. 4) sur laquelle on ne saurait tracer de ligne droite, mais où, de tous les chemins qui vont d'un point A à un autre B , il en est un plus court que tous les autres, qu'on nomme « ligne géodésique ». L'Univers einsteinien, comparable à cette surface sphérique, serait donc *fini*, mais *illimité*, c'est-à-dire qu'on peut le parcourir indéfiniment sans en trouver le bout.

Mais, à cette courbure naturelle, vient s'en superposer une autre, qui tient à l'accumulation de matière, ou de son équivalent en énergie : plus grande est la masse ainsi concentrée, plus accentuée est la courbure ; et il résulte de là une conséquence importante au point de vue de la genèse des mondes stellaires : c'est qu'on ne saurait accumuler dans une même région de l'Espace-Temps des quantités indéfinies de masse ; à mesure que cette masse s'accroît, l'Univers se referme sur lui.

Là encore, une analogie peut nous servir de guide. Considérons une bulle de savon (fig. 5) formée à l'extrémité d'un tube métallique T , qui permet de l'électriser ; dès qu'on

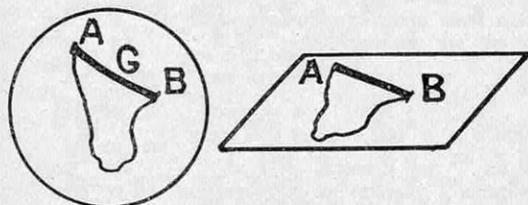


FIG. 4. — SUR UNE SPHÈRE ON NE PEUT, COMME SUR UN PLAN, TRACER UNE LIGNE DROITE ; MAIS IL EXISTE UNE LIGNE GÉODÉSIQUE G QUI EST LE PLUS COURT CHEMIN ENTRE DEUX POINTS A ET B

met T en relation avec une source électrique, les charges réparties sur la mince paroi se repoussent mutuellement, et leur action se traduit par une dilatation de la bulle, qui vient en S' ; de même, et inversement, lorsqu'on accumule les masses matérielles sur la surface d'Univers, les attractions entre ces masses tendent à les rapprocher, et cette surface se contracte, la courbure augmente.

Au résumé, et j'emprunte cette conclusion à sir James Jeans, « une bulle de savon, dont la surface serait toute ridée d'une manière irrégulière, est peut-être la meilleure représentation, en termes simples et familiers, de l'Univers nouveau que nous révèle la théorie de la relativité ; l'Univers n'est pas l'intérieur de la bulle, mais sa surface, et nous devons toujours nous rappeler que, tandis que la bulle de savon n'a que deux dimensions, la bulle-Univers en a quatre, trois dimensions d'espace et une de temps... Ce que nous avons appelé la propagation de l'énergie, par exemple le passage de la lumière solaire du Soleil à la Terre, se réduit tout simplement à la continuité d'une ride, suivant une ligne qui, dans le Continu, s'étend sur huit minutes de temps et 150 millions de kilomètres ; nous ne pouvons l'imaginer comme rien de concret ou d'objectif à travers l'espace, à moins de diviser d'abord le Continu en espace et en temps, et c'est précisément ce qu'il nous est interdit de faire ».

Il est possible que cette surface d'Univers ne soit pas seule au monde ; on peut imaginer d'autres bulles-Univers, mais on ne saura jamais rien de leur existence, puisque entre elles et nous, il y a le *néant*, qu'aucune radiation ne traverse ; or le néant, ou espace pur, conception de notre ancienne géométrie, n'existe pas en relativisme.

J'arrête là ces explications dont je sens, mieux que personne, le manque de netteté ; telles qu'elles sont, elles aideront, je l'espère, le lecteur, à se placer dans l'état d'esprit relativiste, et à mieux comprendre les belles conquêtes d'idées, suivant les conquêtes de faits, qui ont renouvelé l'astronomie.

L. HOULLEVIGUE.

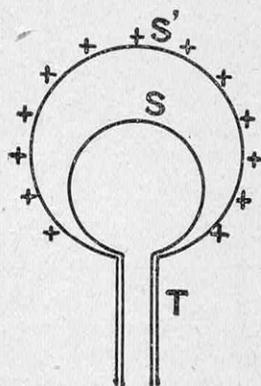


FIG. 5. — LA COURBURE D'UNE BULLE DE SAVON VARIE AVEC SON ÉLECTRISATION

L'ENSEIGNEMENT D'UNE RÉCENTE CATASTROPHE DE CHEMIN DE FER

L y a un an, dans son numéro du mois d'août 1932, LA SCIENCE ET LA VIE consacrait à la sécurité dans les chemins de fer un article intitulé : *La voiture « tout acier » soudée doit se substituer au matériel périmé* (1).

Or, à la suite de la catastrophe survenue le 4 juin sur la ligne Paris-Nantes, nous avons demandé à un ingénieur qualifié de répondre à cette question : « Les voitures du rapide Paris-Le Croisic n° 141, qui a déraillé, étaient-elles entièrement métalliques comme le sont maintenant celles des grands rapides circulant en service normal sur les grands réseaux français ? Nous ne recherchons pas ici la cause proprement dite de ce grave accident (qui est dû, certainement, à une défaillance professionnelle du personnel) (2), mais nous nous efforçons de montrer à nos lecteurs que ses terribles effets en auraient été notablement atténués si le matériel composant le convoi 141 avait été vraiment moderne. »

Voici la réponse de notre technicien : « Les voitures qui se sont télescopées le 4 juin dernier sont d'un type datant de vingt-cinq ans environ. A cette époque, c'était le matériel le plus perfectionné. Mais, actuellement, le progrès a marché et ces voitures se trouvent être démodées. Lors de l'affluence des grandes fêtes de l'année, les réseaux manquent généralement de matériel entièrement métallique. Le doublement et le triplement des trains rapides les obligent alors à utiliser de vieilles voitures. C'est cette circonstance qui a rendu la catastrophe particulièrement meurtrière. Le coût de ce désastre représente à peu près le prix de deux rames de voitures modernes tout en acier. Quoiqu'il en soit, les voitures incriminées, bien que déjà semi-métalliques, sont encore en grande partie construites en

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 150.

(2) A ce sujet, il faut remarquer que les dispositifs « crocodiles » qui existent sur les grandes lignes, en face des signaux pour attirer l'attention des mécaniciens, n'existaient pas sur la voie déviée. Or, tandis que les mécaniciens connaissent à fond les grandes lignes, ils ne savent pas exactement où sont placés les signaux des lignes déviées. Cette précaution paraît s'imposer sur ces lignes où les « crocodiles » accroîtraient la sécurité.

bois, et ce sont les éclats de ce bois qui ont causé tout le mal. L'ensemble métallique du véhicule est constitué par un châssis ordinaire, renforcé par une tôle en U comme une gouttière de la largeur du véhicule ouverte aux deux bouts. Cet ensemble a donc l'apparence d'un wagon bas ordinaire en acier, mais dont les extrémités de la caisse ne sont pas fermées. C'est à l'intérieur de cette gouttière qu'ont été montées toutes les boiseries formant la caisse proprement dite de la voiture et constituant les compartiments. Sur chaque côté, la tôle ne monte qu'à mi-ceinture, jusqu'au niveau inférieur des fenêtres. Ce sont les têtes et la partie supérieure du corps des voyageurs assis qui se sont donc surtout trouvées exposées aux éclats de bois. Dans le choc, les châssis en gouttière de certaines voitures n'ont pas présenté de résistance suffisante aux extrémités ouvertes, qui se sont pénétrées; les bouts de tôle se sont déformés facilement et les compartiments en bois correspondants ont été pulvérisés. Il est certain que des voitures modernes en forme de poutres tubulaires d'acier, renforcées aux extrémités, auraient sauvé la vie à la presque totalité des voyageurs tués et auraient réduit considérablement le nombre des blessés. C'est tout le problème de la modernisation du parc des chemins de fer que pose cette nouvelle catastrophe. Cette modernisation est particulièrement en retard, les réseaux ne recevant pas à temps, dans les lois de finances, les autorisations nécessaires aux acquisitions de matériel moderne, et le Parlement n'accordant plus ces crédits que sous certaines conditions que les réseaux considèrent comme contraires à la convention de 1921, passée avec l'Etat. »

Cette opinion autorisée ne fait que confirmer notre conclusion dans *la Science et la Vie* (1) : « La voiture métallique, jointe à l'homogénéité dans la construction des convois, a jusqu'ici notablement amélioré le facteur de sécurité des chemins de fer. C'est pour avoir négligé ce facteur que le P.-O. enregistre aujourd'hui près de cent cinquante victimes. »

B. G.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 150.

LE MATÉRIEL DES ARMÉES MODERNES

DE PLUS EN PLUS, LES UNITÉS MOTORISÉES EXIGENT DES ÉQUIPAGES DE PONTS BIEN OUTILLÉS

Par le lieutenant-colonel REBOUL

Les conditions de la guerre future seront certainement très différentes de celles de 1914-1918. En particulier, par suite de la « motorisation » d'unités de plus en plus nombreuses, les possibilités de déplacements rapides de ces unités seront accrues dans des proportions considérables. Encore faut-il que la traversée des plans d'eau n'oppose pas à ces déplacements des obstacles insurmontables. Il est donc nécessaire de prévoir, dès maintenant, pour chaque unité motorisée, des éléments de pont facilement transportables et susceptibles d'être rapidement mis en place pour le franchissement des cours d'eau. A cet égard, les éléments de pont, formés de sortes de sacs en caoutchouc que l'on gonfle à pied d'œuvre, et qui sont maintenant utilisés par la Reichswehr, semblent donner toute satisfaction. L'armée française ne doit pas être en retard sur les armées étrangères sous ce rapport, et c'est là un élément stratégique non négligeable. Méditons cette information vérifiée : l'Allemagne possède actuellement des éléments pour ses équipages de ponts susceptibles de transporter des effectifs dix fois supérieurs à ceux autorisés par le traité de Versailles !

LES milieux militaires, tant en France qu'à l'étranger, se préoccupent du matériel à attribuer aux armées modernes pour leur permettre de franchir, dans le minimum de temps, les cours d'eau qu'elles peuvent rencontrer sur leurs axes de marche, au cas où les moyens de passages normaux du temps de paix auraient été au préalable détruits. La dernière guerre, en maintes circonstances, a montré l'importance de ce problème et mis en valeur, pour le succès des opérations, le facteur rapidité dans le rétablissement des communications. Le nombre sans cesse croissant, dans les armées actuelles, des unités motorisées rend chaque jour plus urgent le besoin de doter nos troupes de campagne du matériel nécessaire.

Les unités motorisées ne doivent pas être arrêtées par un cours d'eau

En développant la motorisation, les armées modernes poursuivent un double but. Elles veulent :

1° Créer des unités entièrement mécanisées, susceptibles de se déplacer d'un seul bloc et qui n'aient point à s'inquiéter, au

point de vue fatigue, de la longueur de l'étape parcourue ;

2° Remplacer, dans toutes les unités, les voitures de ravitaillement jadis hippomobiles par des véhicules automobiles, capables de transporter un plus gros tonnage et d'effectuer, dans une même journée, plusieurs voyages. On réduit ainsi le nombre des conducteurs qui leur sont affectés et le tonnage des ravitaillements nécessaires à l'entretien de tous ces convois. On diminue leur importance, et, par suite, leur longueur sur route.

Les unités entièrement motorisées peuvent se déplacer rapidement, franchir en une seule journée plusieurs étapes ; elles sont susceptibles, par suite, de surprendre l'ennemi et de tomber sur son flanc ou ses derrières. Il ne faut pas qu'une rivière puisse les arrêter dans leur mouvement en avant et les obliger à faire venir de l'arrière un matériel encombrant et long à mettre en place. Elles perdraient ainsi leur plus précieuse qualité : leur aptitude à parcourir de grandes distances dans un temps minimum.

Dans un prochain conflit, il faut nous

attendre à ce que les moyens de passage sur les cours d'eau soient l'objet de destructions fréquentes, que celles-ci soient provoquées par des bombes d'avions lâchées à faible hauteur ou par des détachements de spécialistes qu'auront amenés à pied-d'œuvre des avions de transport ou des groupes d'autos blindées et de tanks. Nos dernières manœuvres ont mis en évidence l'importance de ces opérations. Une unité hippomobile peut encore franchir un cours d'eau avec une relative facilité, qu'elle utilise des ponts de fortune ou qu'elle se contente de ceux prévus par les règlements. Mais les poids que ces derniers peuvent porter (2 tonnes environ) sont nettement insuffisants pour nos moyens modernes de combat. Une fraction automobile a

besoin de ponts solides ; sans quoi, elle sera arrêtée net.

Le problème se pose donc à nous sous une forme nouvelle. Le rendement des unités motorisées, qui sont d'un prix d'achat élevé et d'un entretien

onéreux, peut diminuer considérablement et même, dans certaines circonstances, devenir inférieur à celui des unités ne disposant que de moyens hippomobiles, si elles ne peuvent point, dans un temps réduit, mettre en œuvre des moyens suffisants pour franchir rapidement les cours d'eau qui arrêteraient leur progression.

La question est à résoudre promptement. Quoique d'une importance moindre, elle est de même nature que si nous développons la motorisation dans l'armée sans nous assurer les moyens de fournir, en temps de guerre, à nos diverses unités, le carburant nécessaire.

Le même problème se pose pour les divisions ordinaires. Il ne faut point qu'arrivées en présence de cours d'eau dont les ponts ont été rendus inutilisables, soit par bombardement, soit à la dynamite, elles soient dans la nécessité d'attendre les unités du génie du corps d'armée pour obtenir la construction de ponts d'une résistance appropriée au poids de leurs voitures les plus lourdes. Il faut, au contraire, qu'elles puissent, avec leurs propres moyens d'un transport aisé, assurer le transfert de celles-ci d'une rive à l'autre.

Quel doit être l'équipement d'une division légère ?

La question est plus particulièrement grave pour les divisions légères et les divisions de cavalerie auxquelles incomberont les mouvements de grande envergure exécutés à une allure rapide. Or, les divisions de cavalerie ne disposent actuellement :

— Au train de combat de la division, que d'un équipage de pont Delacroix, permettant de construire 62 mètres de pont de 2.200 kilogrammes de force portante ;

— Par régiment, que de passerelles Veyry permettant de construire 9 mètres de pont susceptibles de porter de l'artillerie de 75 poussée à bras. C'est insuffisant.

Que deviendront, dans ces conditions, leurs autos blindées de reconnaissance, leurs camions de transport de personnel, les tanks rapides qui leur auront été adjoints et qui pèseront, au minimum, 6 tonnes ? Ces

formations devront-elles stopper devant la rivière ou le canal ? Devront-elles tenter, avec leurs moyens propres, de construire un pont de circonstance ? Mais, en admettant même qu'elles puissent en établir un, elles ne pourront pousser au delà de l'obstacle que leurs moyens hippomobiles, qui, vraisemblablement, par manque de vitesse propre, ne pourront pas rejoindre l'ennemi et qui, en tout cas, seront dans l'impossibilité de le devancer sur la prochaine coupure pour l'obliger à faire tête et à accepter la bataille.

L'Allemagne s'est trouvée devant une situation analogue ; elle l'a résolue d'une façon élégante.

A ses bateaux d'équipage, qui sont tous en tôle, elle a substitué, pour ses unités légères, des bateaux en tissu caoutchouté, qui peuvent facilement être entassés sur une automobile circulant sur tous terrains et poussés rapidement en avant sans éveiller l'attention de l'ennemi. On débarque ce matériel ultra-léger derrière un couvert, à proximité de l'obstacle à franchir et à l'abri des vues de l'adversaire, puis on gonfle les supports. Il est facile de profiter d'un moment d'accal-

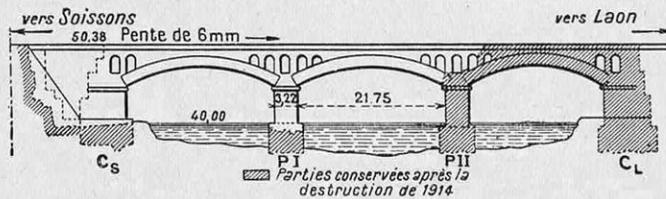


FIG. 1. — VOICI L'EXEMPLE D'UN PONT DÉTRUIT A PLUSIEURS REPRISES PENDANT LA GUERRE (PONT DE VILLENEUVE, SUR L'AISSNE, PRÈS SOISSONS)

La figure montre son aspect avant 1914 : les parties hachurées sont celles qui échappèrent à la destruction au début de la guerre ; elles furent utilisées par la suite comme supports de passerelles.

mie pour les porter à l'eau, tant ils sont légers, et de les assembler. Aux manœuvres de 1931, nous avons pu suivre quel parti en a tiré la Reichswehr.

Ces bateaux consistent essentiellement en deux cylindres d'environ 3 m 50 de longueur; leur diamètre est de 0 m 60 à 0 m 75; ils sont réunis à leurs deux extrémités par deux demi-tores de même diamètre placés dans le sens des cylindres. Ils constituent les éléments de support. La longueur de chacun d'eux est de 5 m 50 à 6 mètres; l'écartement des deux cylindres, d'environ 2 mètres.

Ces deux cylindres et les deux demi-tores sont fabriqués en tissu caoutchouté que des équipes de sapeurs peuvent gonfler rapidement. Au-dessus de ces supports, on place un plancher renforcé par des lattis. Ce plancher est roulé pour les transports. La pile du pont est prête.

Ces bateaux ont été utilisés par les Allemands de deux façons différentes: d'abord comme éléments de portière, ensuite comme piliers de pont.

Un de ces bateaux suffit pour porter une pièce d'artillerie avec son avant-train; il se manie facilement à l'aide d'une perche. Les chevaux, aux manœuvres auxquelles nous avons assisté, suivaient à la nage, tenus par la bride. Deux de ces bateaux, accolés et réunis par un nouveau plancher en lattis, ont permis de transporter, d'un bord à l'autre de l'Oder, un lourd camion automobile de 5 tonnes avec ses deux conducteurs. Cet ensemble eût été vraisemblablement d'une résistance suffisante pour le passage d'une automitrailleuse.

Un pont fut ensuite construit à raison d'un

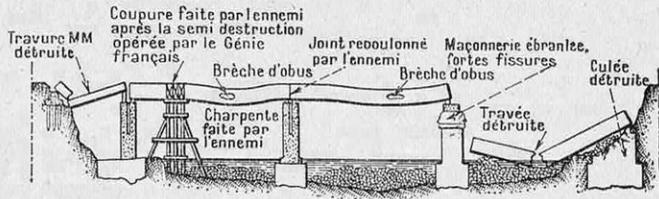


FIG. 3. — VOICI LE PONT DE VILLENEUVE DÉMOLI A NOUVEAU PAR LES ALLEMANDS, LE 24 SEPTEMBRE 1918. Avant cette destruction totale, le pont avait déjà été partiellement détruit par le génie français, puis rétabli par les Allemands, ainsi qu'il est indiqué sur la figure ci-dessus.

bateau par 4 mètres d'intervalle d'axe en axe. La liaison entre chacun de ces bateaux avait été assurée au moyen de poutres légères sur lesquelles avait été jeté un tablier renforcé par des lattis. De l'artillerie de campagne hippomobile franchit ainsi l'Oder. Il semble facile de renforcer le tablier de ce pont et, en rapprochant les bateaux, d'arriver à faire passer des autos blindées et des tanks légers.

Quel doit être l'équipement d'une division ordinaire ?

Le problème se présente à peu près dans les mêmes conditions pour les divisions ordinaires. Depuis la guerre, on tend à les doter de tous les moyens qui leur sont nécessaires pour combattre et progresser dans le secteur qui lui est attribué. Or, les voitures dont elles disposent deviennent de plus en plus lourdes. Nous avons résumé dans le tableau ci-dessous les poids moyens des principaux véhicules mis à leur disposition :

Canons de 75.....	2,100 tonnes;
Camions de 3 tonnes.	7 tonnes (chargé);
Camions de 5 tonnes.	9 à 10,5 tonnes (chargé);
Tank léger.....	7 tonnes.

Les moyens de la division doivent lui permettre de faire franchir à l'artillerie de 75, aux camions de 3 tonnes chargés et aux tanks légers, une rivière de largeur moyenne et à courant d'environ 2 mètres à la seconde. On pourra, si c'est nécessaire, décharger au préalable partie du contenu des camions de 5 tonnes et attendre, pour le 155 G. P. F., que le corps d'armée ait lui-même, avec ses moyens, établi un pont solide.

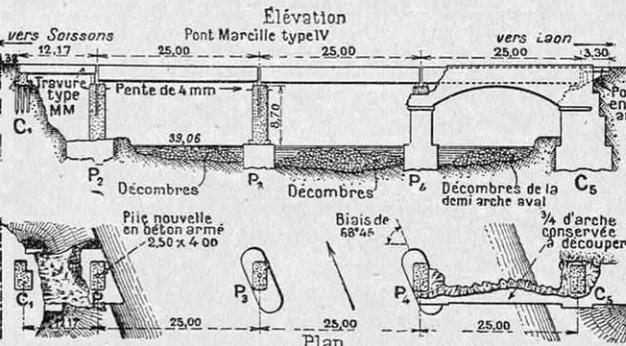


FIG. 2. — VOICI, VU EN PLAN ET EN COUPE, LE PONT DE VILLENEUVE RÉTABLI POUR LE FRANCHISSEMENT DE L'AISNE, EN MARS 1917

Le pont a été rétabli au moyen d'un pont du génie « Marcellie » qui a permis un passage rapide du fleuve.

Le matériel de pont de la division devrait donc lui permettre de faire passer des poids unitaires de 7 tonnes. Il faut prévoir une marge de solidité de 2 tonnes. On arrive ainsi à la limite du poids unitaire de 9 tonnes.

Sur quoi peut compter la division française à l'heure actuelle ?

Au début de la guerre, en France, seul le corps d'armée possédait du matériel de franchissement de rivière. Un corps d'armée à deux divisions pouvait construire 120 mètres de pont utilisables par tous les moyens organiques du corps d'armée, c'est-à-dire par des poids inférieurs ou au plus égaux à 3 tonnes.

La mise en service du matériel 155 Rimailho et des voitures chargées de tubes d'hydrogène pour l'aérostation, poussa notre commandement à renforcer ce moyen de franchissement. Avec ce même matériel, on imagina de construire un pont pouvant supporter des poids de 8,6 tonnes, mais sa longueur fut réduite à 60 mètres.

Avec quelques sacs Habert en plus, c'était tout le matériel de franchissement d'une rivière dont disposait, en 1914, un corps d'armée français à deux divisions.

Pendant la guerre, nous n'apportâmes, pour ainsi dire, aucune modification à notre pont d'équipage. Nous nous bornâmes, en 1915, en vue du franchissement éventuel du Rhin, à fabriquer deux ponts spéciaux. Chacun d'eux comprenait quatre-vingts bateaux et permettait de lancer :

Soit un pont de 450 mètres pour des poids de 5 tonnes ;

Soit un pont de 250 mètres pour des poids de 9 tonnes.

Ce matériel présentait de nombreux inconvénients ; il était extrêmement lourd, encombrant, difficile à mettre à l'eau ; il demandait enfin une mise en place longue et difficile entraînant des retards considérables.

Avec des bacs routiers de 70 à 90 tonnes, exigeant pour être remontés sur place un délai d'au moins un mois et l'emploi d'un remorqueur, ce sont les seules modifications que nous fîmes subir à nos équipages du génie pour la construction de ponts-routes pendant la guerre.

Pendant cette même période, nous n'avons pas apporté non plus de grosses modifications à notre matériel pour la construction de ponts de voies ferrées. En particulier, nos sapeurs ont continué à disposer dans ce but :

1° *Comme matériel non démontable :*

— De longrons normaux

pour une portée maxima de 3 mètres ;

— De travures monobloes M. M., types 8, 12, 16 mètres pour les portées maxima correspondantes ;

— De travures semi-démontables S. M., types 12, 16 mètres pour les portées maxima correspondantes ;

— De travures Marcille, type I, pour une portée maxima de 7 m 50 ;

— De ponts semi-permanents pour une portée de 35 mètres.

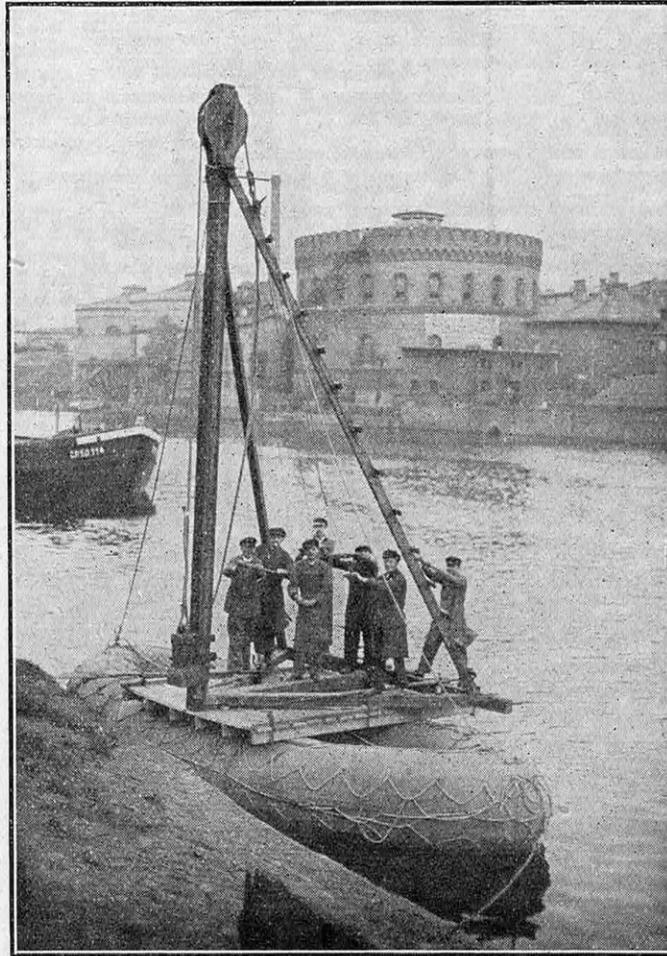


FIG. 4. — ON UTILISE EN ALLEMAGNE, POUR L'ÉTABLISSEMENT DES PONTS, DES BATEAUX EN TISSU CAOUTCHOUTÉ QUE L'ON GONFLE A PIED D'ŒUVRE

Voici un de ces bateaux prêt à être utilisé.

2° *Comme matériel démontable :*

— De travures Marcille, types II, III, IV, pour des portées maxima de 15 m, 21 m 166 et 30 m 832⁴;

— De travures, types 30 mètres et 45 mètres, pour des portées maxima de 25 m 125 et de 36 m 180.

Ce matériel de pont de chemin de fer, quoique lourd, nous a cependant donné toute

— 196 m 50 accessible à tous ses convois hippomobiles ;

— 196 m 50 accessible à toute voiture de poids inférieur à 5 tonnes (poids de notre mortier de 220 et supérieur à celui de son mortier de 210), à condition de renforcer chaque travée de deux poutrelles supplémentaires ;

— Ou de 111 mètres accessible à tout

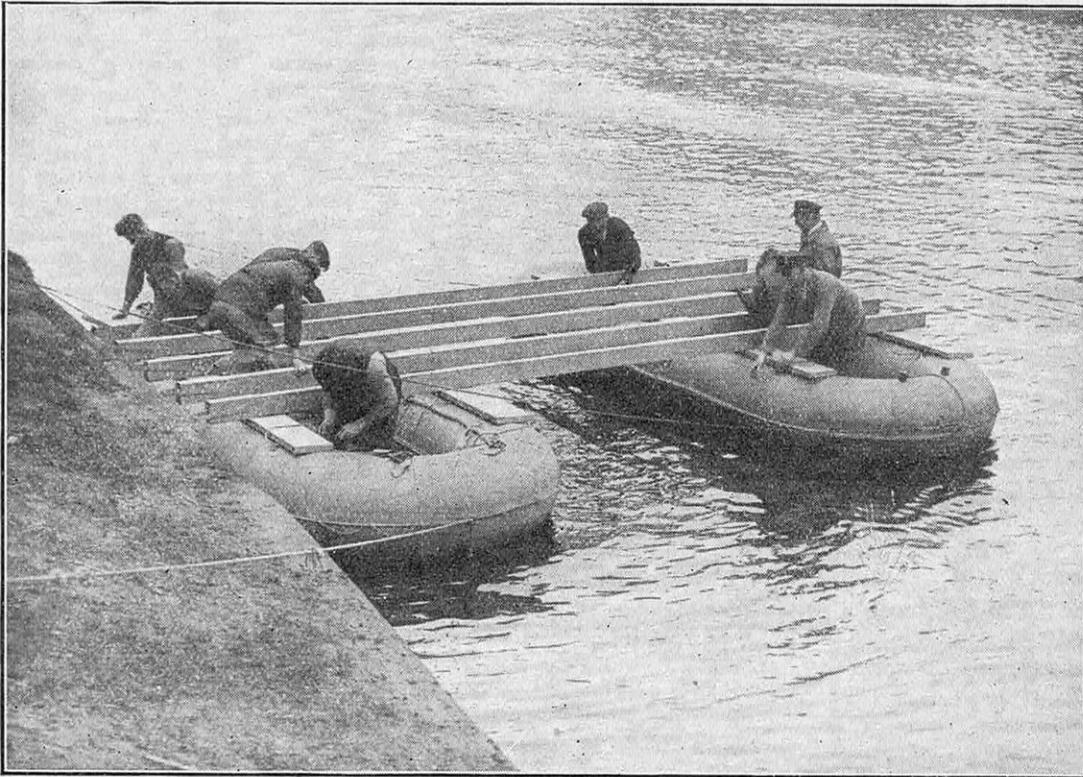


FIG. 5. — COMMENT ON ÉTABLIT UN PONT A L'AIDE D'ÉLÉMENTS EN TISSU CAOUTCHOUTÉ
La liaison entre les bateaux est réalisée au moyen de poutres légères sur lesquelles est jeté un tablier renforcé par des lattis. L'établissement d'un pont se fait ainsi très rapidement.

satisfaction. Cela n'a point empêché qu'on lui ait apporté des améliorations techniques importantes. Le nouveau matériel F. C. M., notamment, présente sur les anciens de gros avantages.

Nous n'avons point fourni, pour les ponts-routes le même effort, et, cependant, nous sommes très en retard à ce point de vue sur les autres puissances.

Déjà, avant guerre, chaque division, en Allemagne, disposait d'un pont d'équipage propre, ce qui n'empêchait point le corps d'armée de posséder, en outre, le sien. Un corps d'armée allemand à deux divisions pouvait, avec son matériel et celui de ses deux divisions, lancer un pont de :

camion chargé à moins de 3,3 tonnes sur son essieu arrière.

L'Autriche avait fait un effort semblable. Avant guerre, chacune de ses divisions et chacun de ses corps d'armée possédait, en propre, un équipage de huit bateaux pouvant porter tout poids non supérieur à 3 tonnes. En plus, existait, dans ses parcs du génie, un matériel de pont-route (pont Herbert) assurant passage à des poids atteignant jusqu'à 44 tonnes.

Quels sont les progrès à réaliser ?

Nous avons fort à faire si nous voulons, techniquement parlant, nous mettre à la hauteur des armées européennes. Il faudrait

avons-nous dit, que chaque division possède le matériel suffisant pour faire passer des voitures de 7 à 8 tonnes. Cela exige des supports pouvant résister à 9 tonnes. Ce pont ne pourra point encore suffire à assurer tous les besoins de la division. Lancé dans son axe de mouvement, il sera réservé aux équipages hippomobiles et automobiles de cette unité ou à l'artillerie lourde ; mais il faudra assurer des moyens de franchissement à l'infanterie, aux compagnies de mitrailleuses, voire même aux mortiers Stockes et aux canons d'accompagnement. Cela n'est possible qu'autant que la division possède en plus des passerelles pour infanterie.

On est donc ainsi amené à demander que chaque division soit dotée de moyens pour construire :

— Un pont de 60 mètres de long pour poids unitaire de 9 tonnes ;

— Quatre ou cinq passerelles de 60 mètres de long pour infanterie.

Quels doivent être les sup-

ports de ces ponts et de ces passerelles ?

L'expérience de la guerre nous dicte d'une manière impérieuse notre réponse :

1° Ces supports ne peuvent pas être des chevalets. Ceux-ci exigent, pour leur montage, des soldats expérimentés et il n'est pas dit que l'infanterie aura toujours le temps d'attendre l'arrivée des sapeurs divisionnaires. Elle risque, si elle y est contrainte, de laisser passer l'occasion favorable. D'autre part, les sapeurs peuvent être pris complètement par des travaux de destruction ou de réparation. Ils seront, de plus, chargés vraisemblablement de la construction du pont divisionnaire pour véhicules de 7 à 8 tonnes. L'établissement des passerelles doit incomber à l'infanterie ;

2° Le matériel devra être poussé rapidement, à sa demande, à l'endroit précis où elle en a besoin. Cela nécessite qu'il soit peu volumineux, qu'il n'exige point,

pour son transport, de véhicules spéciaux trop visibles et trop lents. Il doit, en conséquence, pouvoir être chargé sur n'importe quelle autochenille et dirigé à toute vitesse vers le point choisi ;

3° Son débarquement ne doit point nécessiter des travaux de force et pouvoir s'effectuer rapidement ;

4° Rassemblé derrière le dernier couvert, il doit pouvoir être porté facilement par le fantassin jusque dans la rivière même à franchir. Il doit permettre de jeter quelques éléments avancés sur l'autre rive afin

de couvrir sa construction.

Ces conditions ne peuvent être réalisées qu'avec un matériel caoutchouté qui ne tient aucune place et qu'on peut gonfler au dernier moment. Son transport est extrêmement simple et facile.

Ce matériel s'impose d'autant plus que, à son défaut, l'infanterie demande des sacs Habert, malgré l'encombrement très considé-

rable qu'ils offrent et leur faible capacité relative de transport.

Le matériel ainsi réclamé ne devra point s'abîmer dans les transports ; son enveloppe extérieure devra être extrêmement résistante, ne point se casser au pliage ; il devra pouvoir encaisser balles et éclats sans trop perdre de sa force de résistance. Ce sont là des propriétés qu'il n'est point impossible d'obtenir à l'heure actuelle.

Son adoption nous conduirait à supprimer — autre avantage pour nos finances et pour nos effectifs — tout ce matériel coûteux d'entretien et difficile que constituent les convois de haquets qui suivent les corps d'armée, qui nécessitent une cavalerie nombreuse, qui immobilisent de nombreux conducteurs et qui offrent, de par leur volume et leur lenteur, une cible merveilleuse à l'artillerie ennemie.

Lieutenant-colonel REBOUL.



FIG. 6. — LES ÉLÉMENTS DU PONT EN TISSU CAOUTCHOUTÉ ONT L'AVANTAGE DE LA LÉGÈRETÉ

On voit ici un de ces éléments porté à dos de cheval.

COMMENT L'INDUSTRIE UTILISE LES BIENFAITS DU CHOC ET EN PARE LES MÉFAITS

Par Paul RÉGNAULD

INGÉNIEUR EN CHEF DE L'ARTILLERIE NAVALE

Les réactions de choc, par leurs applications comme par leurs inconvénients, tiennent une place prépondérante dans la mécanique moderne. De la connaissance des phénomènes de choc et de leur mode d'action découlent, notamment, les conditions de résistance des pièces de machines et la forme même à donner à ces pièces pour leur conférer le maximum de solidité. C'est là une série de problèmes que soulève la construction mécanique et qui incombent à l'ingénieur. Celui-ci doit tenir compte des chocs dans les calculs pratiques de résistance des matériaux. Aussi, pour certaines pièces (en automobile par exemple), qui cassaient systématiquement, on a pu éviter complètement les ruptures. Voilà un point capital de l'évolution de la construction mécanique, avec les machines modernes à grande vitesse où les organes sont soumis à des chocs : brutalité des embrayages, rapidité de l'effort moteur, présence de jeu dans les organes mal équilibrés, vibrations, causes extérieures, etc. C'est tout le domaine de la résistance élastique des matériaux qui s'ouvre au technicien, domaine vaste et complexe dont dépendent la sécurité et la durée des « mécaniques ». Un autre chapitre non moins important comporte l'étude des vitesses de choc de plusieurs centaines de mètres par seconde et relève de la balistique. Dans cette science des projectiles, on doit tenir compte, dans l'étude des chocs, de facteurs encore plus compliqués tels que l'influence de la vitesse, de la transmission des ondes de chocs... L'artillerie, notamment, est redevable à cette science du choc de ses impressionnants progrès.

Qu'est-ce qu'un choc ?

EN langage courant, choc veut dire : « à-coup ». C'est bien cela, en réalité. Voici, par exemple, des corps isolés, ou bien constituant un système dont toutes les parties ont la même vitesse. Supposons qu'à un moment donné, par heurt ou par inertie, certaines parties n'accompagnent plus les autres dans leur mouvement, alors qu'il y a encore contact par compression, traction ou liaison quelconque. Tant que ces différences de vitesse existent, dans un ensemble qui forme vraiment un « tout matériel », nous disons qu'il y a choc. Soulignons d'ailleurs que cette définition est, avant tout, pratique et ne fait pas intervenir la théorie complexe des « percussions ».

Nous vivons dans un monde matériel où l'« équilibre » est, avant tout, recherché. Toutes nos constructions sont calculées d'abord au point de vue statique. En service (les périodes de démarrage et d'arrêt étant mises à part), une machine doit généralement tourner à une vitesse uniforme. Nous évitons les « à coups » ; nous les atténuons le mieux possible. De même, en effet, que les impressions physiologiques sont vraiment désagréables lorsque nous sommes dans un

ascenseur ou dans un train dont les mouvements sont trop brutaux, de même les choses souffrent également de ces « à coups » : bien des ruptures brusques, où les métaux cassent sans « prévenir » (c'est-à-dire sans déformations permanentes préalables), n'ont pas d'autres causes.

En gros, nous concevons pourquoi un corps en mouvement possède une certaine force vive ; nous allons, par choc, en transporter brutalement une partie plus ou moins grande dans d'autres parties. Cette *transfusion*, plus ou moins importante, s'accompagne naturellement de *production de travail*, avec dégradation d'énergie en *chaleur*.

Les chocs ont cependant des utilisations pratiques

Il est cependant des cas où nous voulons, avec un rendement plus ou moins heureux, transporter, par choc, de l'énergie ou créer du travail.

Sans vouloir citer tous les exemples, rappelons les applications à certains jeux, ou sports, tels que : le billard, le golf, la pelote basque, etc. L'adresse réside dans la façon dont on transforme la puissance du choc. La force brutale joue un rôle secondaire, même dans les circonstances qui paraissent

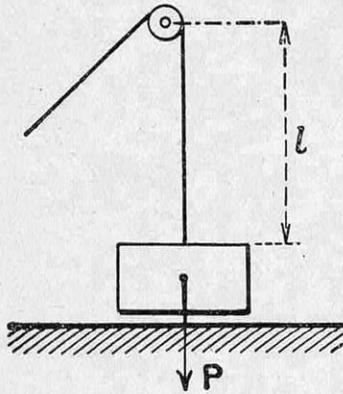


FIG. 1. — L'EFFET DE CHOC PRODUIT DES EFFORTS CONSIDÉRABLES

Un poids P, de 2 tonnes, par exemple, étant posé sur le sol, si on le soulève en tirant brusquement sur le câble où il est attaché, il se produit au point d'attache une surcharge très supérieure au poids de 2 tonnes. Par exemple, si la vitesse instantanée est de 1 m/seconde, la surcharge sera de 13 tonnes.

connaître les cas où il vaut mieux prendre un marteau lourd ou un marteau léger. Un ouvrier avisé ne prendra pas un burin trop long : les kilogrammètres qu'il dépenserait resteraient dans l'outil et n'agiraient pas sur la pièce que'il travaille.

Dans le domaine des fabrications industrielles, on sait tout ce qu'on peut obtenir par l'action des marteaux-pilons ; le forgeage d'un gros élément de canon, ou d'un arbre de navire, est toujours un spectacle impressionnant. Grâce au travail de la machine, le grain de l'acier, pétri dans des conditions convenables, acquiert une résistance qu'il n'avait pas alors de la coulée en lingot. Mais ce travail par choc n'est pas, ici encore, opéré au hasard.

Il existe des lois, expérimentales ou théoriques, qui permettent d'obtenir l'amélioration de l'ensemble, en évitant des ruptures de la matière, par exagération localisée des efforts.

Voici quelques exemples montrant les dangers généraux des chocs

Le choc, s'il entraîne des efforts localisés, est généralement destructeur. Un exemple bien connu est donné par les machines à défoncer, employées souvent à Paris pour détruire, par fissuration, le béton des chaussées que l'on repave.

D'une façon plus générale, les conséquences

les plus simples. On a souvent fait l'expérience de donner une canne de golf à un athlète (ignorant tout de ce jeu), en le priant de projeter la balle le plus loin possible ; le résultat était ridicule vis-à-vis de celui que pouvait obtenir une bonne joueuse moyenne, de force physique très inférieure.

D'ailleurs, même dans la vie courante, il n'est pas indifférent de

dangereuses des chocs résultent des deux effets suivants :

1^{er} effet. — Sous l'action d'un choc (qui « comprime » ou qui « tire »), le corps le plus rigide « emboutit » ou « arrache » le corps le moins résistant ;

2^e effet. — La répartition des efforts pouvait paraître régulière dans les corps (et elle l'était, en effet, tant qu'on restait en régime statique). Lorsque le choc survient, l'équilibre est rompu ; des parties « travaillent » plus que les autres ; la fissure locale — si elle apparaît — entraîne la rupture de l'ensemble.

Nous allons donner quelques exemples, illustrant ce qui précède.

I. Cas du monte-charge, de l'ascenseur et, plus généralement, de tout appareil de levage

Un poids (fig. 1) suspendu au bout d'un câble de longueur l provoque, au repos, un allongement du câble.

Supposons maintenant qu'après avoir laissé le poids reposer à terre, nous le soulevons rapidement, avec une vitesse réalisée brusquement. Que se passera-t-il ? Avant que le centre de gravité du poids suive le mouvement du câble, il s'établira, vers la région d'attache, une surcharge ; et ce n'est plus au poids que le câble aura à résister, mais à une charge supérieure (1).

On peut arriver ainsi à des chiffres très considérables. Prenons un câble de 10 mètres, de section de 4 centimètres ; une masse de 2 tonnes ; une vitesse instantanée de 1 mètre-seconde. Le calcul nous donne une surcharge de $6,5 \times 2$ tonnes ! On comprend mieux, alors, l'importance des coefficients de sécurité, qui sont adoptés encore dans le calcul de la résistance des matériaux.

Ajoutons cependant que les résultats précédents sont exagérés ; nous avons supposé que le câble supportait tout ; en réalité — et fort heureusement — les autres parties de l'organe élévateur interviennent par leur élasticité propre pour atténuer les effets néfastes.

(1) Le supplément théorique donné par le calcul est : $P \times \frac{v}{\sqrt{g}}$ (g étant l'accélération de la pesanteur).

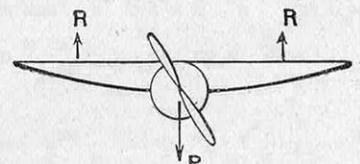


FIG. 2. — COMMENT S'EXERCENT LES EFFORTS SUR DES AILES D'AVIONS

En temps normal, les efforts R R équilibrent le poids P, mais viennent brusquement des mouvements, vrilles, etc., sans parler des tourbillons d'air, les résistances R R seront multipliées.

II. Cas des avions

En air calme, un avion qui se meut horizontalement d'un mouvement uniforme, reçoit, sur la totalité de sa surface portante, une réaction sensiblement égale à son poids (fig. 2). Mais viennent brusquement des mouvements, tels que le looping, la vrille, le tonneau, la ressource (manœuvre qui consiste à redresser un avion après un « piqué »), etc., sans parler des phénomènes dus à l'air, trous, tourbillons, etc., il se produit des surcharges dans les régions qui relient les ailes à la partie lourde de la carlingue. Pour éviter des dangers de rupture, il importe que les déformations restent élastiques. On est donc amené à calculer statiquement les résistances, comme si les moteurs et les régions avoisinantes étaient beaucoup plus lourds qu'ils ne le sont à l'état de repos.

Nous n'entrerons pas dans les détails. Indiquons seulement ce qui est actuellement réglementaire, d'après la Commission internationale de Navigation aérienne, pour les avions civils :

Facteurs de charge. — Avions spéciaux : 4 à 5 ; normaux : 5 à 7 ; acrobatiques : 7 à 9.

Ces chiffres sont en liaison avec les résultats donnés par les accéléromètres. Les expériences américaines et françaises de 1924-1925 ont montré que les accélérations pouvaient être les suivantes :

Vrille, renversement : 4 g ; looping, tonneau, atterrissage brutal : 5 à 6 g ; ressource : 7 g (g étant l'accélération normale de la pesanteur).

III. Cas des projectiles lancés contre un mur

Il est assez curieux de voir ce que donne un projectile cylindrique d'acier doux lancé contre un mur pratiquement indéformable (fig. 3). La forme du projectile ne se modifie

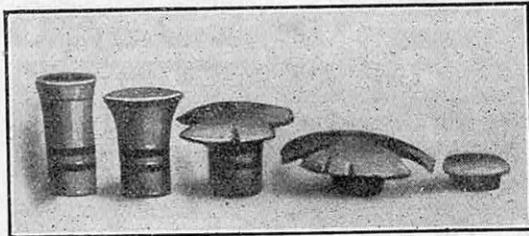


FIG. 3. — DÉFORMATION D'UN PROJECTILE CYLINDRIQUE D'ACIER DOUX, LANCÉ CONTRE UN MUR PRATIQUEMENT INDÉFORMABLE A DIFFÉRENTES VITESSES

Les déformations, dues au choc, sont d'autant plus prononcées que les vitesses sont plus grandes.

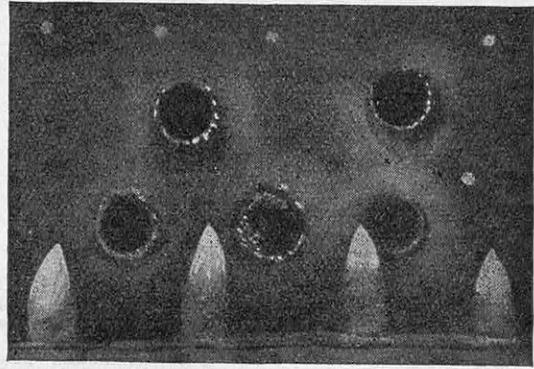


FIG. 4. — LES PLAQUES D'ACIER AU NICKEL, AYANT SUBI UN TRAITEMENT SPÉCIAL, SONT AUSSI RÉSISTANTES QUE DES PLAQUES « COMPOUND » D'ÉPAISSEUR DOUBLE, ET QUE DES PLAQUES DE FER FORGÉ D'ÉPAISSEUR TRIPLE

Voici les résultats d'un tir effectué au polygone de Meppen (Allemagne) en 1895, au moyen de projectiles de 305 millimètres contre des plaques d'acier au nickel de 400 millimètres.

pas uniformément. A partir d'une certaine vitesse, l'avant s'évase ; en augmentant la vitesse, on a le « pot de fleur ». Puis l'avant éclate, s'aplatit en champignon ; et une couronne, fissurée en morceaux plus ou moins nombreux, finit par se détacher ; les morceaux sont brûlants ; ils ont été échauffés par la grande transformation d'énergie cinétique en chaleur. L'arrière, au contraire, est resté froid, avec des déformations insignifiantes au culot.

Tout calcul qui aurait été basé sur la répartition uniforme des surcharges, pendant le choc, aurait donc été radicalement faux.

Le projectile s'est ainsi déformé parce qu'il n'avait « rien derrière lui », à l'arrière. De même, au départ du coup, c'était l'arrière « qui avait dû encaisser » la plus grande partie des efforts dus à la déflagration des gaz de la poudre.

L'arrêt brusque d'une automobile qui s'« emboutit » contre un arbre produit des phénomènes comparables à ceux de l'arrivée d'un projectile.

Une comparaison statique fera comprendre la raison de l'inégalité dans la répartition des efforts. Elevons une pile, constituée par des cubes de matériaux fragiles ; les cubes du dessous portent tout le poids de l'édifice ; au fur et à mesure qu'on s'élève, la charge diminue ; les cubes du sommet ne portent rien... par leur définition même. Lorsque la pile s'écroulera sous le poids, ce sera par rupture localisée des régions inférieures trop fortement surchargées.

Comment on évalue les effets du choc

Sans entrer dans la description d'appareils fort compliqués, signalons que l'on peut souvent se contenter de dispositifs assez simples comprenant une partie légère, attachée au système qui se déplace et libre vers l'avant. Vienne le choc qui arrête le système, la partie légère continue son mouvement, que l'on peut freiner par un dispositif étalonné. L'effort enregistré indique la puissance du choc.

Sur ce principe, il existe un appareil, employé par certaines compagnies de chemins de fer, véritable petit séismographe portant un style dont les déplacements, enregistrés sur un graphique, font connaître les chocs qui ont pu se produire à chaque instant, notamment dans les arrêts plus ou moins brusques en gares de triage. Il est utile de placer ce petit coffret dans des wagons chargés de matières fragiles, telles que verres et glaces.. Quand il y a choc, l'importance du déplacement du style en montre la valeur; par suite, si les matières fragiles sont atteintes et si, cependant, les caillages et bourrages sont reconnus satisfaisants, la responsabilité de la compagnie de transport vis-à-vis de l'expéditeur est plus aisément démontrée.

Concurremment à cet appareil, on emploie encore un système plus simple, « à billes ». Des billes sont placées, à la suite les unes des autres, sur un petit plan incliné. En cas d'arrêt brusque du train, la file des billes remonte sur le plan, puis atteint le sommet. Et il tombe plus ou moins de billes, suivant que le choc a été plus ou moins grand.

De faibles chocs répétés, producteurs de vibrations, sont également dangereux

Nous avons déjà signalé les dangers du choc résultant des surcharges totales ou localisées. Il ne faut pas oublier, non plus, que le choc fait naître des « vibrations » dans les corps, et que celles-ci sont d'autant plus

dangereuses qu'elles peuvent entraîner des ruptures « par résonances ». L'exemple des *ponts suspendus* est bien connu. Lorsqu'une troupe en marche s'y engage, on sait qu'il faut faire rompre le pas cadencé. Les petites pulsations, données individuellement par chaque homme, pourraient entraîner des vibrations démesurées, si elles se trouvaient en synchronisme avec l'oscillation propre de la construction.

On comprend aisément qu'une « répétition » soit plus dangereuse qu'une « action unique », lorsqu'on se rappelle les résultats expérimentaux obtenus dans la résistance des matériaux soumis à des efforts alternés. Traction et compression, traction et cisaillement, etc., abaissent souvent les caractéristiques mécaniques sur lesquelles on

croyait pouvoir tabler : trop de ruptures, dans les haubans d'aviation, en ont été la preuve.

Le danger est d'autant plus grand qu'il peut y avoir « localisation » plus nette. Ne pas apercevoir, alors, de déformations permanentes notables n'est nullement une garantie. Soit, en effet, un certain travail, à absorber par un petit volume : le déplacement de la force sera nécessairement petit. Par suite, la force elle-même sera localement très élevée; en cisillant la matière, elle provoquera l'accident.

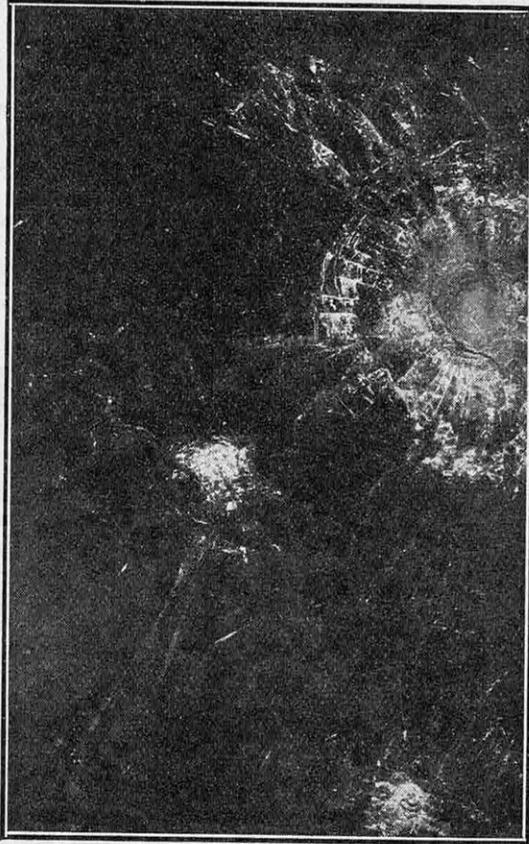


FIG. 5. — UN ASPECT DE LA LUTTE CONTRE LE CHOC : LES GLACES DE SÉCURITÉ

Dans le verre triplex, on interpose une matière plastique entre deux glaces minces. En cas d'accident, les morceaux de verre restent collés. Il n'y a pas projection d'éclats coupants.

La choc étant néfaste, il faut organiser la lutte contre lui

Devant les dangers présentés par le choc, on a cherché les moyens les plus propres à en atténuer les effets. Toutefois, il y a lieu de distinguer entre les percussions brutales et les « à coups » susceptibles d'être amortis. Aussi avons-nous choisi trois exemples, pris dans des domaines fort différents, pour montrer les progrès accomplis dans la lutte contre le choc : le problème des *blindages*, celui des *glaces de sécurité* et celui des *amortisseurs pour automobiles*.

Les blindages.

— Ainsi que le rappelait Jules Verne, dans son livre : *De la Terre à la Lune*, la lutte du projectile et de la cuirasse dure depuis les temps les plus reculés. La cuirasse cherche à annihiler ou à transformer la force vive qui l'attaque. Par sa rigidité possible, elle arrive à détruire le projectile ; par ses déplacements, ou sa

plasticité propre, elle atténue l'effort. Le travail de déformation, la dégradation d'énergie en chaleur, sont encore ses moyens de défense. Ajoutons le ricochet, qui serait un excellent procédé, le meilleur sans nul doute, mais qui est trop rarement utilisable.

Nous donnerons ci-après au lecteur un court historique des blindages employés dans la marine. La *Gloire*, frégate construite de 1857 à 1859, avait reçu un blindage en fer puddlé de 12 centimètres d'épaisseur, ce qui était une grosse nouveauté pour l'époque. Le *Richelieu*, lancé en 1870, fit mieux. Dernier navire construit avec une coque en bois, il était blindé à 22 centimètres. Le *Redou-*

table, premier navire à membrure métallique en acier, avait un blindage de 35 centimètres et un pont cuirassé à 6 centimètres d'épaisseur, pour le protéger contre le tir des mortiers. En 1879, l'*Amiral-Duperré* paraît réaliser le maximum : sa ceinture a 55 centimètres d'épaisseur. Elle est en rapport avec sa puissance offensive (tourelles cuirassées armées de 340 $\frac{m}{m}$).

Dès lors, il faut trouver mieux que le fer puddlé, qui conduit à des poids prohibitifs. Les études métallurgiques se multiplient, en France et à l'étranger. Un premier système, adopté jusqu'en 1890, est celui de la plaque *compound* ; on coule de l'acier dur sur un matelas en fer, puis on soude par laminage les deux métaux : la dureté de l'acier doit briser les pointes des projectiles, la plasticité du fer doit empêcher la rupture de la plaque.

Mais les essais d'Annapolis, à cette époque, montrent que l'*har-*

veyage est nettement supérieur ; il consiste à utiliser un acier nickel-chrome (2,7 à 3 de nickel, 0,6 à 0,9 de chrome) qui est cémenté sur sa face avant, puis trempé convenablement.

Sur ces entrefaites, l'amiral russe *Makharof* découvre le projectile *coiffé*, qui traverse les plaques harveyées aussi facilement que les autres. Tout est à reprendre. L'Allemagne et la France étudient la question avec acharnement. Le directeur Ehrensberger, des usines Krupp, trouve la suite de procédés ci-après, appliqués à des aciers nickel-chrome : après laminage, on cimente une face au gaz d'éclairage. On trempe à l'huile ;

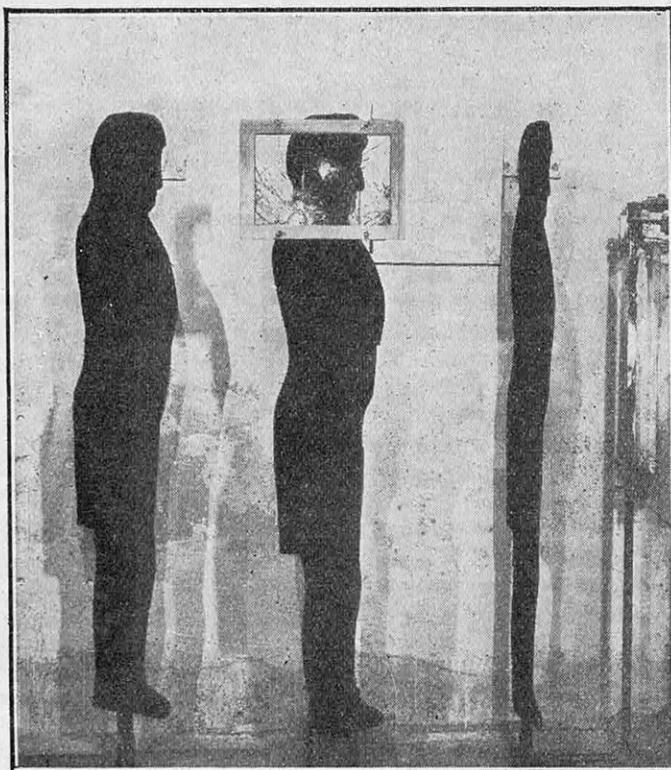


FIG. 6. — UN VERRE DE SÉCURITÉ QUI RÉSISTE AUX BALLE DE REVOLVER, MÊME TIRÉES DE PRÈS

Ce verre « bitriplex » comporte trois épaisseurs en glace séparées deux à deux par la matière plastique (acétate de cellulose).

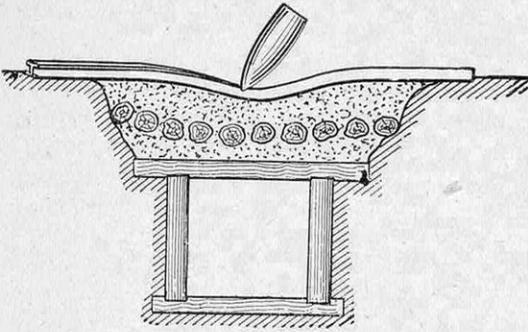


FIG. 7. — ON ACCROÏT LA RÉSISTANCE DYNAMIQUE DES ABRIS EN UTILISANT DES ALTERNANCES DE COUCHES DURES ET MOLLES

Les rails supérieurs ne jouent pas seulement un rôle d'« éclateurs ». En prenant une déformation d'ensemble, ils absorbent une énergie plus grande que si leur rupture avait lieu avec localisation.

on opère un revenu arrêté à l'eau (pour éviter la « maladie de Krupp » (1), découverte à cette époque). Enfin, on opère une trempe « différentielle », qui constitue une nouveauté : elle consiste à porter la face avant de la plaque (partie cimentée) à 850° , pendant que l'arrière est maintenu à 350° ; on trempe alors le tout. L'avant est très dur, l'arrière est plastique.

Dès 1895, les essais au polygone de Meppen sont concluants : une plaque nouvelle « vaut » une plaque compound deux fois plus épaisse, ou une plaque de fer forgé trois fois supérieure (voir fig. 4).

En France, dès cette époque, grâce aux travaux de M. Charpy (de l'Académie des Sciences), on obtient des résultats équivalents. Les progrès se poursuivent ; il ne s'agit plus seulement de résister à des canons de gros calibres, mais encore à de puissantes torpilles aériennes. Le lecteur comprendra aisément que nous ne donnions aucun détail sur les résultats actuels.

Les glaces de sécurité. — Tout le monde connaît, d'une façon plus ou moins précise, les avantages des glaces de « sécurité » (2).

Dans le système « Sécurité », on opère une trempe particulière, qui accroît dans des proportions très élevées les propriétés élastiques normales du verre. La glace est plus dure. De plus, si elle se brise, les morceaux seront nombreux, petits, non coupants et, par suite, non susceptibles de provoquer des blessures.

Le système « Triplex » est tout différent.

(1) Lorsqu'un acier nickel-chrome est refroidi lentement, il devient cassant en séjournant trop longtemps à la température de 500° . L'addition de molybdène atténue cet inconvénient appelé « maladie de Krupp ».

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 174, page 475.

Découvert en 1910 par l'ingénieur français Benedictus, il consiste à interposer une matière plastique entre deux glaces minces. Cette matière était primitivement du celluloid ; c'est, maintenant, de l'acétate de cellulose inaltérable sous l'action des rayons solaires et qui, par conséquent, ne jaunit pas à la longue. En cas d'accidents, les morceaux de verre restent collés ; et il n'y a pas de projection d'éclats coupants.

Le « bitriplex » comporte trois épaisseurs de glace, séparées deux à deux par la matière plastique. On arrive, ainsi, à obtenir une résistance importante contre les balles de revolver, même tirées à courte distance.

Le principe de l'alternance de la « couche dure » et de la « couche molle » est très général. Les combattants de la dernière guerre se rappelleront les applications qui en furent faites pour la protection des abris.

Les amortisseurs d'automobiles. — Malgré tous leurs perfectionnements, les ressorts ne suffisent pas à assurer le confort des passagers (surtout pour les voitures légères), quels que soient la vitesse et les accidents de terrain : ondulations légères, routes pavées, canivaux, etc.

Le problème est complexe ; les solutions sont encore bien souvent empiriques ; suivant les cas, on cherche à maintenir constante la distance du châssis aux ressorts, ou bien l'on freine la vitesse de montée ou de descente, et parfois les deux ; ou bien, encore, on vise à atténuer l'accélération des oscillations.

Parmi les solutions actuellement les plus employées, nous citerons :

Les systèmes « à friction solide », généralement fibre-métal, dont Hartford, Repusseau, etc., créèrent les prototypes. Le frottement de disques dégrade l'énergie cinétique et atténue les réactions violentes ;

Les systèmes « à frottements liquides », basés sur la viscosité, dont Houdaille fut un des premiers réalisateurs. Comme le liquide

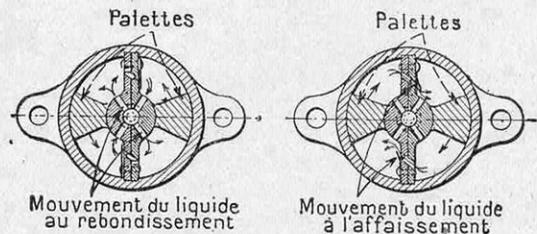


FIG. 8. — COMMENT FONCTIONNE UN AMORTISSEUR A « FROTTEMENT LIQUIDE »

C'est le mouvement du liquide à travers de petits orifices qui « freine » et amortit les chocs.

employé — huile, en général — peut avoir une fluidité variable avec la température, on a corrigé récemment ce défaut par un dispositif de thermostat.

Ces solutions ne resteront probablement pas les seules. Les combinaisons de *ressorts à boudins* et de ressorts à lames (analogues à celles des boggies de chemin de fer) n'ont pas dit leur dernier mot. On peut aussi songer à utiliser la compressibilité des gaz (*amortisseur à air*, construit par Bréguet), etc. Le *caoutchouc*, très utilisé pour les articulations élastiques (Silentbloc et analogues), joue un rôle réel d'amortisseur si on l'utilise en tampons *étroits*, susceptibles de se dilater latéralement : c'est là une condition essentielle de bon emploi, découverte assez récemment.

Les effets du choc sont extrêmement complexes

L'étude de la puissance du choc est très difficile, en théorie et en pratique.

En *statique*, on peut encore prévoir, d'une façon relativement aisée, les répartitions des forces et leurs conséquences sur les déformations possibles.

Mais, lorsqu'il y a *à-coup*, des pièces, qui semblaient pouvoir résister uniformément dans toutes leurs parties, deviennent souvent l'objet de répartitions *inégaies* et *variables* avec le mode de transformation de l'énergie cinétique.

On ne saurait négliger, non plus, le fait que les caractéristiques mécaniques des corps varient avec la *vitesse* et la possibilité du maintien de celle-ci. Rappelons quelques exemples de ces variations pour terminer :

Sortant d'un orifice, l'air comprimé a un pouvoir perforateur, dû à sa rigidité.

Avec une bougie, tirée avec une vi-

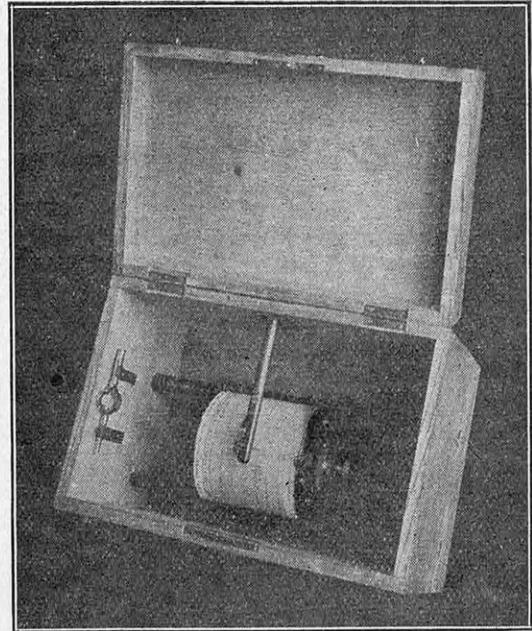


FIG. 10. — APPAREIL ENREGISTREUR DE CHOCS « CHEVALLEY », UTILISÉ SUR LES CHEMINS DE FER

Le cylindre tournant se déplace sur des rails guides. Des ressorts le maintiennent normalement vers la droite. Sous l'action de chocs, le cylindre oscille et le style trace, sur la bande enroulée sur le cylindre, des crochets dont l'importance est fonction de la violence du choc.

tesse suffisante, on pourra traverser une planche de sapin. De l'autre côté, on trouvera la bougie intacte, ou à peine brisée en quelques morceaux. Cependant, à l'état statique, la bougie est plus « molle » que le sapin.

Une balle de fusil, tirée avec une vitesse suffisante dans une grande masse d'eau, est retrouvée littéralement déchiquetée. Cependant, l'acier est normalement plus « dur » que l'eau.

Analyser tous ces phénomènes nous entraînerait trop loin. Disons seulement que le « temps de choc » est une variable importante à considérer. Ruptures « lentes » et « ruptures rapides » ont des aspects bien distincts ; ces dernières sont les plus dangereuses. L'étude de la puissance du choc constituera un problème toujours d'actualité, tant que les hommes inventeront des moyens nouveaux de mettre en œuvre des énergies cinétiques de plus en plus puissantes.

P. RÉGNAULD.

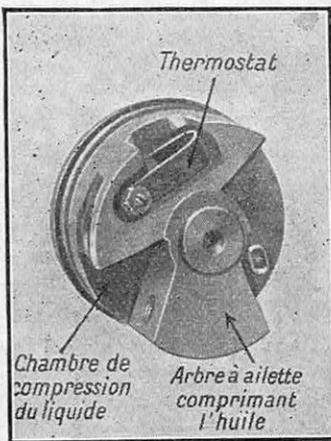


FIG. 9. — INTÉRIEUR D'UN AMORTISSEUR HYDRAULIQUE

BUTANE, LE GAZ QUI VOYAGE

Par Jacques MAUREL

Le gaz de houille constitue le combustible par excellence dans la cité moderne (1); l'énergie électrique n'est utilisée que dans les grandes villes et ne sert pratiquement que pour l'éclairage et les arts ménagers; dans les campagnes françaises, l'électrification est à peine ébauchée (2). Privées d'électricité, privées de gaz de houille (dont la préparation exige de vastes et onéreuses usines), les campagnes n'ont pas encore accès au confort qualifié de moderne. Cet important problème social est cependant résolu depuis peu grâce au butane (3) qui, transporté liquide en bouteilles jusque chez l'utilisateur, offre les mêmes commodités et possède les mêmes applications que le gaz de houille. Le gaz butane s'impose dans les agglomérations où le gaz de houille fait défaut; d'autre part, étant donné son pouvoir calorifique élevé, il peut rivaliser même avec le gaz d'éclairage qui, trop souvent, n'est pas de qualité constante. A la suite de notre étude sur le butane (3), on nous a demandé de donner quelques précisions concernant l'organisation de l'approvisionnement dans toute la France et les appareils que l'on peut actuellement se procurer.

LA SCIENCE ET LA VIE a exposé récemment (2) les difficultés éprouvées en France pour l'organisation de l'électrification rurale. L'électricité coûte, en effet, trop cher pour que son utilisation à des fins autres que la production de force et l'éclairage connaisse un développement intéressant. Encore faut-il que la ligne de distribution d'énergie soit située à proximité.

A la ville, le gaz de houille résoud fort heureusement cette question capitale pour le confort. Un robinet à tourner, une allumette à présenter et voici le fourneau à gaz en action avec ses brûleurs de plus en plus perfectionnés, ses fours où les rôtis cuisent tout seuls, sans surveillance, ses dispositifs spéciaux pour grillades, etc. Oui, mais une usine

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 164, page 161.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 191, page 373.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 189, page 233.

à gaz ne peut être installée qu'à proximité d'une agglomération d'une importance suffisante pour que les capitaux enga-

gés dans l'entreprise ne soient pas irrémédiablement perdus. Combien de localités ont fait cette expérience coûteuse : installer une usine à gaz avec toute la distribution dans les rues et les immeubles, puis ne pouvoir subvenir qu'imparfaitement aux besoins des usagers, l'argent manquant pour assurer l'entretien de l'usine.

On a essayé également de réaliser le transport du gaz à distance, tout comme l'électricité. Mais si, comme nous l'avons dit, le prix de l'énergie électrique est trop élevé, alors que son transport est l'opération la plus simple qui soit, peut-on concevoir que le gaz de houille puisse arriver à destination, à travers un réseau de conduites plus ou moins compliqué et long, à un prix suffisam-

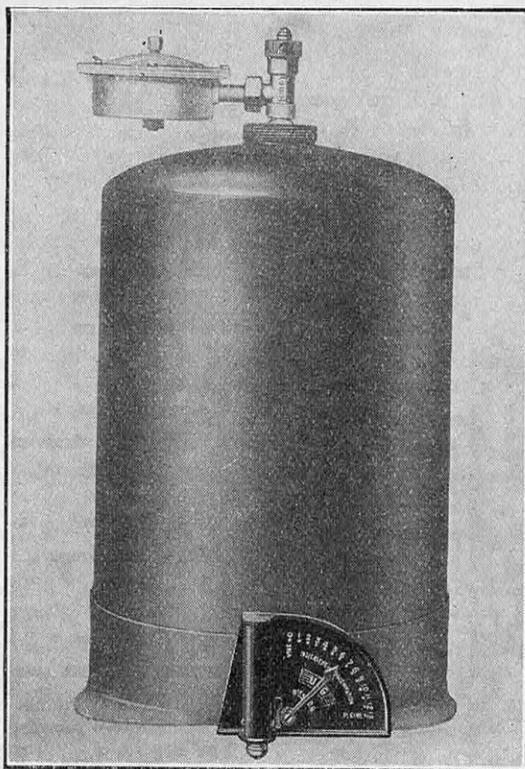


FIG. 1. — LA BOUTEILLE QUI RENFERME 13 KILOGRAMMES DE BUTANE LIQUÉFIÉ

En haut, à gauche, le détendeur qui règle la pression du gaz; sous la bouteille, l'indication automatique qui fait connaître à chaque instant la quantité de butane restant dans la bouteille.

ment abordable pour favoriser son utilisation? Dans l'état actuel de l'industrie gazière, cela paraît difficile. La solution viendrait-elle d'un autre côté, par l'emploi des gaz de fours à coke, comme cela se fait déjà en Allemagne? Il semble toutefois que cette solution ne pourrait être appliquée qu'aux régions industrielles du Nord et de l'Est de la France.

Faut-il donc, devant ces grosses difficultés,

transport à distance du gaz de houille seraient, en effet, rencontrées et nous n'aurions pas avancé d'un pas. Pour que la solution soit élégante, il fallait, par conséquent, trouver un corps qui, combustible sous la forme gazeuse où il est normalement utilisé pour le chauffage et l'éclairage, soit aisément liquéfiable. Ainsi, il pourrait être transporté dans des bouteilles sous la forme liquide et, rendu à pied d'œuvre, il se dégagerait de

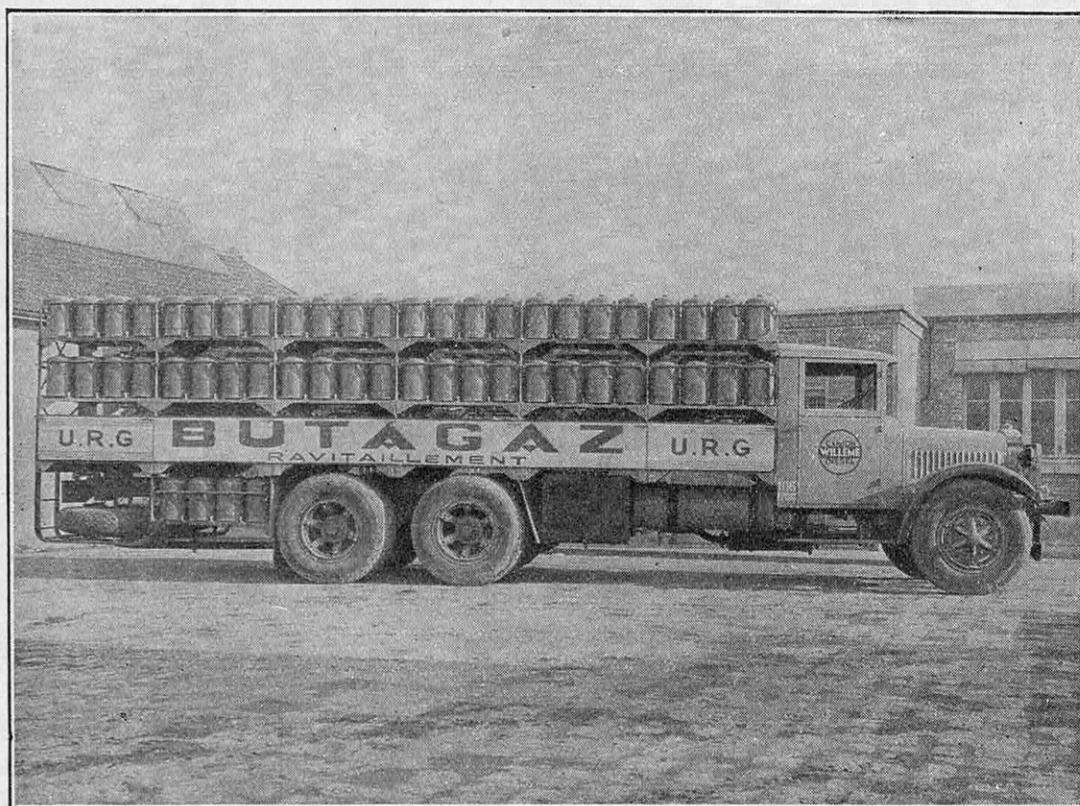


FIG. 2. — TYPE DE CAMION AUTOMOBILE A SIX ROUES, EMPORTANT 500 BOUTEILLES, UTILISÉ POUR LE TRANSPORT DU BUTANE EN FRANCE

laisser les populations de nos petites villes, de nos villages, de nos campagnes, manquer de ce confort qu'elles envient à la grande cité? N'est-ce pas favoriser l'exode vers la ville au détriment de l'agriculture, qui constitue le fond même de la richesse de la France?

Le titre de cet article a déjà répondu à cette question : Butane, le gaz qui voyage. Il y a donc un gaz qui se rend au domicile de tous ceux qui font appel à lui? Oui, et *La Science et la Vie* l'a dernièrement signalé à ses lecteurs (1). A la vérité, ce n'est pas sous la forme gazeuse que le butane est livré aux usagers. Les mêmes difficultés que pour le

lui-même par la vaporisation de ce liquide à la température ordinaire. De plus, il est évident qu'une exploitation économique exigerait que ce corps puisse être préparé en grandes quantités, sans nécessiter un outillage par trop onéreux.

Le butane répond parfaitement à ces conditions : en effet, il se trouve dans les *gaz naturels* qui s'échappent des gisements de pétrole. Longtemps inemployés, ces gaz ont été reconnus, notamment en Pensylvanie (Amérique du Nord), comme susceptibles de fournir d'excellents combustibles. Rappelons que la ville de Pittsburgh fut longtemps alimentée uniquement avec ces gaz naturels distribués, comme le gaz de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 189, page 233.

houille, au moyen d'importantes canalisations. Traités pour l'extraction de la gazoline (essence légère), ces gaz fournissent aujourd'hui deux corps : le butane et le propane. Pour extraire le gaz butane des gaz naturels, on comprime ceux-ci jusqu'à liquéfaction et on opère ensuite par distillation. Mais le gaz butane a deux autres origines. Dans le raffinage des huiles brutes, la proportion susceptible d'être recueillie par distillation d'un pétrole varie de 0 à 1 %. Or, on sait que la France va être équipée pour la

priétés du premier, qui ont été déjà exposées en détail dans *La Science et la Vie*, l'ont fait choisir au lieu du propane. C'est un gaz lourd, mais qui, liquéfié, se transforme en un liquide léger. Sa densité par rapport à l'eau est, en effet, 0,576. Il se liquéfie d'ailleurs très aisément à la température de 15° sous une pression ne dépassant que de 1 kg 62 par centimètre carré la pression atmosphérique. Dans ces conditions, on voit qu'il est très facile de le mettre en bouteilles, sans que la pression interne dépasse 5 kilo-



FIG. 3. — LE BUTANE REMPLACE LE CHARBON DANS UNE CUISINE DE CAMPAGNE

L'emploi du butane est exactement le même que celui du gaz de houille. Il suffit de présenter une allumette au-dessus du brûleur de la cuisinière pour l'enflammer.

transformation des pétroles bruts (1). Le butane pourra donc être préparé chez nous. Enfin, le butane se trouve également dans les gaz provenant du *cracking* (2) des huiles de pétrole, mais il se trouve mélangé à des gaz du genre butylène, dont on ne sait pas le séparer, et qui sont nuisibles au bon fonctionnement des appareils d'utilisation (manodétendeurs, valves des chauffe-bains, brûleurs, etc.). Les butanes de *cracking* sont actuellement considérés comme inutilisables.

Quoi qu'il en soit, on voit que le mélange butane-propane est très répandu. Les pro-

grammes par centimètre carré, même à la température de 45° C. Les bouteilles d'acier qui contiennent le liquide peuvent donc être légères. En fait, une bouteille de butane, qui renferme 13 kilogrammes de liquide, ne pèse à vide que 12 kilogrammes. Le poids mort est donc réduit. Au contraire, on sait que le gaz de houille, dont l'emploi a été envisagé pour l'alimentation des moteurs à explosions, est comprimé à 200 kilogrammes par centimètre carré dans des bouteilles extrêmement résistantes où le poids mort atteint 12 kilogrammes par kilogramme de gaz, alors que, pour le butane, ce poids mort ne dépasse pas 0 kg 92 par kilogramme de liquide.

Rappelons encore que le pouvoir calori-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 152, page 187.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 485 et n° 182, p. 164.



FIG. 4. — EMBARQUEMENT DE BOUTEILLES DE BUTANE SUR UN YACHT, AUQUEL IL APPORTERA, PENDANT TOUTE UNE CROISIÈRE, LE MÊME CONFORT QU'À LA VILLE

fique du butane est très élevé (11.850 calories par kilogramme).

Enfin, signalons que le butane offre le minimum de danger. En effet, si, comme tout gaz combustible, il peut former avec l'air un mélange tonnant, pratiquement — comme c'est un gaz lourd (densité 2,04) — il ne se mélange pas spontanément à l'air et s'écoule vers l'extérieur en passant sous les portes ou les fenêtres. Il est donc, à ce point de vue, beaucoup moins dangereux que le gaz d'éclairage. De plus, il a l'avantage de n'être pas toxique. Une fuite de gaz ne provoque pas d'empoisonnement ; cela n'exclut pas, bien entendu, que les usagers des radiateurs alimentés au gaz butane aient à prendre les précautions

d'usage nécessaires à l'évacuation des gaz brûlés, quel que soit le combustible.

Comment voyage le butane Comment on l'utilise

Actuellement, le butane distribué en France provient d'Amérique. Des bateaux spécialement aménagés l'amènent à Petit-Couronne, près de Rouen, où il est stocké dans de grands réservoirs. Une fois liquéfié et mis en bouteilles, contenant chacune 13 kilogrammes de butane, il est transporté par camions.

La Société U. R. G., qui l'exploite en France, a organisé 4.000 dépôts ou sous-dépôts répartis dans les principaux cantons de France et dans les principales villes d'Algérie, de Tunisie, du Ma-

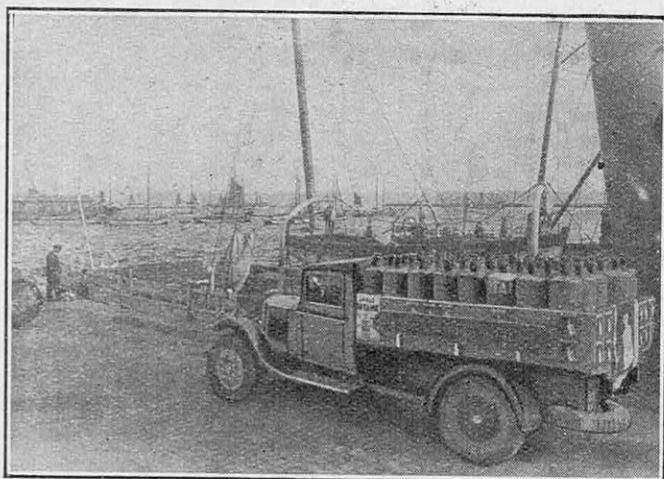


FIG. 5. — VOICI UN DÉPART DE BUTANE POUR L'ÎLE D'OUessant, OU IL REMPLACE LE GAZ DE HOUILLE

roc, de l'Afrique-Occidentale Française. Ils sont chargés de desservir les villes, les villages et les campagnes qui ne sont pas alimentés par les canalisations du gaz de houille. Les camions, qui circulent ainsi sur toutes les routes, échangent les bouteilles pleines contre celles qui sont épuisées. D'ailleurs, afin d'être assuré de ne manquer jamais de gaz, une installation prévoit deux bouteilles, l'une mise en service, l'autre tenue en réserve. Un simple avis, par carte postale spécialement éditée à cet effet, au dépôt le plus proche, et le camion vient à domicile ravitailler l'usager lorsque sa première bouteille est vide.

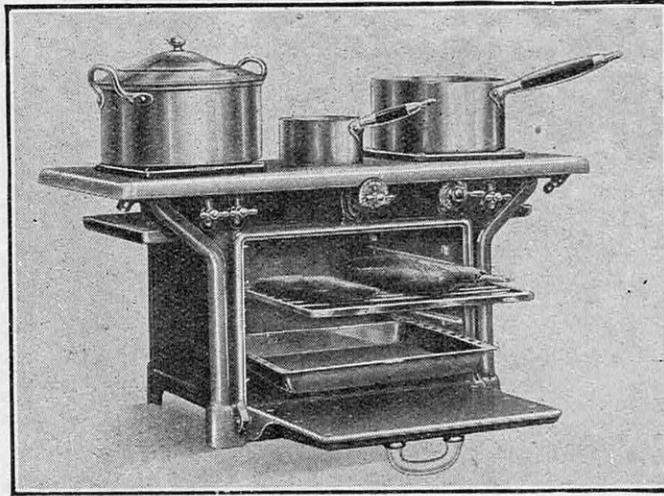


FIG. 6. — CUISINIÈRE DE MÉNAGE SPÉCIALEMENT ÉTUDIÉE POUR L'EMPLOI DU BUTANE

Chaque bouteille comporte un accessoire indispensable : le détendeur qui règle la pression du gaz à une valeur constante. Un indicateur de consommation fort simple et ingénieusement conçu, indépendant, s'adapte aisément à la bouteille par simple accrochage. Il se compose, en effet, d'un petit piston qui, repoussé vers le bas par un ressort, est, au contraire, ramené vers le haut par le poids même de la bouteille. Les mouvements du piston se traduisent par ceux d'une aiguille qui indique, au fur et à mesure de l'épuisement du liquide, la quantité encore disponible (fig. 1).



FIG. 7. — LE BUTANE EST DE PLUS EN PLUS UTILISÉ AU MAROC, OU DES CAMIONS AUTOMOBILES LE DISTRIBUENT RAPIDEMENT DANS TOUTE LA RÉGION

Quant à l'utilisation du butane, elle est identique à celle du gaz de houille. Toutefois, le butane n'exigeant pas, pour sa combustion parfaite, le même volume d'air que le gaz de houille, les appareils doivent avoir été spécialement étudiés. On en trouve, aujourd'hui, chez de nombreux constructeurs qui les ont mis au point.

Le butane n'est pas uniquement suscep-

gaz de houille : le gaz butane est un combustible idéal pour les populations rurales ; il apporte dans les coins les plus reculés de nos campagnes les bienfaits que le gaz de houille réservait jusqu'à ce jour aux citadins. Grâce à lui, les cultivateurs peuvent se servir, pour leur cuisine, des appareils à gaz construits par les grandes maisons françaises et qui, jusqu'à ce jour, ne pouvaient

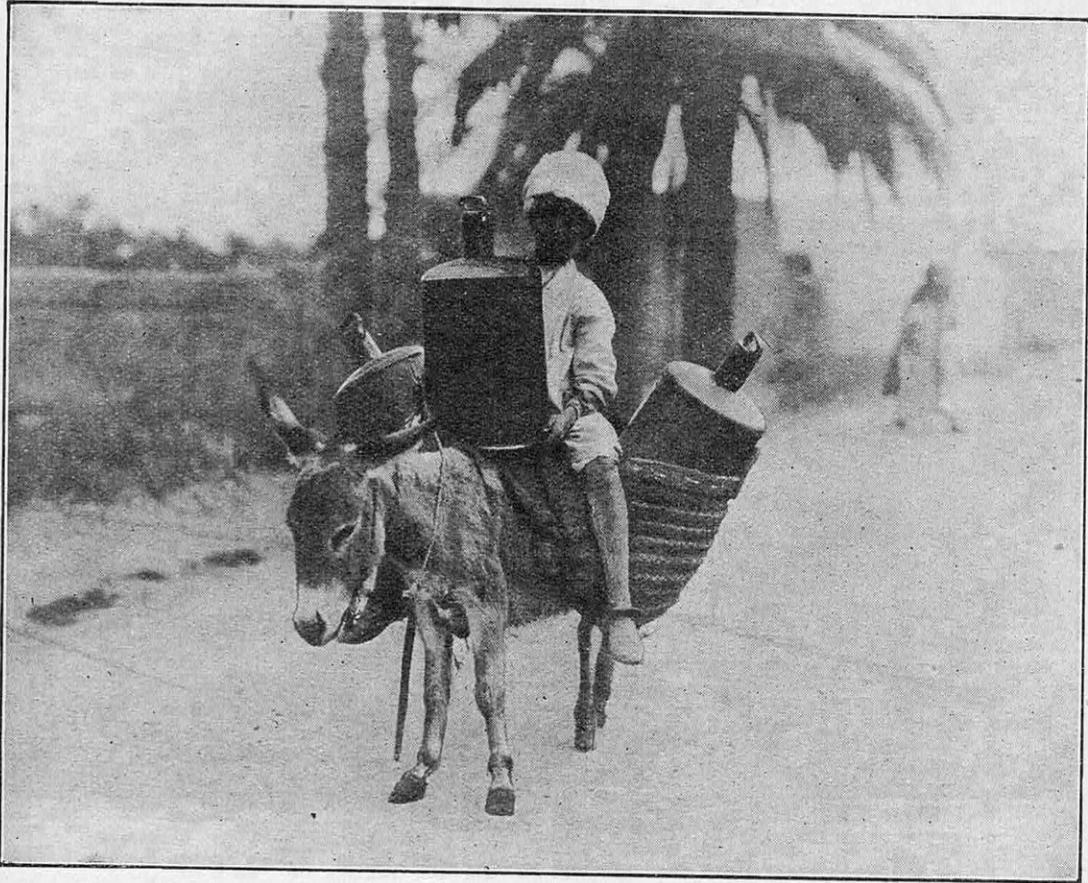


FIG. 8. — TOUS LES MODES DE TRANSPORTS SONT UTILISÉS POUR LE BUTANE. VOICI, SUR UNE ROUTE D'ALGÉRIE, UN ANE CHARGÉ DE TROIS BOUTEILLES QU'IL PORTE A DOMICILE

tible, d'ailleurs, d'alimenter des réchauds ou cuisinières. Il peut être également utilisé pour l'éclairage au moyen des manchons à incandescence bien connus.

Son emploi n'est pas non plus uniquement domestique. Les bouées des ports d'Anvers et d'Ostende sont alimentées au moyen de butane et de propane, de même que certains phares d'atterrissage mobiles. On l'envisage également pour les cuisines roulantes de l'armée, pour les projecteurs à bord des péniches, la signalisation, etc.

Les applications du gaz butane sont, d'ailleurs, exactement les mêmes que celles du

être utilisés qu'en ville. Comme les citadins, les habitants des campagnes peuvent alimenter au gaz des chauffe-bains, des radiateurs, des chauffe-eau ; ils peuvent aussi assurer l'éclairage des fermes ou groupes de maisons isolées pour lesquels le prolongement d'un réseau rural d'électrification serait trop coûteux. Le gaz butane valorise des maisons qui, faute d'être desservies par les canalisations du gaz d'éclairage, ne trouvaient ni locataires, ni acquéreurs.

L'installation du butane dans un appartement est, d'ailleurs, d'une grande simplicité. Il n'est point besoin, pour cela, de faire appel

au plombier : n'importe qui peut s'en charger. En effet, les canalisations utilisées sont constituées par des éléments tubulaires en cuivre rouge de 4, 6 ou 10 millimètres de diamètre intérieur, assemblés au moyen de jonctions sans soudure. Celles-ci permettent le montage rapide des canalisations, sans occasionner le moindre dégât aux locaux, aussi facilement que s'il s'agissait de poser des fils de sonneries électriques.

presque tous les cas. Pour l'éclairage, les tubes de dérivation pourront être plus petits (4 millimètres de diamètre intérieur). Les tubes plus gros (10 millimètres de diamètre intérieur) seront réservés aux canalisations nécessitant un gros débit, par exemple, le chauffe-bain.

Lorsque l'on envisage une installation complète (éclairage, cuisine, chauffage, salle de bains) alimentée au butane, il va de soi que

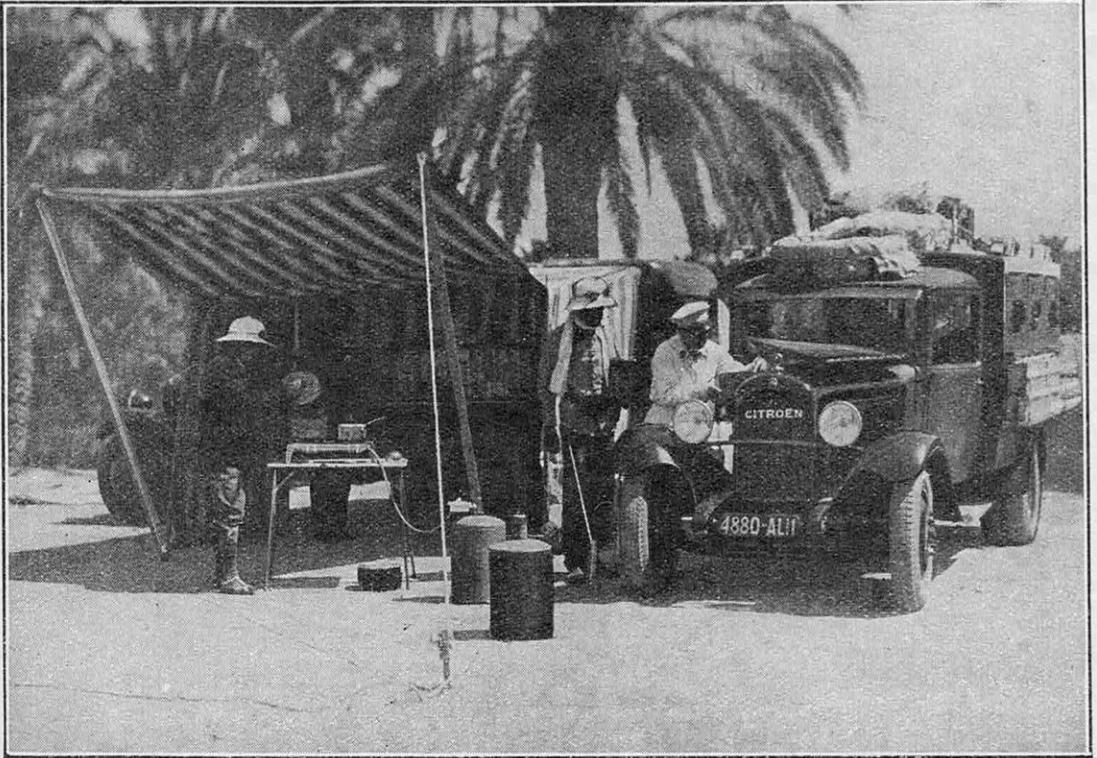


FIG. 9. — LE BUTANE, PRÉCIEUX AUXILIAIRE DE CAMPING EN ALGÉRIE

Sous une forme peu encombrante, le butane apporte aux amateurs de camping le même confort pour la cuisine et l'éclairage que le gaz de houille aux habitants des grandes villes.

L'étanchéité des jonctions utilisées est réalisée au moyen d'une bague biconique dont les angles vifs s'engagent à forçement sous la pression de l'écrou, entre le tube et la partie interne du raccord, d'une part, entre le tube et la partie interne de l'écrou, d'autre part. Dans ces conditions, aucune fuite ne peut se produire. C'est une sécurité supplémentaire à celle que nous avons signalée et provenant de la grande densité du gaz butane.

En général, on utilisera le tube de 6 millimètres de diamètre intérieur, qui convient à

l'on doit placer un nombre plus ou moins grand de bouteilles en parallèle, chacune d'elles étant pourvue de son détendeur. Les détendeurs sont réunis à une rampe au moyen de simples tuyaux de caoutchouc.

Grâce à son pouvoir calorifique invariable et à sa pression maintenue constante par le détendeur que nous avons signalé plus haut, le butane est le gaz de qualité. Grâce à lui, les populations de la campagne n'ont plus rien à désirer sur ce chapitre du confort et du progrès dont bénéficiaient seules les grandes villes.

J. M.

UNE VICTOIRE EN T. S. F. : LA SCIENCE A CHASSÉ LE « FADING »

Par C. VINOGRADOW

INGÉNIEUR-RADIO E. S. E.

L'affaiblissement périodique de la réception de certaines stations de radiodiffusion, connu sous le nom de fading, provient, on le sait, de la réflexion des ondes hertziennes sur une couche ionisée de la haute atmosphère, dite couche d'Heaviside, du nom du savant anglais qui expliqua ce phénomène. De la combinaison de ces ondes réfléchies avec celles qui atteignent directement le poste récepteur, peut résulter, en effet, le silence par suite du jeu des interférences (1). Pour lutter contre le fading, il est donc indispensable d'accroître la sensibilité du récepteur au fur et à mesure que l'intensité des ondes résultantes diminue. Grâce à la mise au point des lampes à pente variable (2), dont le pouvoir d'amplification est lui-même variable dans certaines conditions, le problème est, aujourd'hui, pratiquement résolu. Automatiquement, la sensibilité du récepteur augmente lorsque le fading se produit ; elle se règle, en quelque sorte, sur l'intensité même des signaux reçus par le collecteur d'ondes.

LE fading, c'est-à-dire l'affaiblissement périodique et très irrégulier observé lors de la réception de certaines stations éloignées est, malheureusement, bien connu de tous les auditeurs de T. S. F.

Un phénomène aussi gênant pour la réception a naturellement attiré, depuis le début de la radiodiffusion, l'attention des techniciens qui cherchent à le combattre. Mais, avant tout, il fallait en découvrir les causes. Les premières observations régulières ont immédiatement montré l'extrême complexité du phénomène. On a constaté, en effet, que le fading est plus prononcé la nuit que le jour ; qu'il est observé plus souvent avec des émissions faites sur les longueurs d'ondes moyennes qu'avec des émissions ayant des longueurs d'ondes plus grandes ; qu'il semble gêner beaucoup plus certaines stations et épargner certaines autres, et qu'en général, nulle loi précise ne semble dicter ni la fréquence ni l'intensité d'affaiblissement d'une émission.

Le « fading » est dû au mécanisme de propagation des ondes

C'est dans le mécanisme même de la transmission des ondes hertziennes que nous devons chercher les causes du fading. Considérons, en effet, une station émettrice et un poste récepteur situé à une certaine distance de cette dernière. Les oscillations électriques rayonnées par l'antenne se propa-

gent dans tous les sens, et une partie de ce rayonnement atteint l'antenne du poste. D'après la théorie de la propagation des ondes, on peut calculer la quantité d'énergie parvenant à la station de réception située à une distance donnée de l'émetteur. Mais les mesures précises effectuées à la réception ont démontré que ces calculs ne sont valables que pour les récepteurs situés à une distance relativement faible. Pour les stations réceptrices éloignées, l'énergie reçue est nettement supérieure à celle que le calcul du rayonnement direct permet de prévoir. Pour expliquer cette anomalie de propagation, c'est-à-dire pour trouver la source de l'énergie supplémentaire reçue, les deux savants anglais : Kennelly et Heaviside émirent l'hypothèse de l'existence, dans les hautes régions de l'atmosphère, d'une couche ionisée et conductrice.

Un grand nombre d'expériences ont prouvé, depuis, que cette couche ionisée et conductrice était située à 100 ou 150 kilomètres de la Terre.

On sait qu'à l'état normal, un gaz est composé d'atomes absolument neutres au point de vue électrique, chacun contenant un nombre d'électrons négatifs juste nécessaire pour équilibrer la charge positive du noyau central. Dans certaines conditions, par exemple, sous l'influence de bombardements cathodiques, de rayonnements ultra-violet ou de radiations radioactives, l'atome neutre du gaz peut perdre un ou plusieurs électrons en donnant ainsi naissance à un

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 97, page 19.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 471.

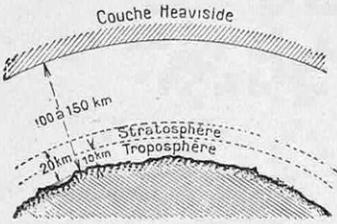


FIG. 1. — LA COUCHE D'HEAVISIDE EST UNE COUCHE IONISÉE QUI ENTOURE LA TERRE A UNE ALTITUDE DE 100 A 150 KILOMÈTRES

nement ultraviolet du soleil, aux rayons cosmiques (1), au rayonnement tellurique et à d'autres causes encore ignorées. Cette couche ionisée (fig. 1) entoure la terre et joue sur les ondes hertziennes le rôle d'un miroir réfléchissant qui renvoie les ondes de quelques centaines de mètres produites par les stations émettrices, de la même façon qu'une plaque métallique parabolique réfléchit les ondes de quelques centimètres dans l'expérience classique de Hertz (fig. 2). C'est précisément cette onde réfléchie qui, en atteignant le poste récepteur s'ajoute à l'onde directe et produit l'accroissement d'énergie que nous avons signalé. C'est également ce phénomène de réflexion qui permet de communiquer avec les stations situées aux antipodes, ou de transmettre des signaux aux postes éloignés sans s'occuper de la rotondité de la Terre.

En réalité, le phénomène est quelque peu plus complexe et la couche ionisée non seulement réfléchit, mais en même temps réfracte les rayons incidents. Il semble que le phénomène de la réfraction soit de plus en plus prononcé au fur et à mesure que la longueur d'onde diminue. Les ondes très courtes peuvent même pénétrer dans la couche d'Heaviside sans être réfléchies ou réfractées, si cette couche n'est pas suffisamment ionisée. D'ailleurs, la réflexion est d'autant plus complète que l'angle d'incidence est d'autant plus grand (fig. 3).

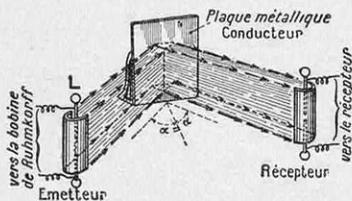


FIG. 2. — EXPÉRIENCE DE HERTZ MONTRANT LA RÉFLEXION DES ONDES COURTES SUR UNE PLAQUE MÉTALLIQUE CONDUCTRICE

ion positif et à un ou plusieurs électrons libres. On sait que le gaz ionisé devient alors conducteur d'électricité.

L'ionisation des couches supérieures de l'atmosphère est due, en partie, au rayonne-

ment de l'atmosphère ainsi que de l'influence des courants telluriques, la délimitation de cette couche ionisée n'est pas nette et le phénomène de réflexion est bien moins prononcé que la nuit.

L'essai suivant permet de mettre en évidence le phénomène de réflexion. Supposons que notre récepteur soit situé à quelques kilomètres de l'émetteur et que ce dernier émette un signal, un « top » excessivement court, moins d'un millième de seconde. Un enregistreur de grande rapidité placé à la station de réception notera le « top » pratiquement à l'instant même de son émission, mais le rayon réfléchi devra parcourir au moins $150 + 150 = 300$ kilomètres, avant d'arriver au récepteur, et ce dernier enregistrera, un millième de seconde plus tard, le deuxième « top » produit par l'onde réfléchie (fig. 4).

Le premier crochet, tracé par le top de l'enregistreur cathodique correspond au rayonnement direct, le deuxième enregistré un millième de seconde plus tard correspond au rayon réfléchi ayant suivi le trajet ECR (fig. 5), le troisième au rayon réfléchi deux fois et, par conséquent, ayant suivi le trajet $ECDC'R$. Les signaux réfléchis sont, évidemment, d'autant plus faibles que le nombre de réflexions est plus grand. Lorsque la couche de Heaviside est plus élevée, le tracé (bas de la figure 4) présente des tops plus faibles.

Ayant exposé le mécanisme de la propagation déterminée par la présence de la couche ionisée, nous pouvons maintenant expliquer facilement le phénomène du *fading*.

Quelles sont les causes du « Fading » ?

Supposons que nous ayons une station d'émission E et une station réceptrice R situées à 300 ki-

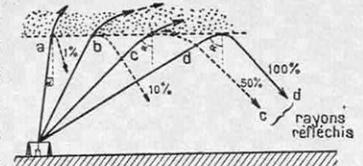


FIG. 3. — LES ONDES SE RÉFLÉCHISSENT D'AUTANT MIEUX SUR LA COUCHE D'HEAVISIDE QUE LEUR ANGLE D'INCIDENCE EST PLUS GRAND

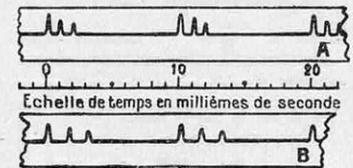


FIG. 4. — UN RÉCEPTEUR ENREGISTRE PLUSIEURS « TOPS », BIEN QUE L'ÉMETTEUR N'EN AIT ÉMIS QU'UN, PAR SUITE DES RÉFLEXIONS DES ONDES HERTZIENNES SUR LA COUCHE IONISÉE

(1) Voir La Science et la Vie, n° 145, page 11.

lomètres l'une de l'autre. La station *R* recevra deux rayons, un direct (*ER*) et l'autre réfléchi (*ECR*) (fig. 6). Il est évident que les deux rayons parcourant des chemins de longueurs différentes peuvent ne pas être en phase à l'arrivée.

Si les phases de deux rayons concordent, la réception sera renforcée, mais si les phases de deux rayons ne sont pas en concordance, il est évident que, dans ce cas, la réception sera moins puissante. Si enfin les deux phases sont en opposition, l'oscillation résultante aura une amplitude excessivement faible. Comme, d'autre part, la hauteur de la couche d'Heaviside varie constamment, on comprend aisément que la longueur du chemin parcouru par le rayon réfléchi varie également et modifie constamment le déphasage des deux rayons. De plus, il ne faut pas oublier que le rayon réfléchi, par suite de la variation de la consistance de la couche ionisée, peut varier non seulement en phase, mais également en puissance.

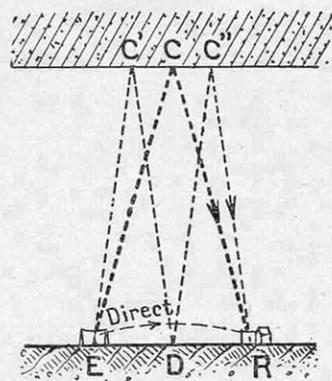


FIG. 5. — LES « TOPS » SUCCESSIFS REÇUS ET INDICÉS FIGURE 4 SONT DUS A DES TRAJETS DIFFÉRENTS DES ONDES : *ECR*, *EC'R*, *DC''R*

Dans ces conditions, la réception ne sera jamais stable et la puissance d'audition oscillera entre un maximum et un minimum plus ou moins prononcé.

Mais le fading dépend aussi de l'éloignement du récepteur, de l'émetteur et de la longueur d'onde utilisée par ce dernier. Voici pourquoi :

Considérons, pour chaque gamme d'onde, trois zones distinctes. La première se trouvant dans le voisinage immédiat de l'émetteur est caractérisée par la prédominance du rayonnement direct, car l'angle d'incidence sur la couche d'Heaviside et, par suite, la réflexion, est faible.

La deuxième zone, entourant immédiatement la première, est caractérisée par la présence des deux rayons direct et indirect ; elle est le siège du *fading* très prononcé.

Enfin, dans la troisième zone, le rayon réfléchi est prédominant et donne lieu à un *fading* en principe plus atténué que dans la zone précédente.

Le « Fading » et les ondes longues

Les ondes de 1.000 à 2.000 mètres sont très faiblement absorbées par l'atmosphère.

Dans une zone de 150 à 200 kilomètres autour de l'émetteur, la puissance de la réception diurne due aux rayons directs est donc sensiblement égale à celle des réceptions nocturnes.

Il n'y a pas de *fading*.

Examinons maintenant l'action de l'émission dans la deuxième zone qui, pour des ondes longues, est comprise entre 200 et 1.000 kilomètres environ. Avec l'augmentation du parcours, le signal direct faiblit un peu, surtout pendant le jour, mais reste encore très puissant pendant la nuit. A 250 ou 300 kilomètres de l'émetteur, les signaux réfléchis apparaissent également et leur action s'ajoute à l'action du signal direct. Mais comme la réflexion des rayonnements à grande longueur d'onde est assurée par de grandes surfaces de la couche d'Heaviside, le rayon indirect varie très peu et très lentement, aussi bien en intensité qu'en déphasage par rapport au rayon direct.

Il s'ensuit qu'à des distances moyennes les grandes ondes sont reçues plus fortement la nuit que le jour et que cette réception est entachée légèrement par un *fading* très lent et peu prononcé (fig. 7).

Enfin, à de très grandes distances, supérieures à 1.000 kilomètres, le rayon direct cède complètement la place au rayon réfléchi qui, seul, assure à ce moment la réception. Il en résulte une réception nettement plus forte la nuit. Par suite de la superposition de plusieurs rayons réfléchis corrigeant mutuellement leurs déphasages réciproques (fig. 8), le *fading* est excessivement lent et les variations d'intensité peu appréciables.

Le « Fading » et les ondes moyennes

Il n'en est pas de même dans le cas des ondes moyennes de 200 à 600 mètres utilisées par la majorité des stations de diffusion. La première zone, celle de la ré-

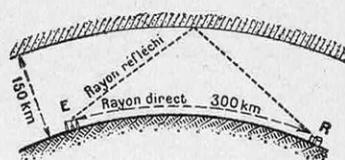


FIG. 6. — LE TRAJET PARCOURU PAR LE RAYON RÉFLÉCHI EST PLUS LONG QUE CELUI DU RAYON DIRECT

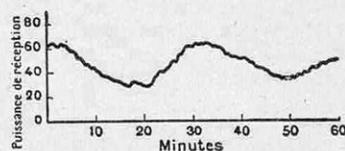


FIG. 7. — POUR LES ONDES LONGUES, LE « FADING » EST TRÈS LENT ET PEU PRONONCÉ

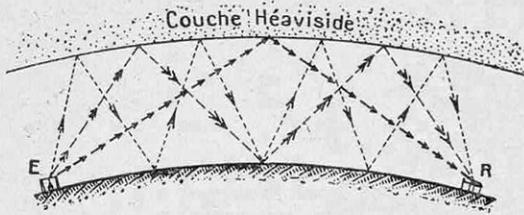


FIG. 8. — A GRANDE DISTANCE, LA SUPERPOSITION DES DIVERS RAYONS RÉFLÉCHIS DONNE UNE INTENSITÉ DE RÉCEPTION UNIFORME

ception directe, varie évidemment avec la longueur d'onde, mais reste toujours très petite. Ainsi, pour une onde de 350 mètres, l'action du rayon réfléchi commence vers 120-150 kilomètres de l'émetteur. Comme pour les ondes plus longues, la réception des ondes moyennes dans la région voisine de l'émetteur n'est pas modifiée par l'action du rayon réfléchi et reste parfaitement stable. Un affaiblissement peu prononcé peut se manifester dans la journée, dû à l'absorption diurne, surtout pour les ondes les plus courtes de la gamme.

Dans la deuxième zone, correspondant à des distances moyennes, la réception diurne est assurée, comme dans la zone précédente, uniquement par le rayon direct et sera d'autant plus faible que l'éloignement du récepteur sera plus grand et que l'onde sera plus petite. L'action des rayons réfléchis est, dans la journée, pratiquement nulle, car ces derniers seront presque entièrement absorbés par la couche ionisée.

Par contre, la nuit, l'intensité du rayon réfléchi peut être presque aussi grande que celle du rayon direct. Dans le cas de concordance des phases, la réception sera excessivement puissante et, dans le cas de leur opposition, on observera une extinction presque complète. Les dimensions des « irrégularités » du plafond ionisé étant, dans le cas des ondes moyennes, comparables avec leur longueur, le rayon réfléchi variera très rapidement aussi bien en phase qu'en intensité. La réception

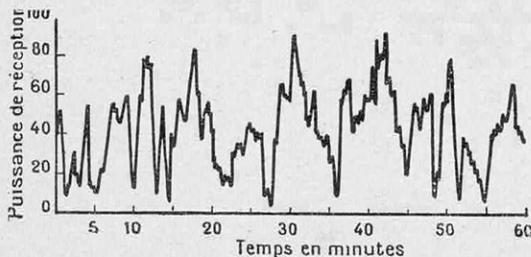


FIG. 9. — POUR LES ONDES MOYENNES, A UNE DISTANCE DE 300 KILOMÈTRES ENVIRON, LE « FADING » EST RAPIDE ET TRÈS PRONONCÉ

nocturne, résultat de superposition des rayons directs et réfléchis sera d'une irrégularité extraordinaire et les variations d'intensité seront excessivement rapides et profondes (voir la fig. 9).

Quittons maintenant la deuxième zone.

Au fur et à mesure que nous nous éloignons de la station d'émission, le rayon direct devient de plus en plus faible et, pratiquement, à 600-1.000 kilomètres, il sera nul dans le jour et excessivement faible dans la nuit. Par contre, la puissance du rayon réfléchi traversant les hautes régions de l'atmosphère ne diminuera presque pas. Son action deviendra également de plus en plus régulière. En effet, à grande distance, le récepteur recevra non seulement le rayon provenant d'une réflexion unique, mais également tout un faisceau des rayons ayant

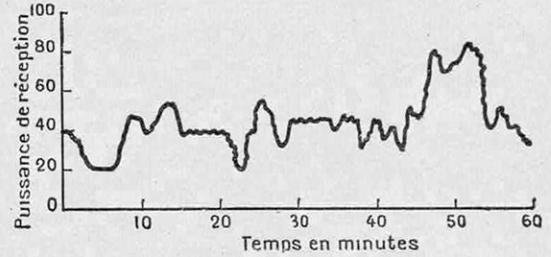


FIG. 10. — A GRANDE DISTANCE, LA RÉCEPTION EST PLUS STABLE PAR SUITE DU PHÉNOMÈNE SIGNALÉ FIGURE 8

parcouru les chemins les plus différents par suite d'un grand nombre de réflexions entre la couche d'Heaviside et la Terre. L'action totale du rayonnement indirect sera relativement uniforme.

Donc, à grandes distances, la réception des ondes moyennes sera presque nulle dans la journée, mais relativement stable et puissante dans la nuit (fig. 10).

Le « Fading » et les ondes courtes

Pour terminer l'étude de l'action du *fading* sur les ondes des diverses longueurs, voici maintenant le cas des ondes au-dessous de 100 mètres.

Le caractère général du phénomène reste le même et nous pouvons constater également la présence de trois zones distinctes : celle de la réception due au rayon direct ; celle de la région où la réception est produite par la superposition de deux rayons, et, enfin, celle où seul le rayon indirect est capté par le récepteur.

Les deux premières zones sont évidemment beaucoup plus rapprochées de l'émetteur que dans le cas des ondes moyennes. En par-

ticulier, l'effet absorbant peut rendre souvent le rayon direct imperceptible déjà à des distances fort faibles, même pour les réceptions nocturnes. Si, à ce moment, le récepteur est encore trop près de l'émetteur pour recevoir régulièrement le rayon réfléchi, on constatera la présence d'une « zone morte » où, pratiquement, aucun signal (fig. 12) ne sera reçu.

Dans la deuxième zone, celle du *fading*, la fréquence de ce dernier sera très grande, car même les faibles variations du « plafond » réfléchissant produiront des grandes variations du chemin parcouru par les rayons. Par contre, à des grandes distances, où la réception est assurée, par un large faisceau des rayons indirects, la puissance *moyenne*

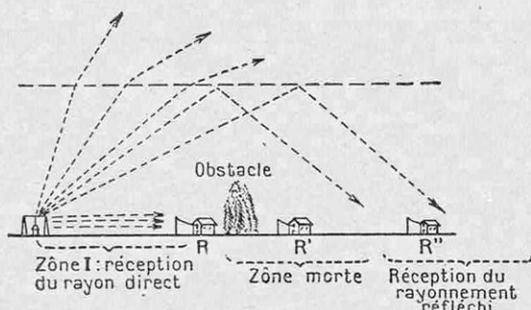


FIG. 11. — LES DEUX ZONES DE RÉCEPTION ET LA ZONE DE SILENCE D'UNE STATION DE RADIODIFFUSION A ONDES COURTES

Dans la première zone, le récepteur R reçoit surtout les rayons directs; dans la troisième, le récepteur R'' n'est touché que par les rayons réfléchis; si un obstacle arrête le rayon direct et que le récepteur R' soit trop près pour capter les rayons réfléchis, il ne reçoit rien, c'est la zone morte.

captée par l'antenne réceptrice pourra rester stable pendant des périodes assez longues.

Le *fading* est donc un phénomène parfaitement connu. Peut-on le supprimer? Cela paraît difficile. On a cherché, tout d'abord, à accroître la puissance des stations émettrices. De ce fait, l'intensité de la réception est légèrement accrue dans la première et la troisième zones, mais, dans la deuxième zone, les rayons directs et réfléchis étant plus puissants, les maxima et les minima deviennent beaucoup plus brutaux.

La modification de la forme de l'antenne (1) de façon à favoriser le rayonnement horizontal au détriment du rayonnement vertical, tout en produisant une amélioration de la réception, ne supprime pas non plus l'existence de la zone d'interférence.

C'est donc vers le récepteur que devaient se tourner les efforts des techniciens, et les

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 193, page 15

meilleurs appareils modernes sont tous munis de dispositifs « antifading » rendant pratiquement imperceptibles les variations d'intensité de la réception.

Comment on lutte contre le « Fading »

Pour détruire les effets du *fading*, il suffit, évidemment, d'augmenter la sensibilité du récepteur au fur

et à mesure que la réception faiblit ou, au contraire, diminuer la sensibilité si la réception devient exagérément puissante.

Dans un récepteur moderne (voir *La Science et la Vie* n° 189), la sensibilité est déterminée par la polarisation des lampes à pente variable, utilisées comme amplificatrices dans les étages à haute fréquence (avant détection). Plus cette polarisation est grande, plus la pente utilisée est faible et plus l'amplification est réduite (A, fig. 14). Par contre, en diminuant la polarisation, on se sert de la partie de plus en plus verticale de la caractéristique et on augmente le pouvoir amplificateur de la lampe (B, fig. 14).

Si le poste comporte une ou plusieurs lampes à pente variable, il suffit tout simplement de diminuer la polarisation de ces lampes pour rendre le poste *plus sensible*. Donc, si on établit un dispositif automatique qui *diminue* la polarisation des grilles des lampes à pente variable chaque fois que diminue l'amplitude du signal arrivant au poste, on supprimera les effets du *fading* sur l'audition.

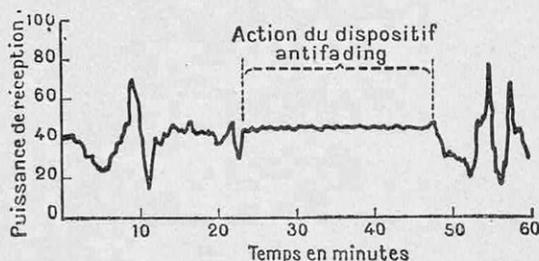


FIG. 13. — COURBE CARACTÉRISTIQUE D'INTENSITÉ DE LA RÉCEPTION MONTRANT L'ACTION DU DISPOSITIF « ANTIFADING »

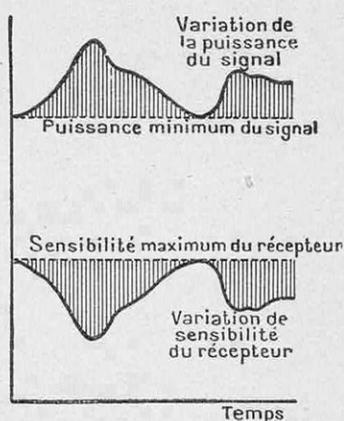
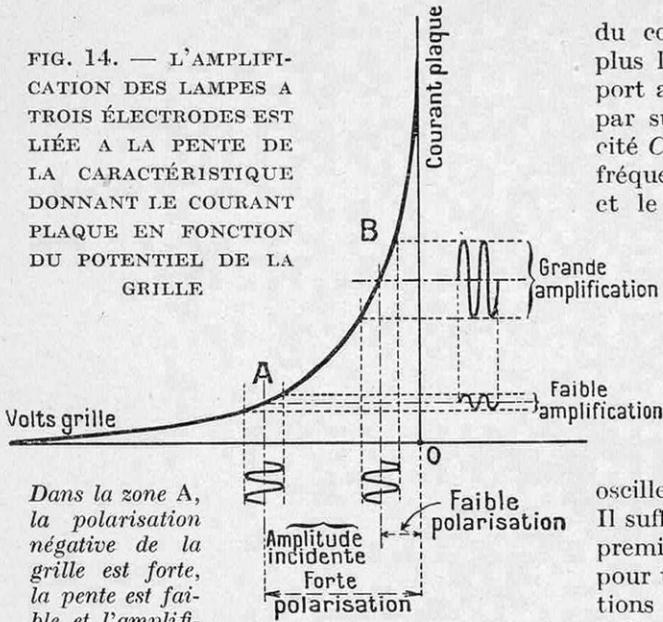


FIG. 12. — POUR LUTTER CONTRE LE « FADING », IL FAUT QUE LA SENSIBILITÉ DU RÉCEPTEUR VARIE EN RAISON INVERSE DE L'INTENSITÉ DE LA RÉCEPTION

FIG. 14. — L'AMPLIFICATION DES LAMPES A TROIS ÉLECTRODES EST LIÉE A LA PENTE DE LA CARACTÉRISTIQUE DONNANT LE COURANT PLAQUE EN FONCTION DU POTENTIEL DE LA GRILLE



Dans la zone A, la polarisation négative de la grille est forte, la pente est faible et l'amplification également. Dans la zone B, faible polarisation, forte pente, grande amplification. En faisant varier automatiquement la polarisation de la grille suivant l'intensité de la réception, on peut lutter contre le « fading ».

Pour comprendre le principe de réalisation des dispositifs « antifading », il est tout d'abord nécessaire d'étudier de près l'opération de la détection. On sait que cette dernière a pour but de transformer les variations d'amplitude du courant alternatif haute fréquence (a, fig. 15) en variations d'intensité d'un courant continu (c, fig. 15).

Examinons la méthode de détection la plus simple, celle par la lampe diode, c'est-à-dire par une lampe ne possédant que deux électrodes. Cette méthode de détection, utilisée au début de la radiotélégraphie, est actuellement de plus en plus employée et excessivement commode, quoique non indispensable, pour les appareils possédant un dispositif « antifading ».

Les oscillations de haute fréquence sont appliquées entre la cathode et l'anode de la lampe diode (fig. 16). Chaque fois que, sous l'influence des oscillations, l'anode sera positive, le courant passera dans le circuit $CABM$ (1). Ce courant sera redressé comme l'indique la courbe b de la figure 15. Chaque impulsion, par suite de la chute de potentiel à travers la résistance R , rendra le point B négatif par rapport au point M (fig. 16). Il est évident que plus l'amplitude

(1) Nous avons tracé le sens réel du courant, celui du trajet des électrons, qui est, on le sait, l'inverse du sens du courant que l'on convient d'adopter d'ordinaire, du plus au moins.

du courant haute fréquence sera grande, plus le point B deviendra négatif, par rapport au point M, à chaque impulsion. Mais, par suite de l'action égalisante de la capacité C_2 (laissant passer la composante haute fréquence) les impulsions séparées s'uniront et le potentiel de B se stabilisera à un niveau dépendant uniquement de la valeur de l'amplitude de l'onde haute fréquence et que nous appellerons le potentiel d'équilibre (courbe c de la fig. 15).

Supposons, maintenant, que l'amplitude de l'onde haute fréquence soit modulée par les oscillations sonores. Le potentiel du point B oscillera autour de son niveau d'équilibre. Il suffit de réunir le point B à la grille de la première lampe basse fréquence (fig. 17) pour transmettre à cette dernière les oscillations basse fréquence ainsi détectées.

Comme nous l'avons dit plus haut, pour pouvoir régler automatiquement la sensibilité des lampes à pente variable haute fréquence, nous devons relier les grilles de ces lampes à un point qui devienne d'autant plus négatif que l'amplitude des oscillations haute fréquence est plus forte. Le point B possède précisément cette particularité et sa tension négative moyenne (potentiel d'équilibre) est à chaque instant proportionnelle à l'amplitude de l'onde porteuse. Donc, en principe, il suffit de transmettre le potentiel moyen du point B aux grilles des lampes à

pente variable pour obtenir un dispositif « antifading ». Malheureusement, la modulation fait varier avec une fréquence musicale le potentiel du point B autour de sa position d'équilibre. Si nous voulons nous servir de ce point, il faut transmettre aux grilles des lampes à pente variable haute fréquence uniquement le potentiel d'équilibre débarrassé de ses

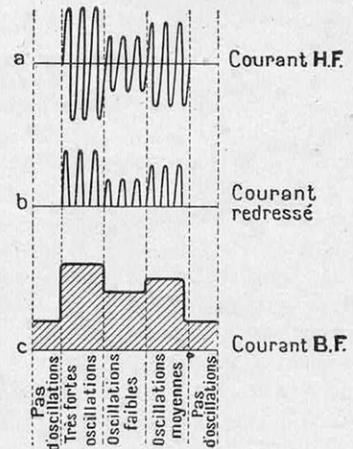


FIG. 15. — LA DÉTECTION A POUR BUT DE TRANSFORMER LES VARIATIONS D'AMPLITUDE DU COURANT HAUTE FRÉQUENCE EN VARIATIONS D'INTENSITÉ D'UN COURANT TOUJOURS DE MÊME SENS

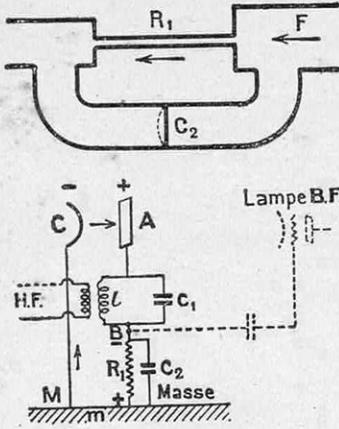


FIG. 16. — MÉCANISME DE LA DÉTECTION PAR LAMPE DIODE ET ANALOGIE HYDRAULIQUE

La lampe diode ne laisse passer le courant que lorsque l'anode est positive. Dans ces conditions, le courant traversant la résistance R_1 y

produit une chute de potentiel et le point B devient, par rapport à la masse M, d'autant plus négatif que le courant est plus intense, c'est-à-dire que le courant haute fréquence est plus fort. La présence de la capacité C_2 permet aux diverses impulsions de se combiner, de sorte que le point B prend un potentiel d'équilibre dépendant de l'intensité du courant H. F. Il suffit de relier le point B à la grille de la lampe basse fréquence pour lui transmettre les oscillations ainsi détectées. De même (au-dessus) si, dans un gros tube F, on envoie des pulsations liquides, grâce à la présence d'une membrane élastique C_2 , le courant qui traverse le petit tube R_1 prend une valeur moyenne.

oscillations basse fréquence. Pour cela les grilles sont réunies d'un côté au point B par une forte résistance R_2 de 250.000 ohms environ et on branche une forte capacité C_1 entre la grille et la masse. Cette capacité présentant pratiquement un court-circuit pour les oscillations basse fréquence, ces dernières n'agissent pas sur la grille qui suit uniquement les fluctuations très lentes du potentiel moyen de B. La résistance R_2 empêche que la capacité C_1 mette à la masse le point B en même temps que la grille de la lampe à pente variable (fig. 18).

Le dispositif « antifading » complet est représenté par le schéma 18. La grille de la lampe à pente variable haute fréquence est

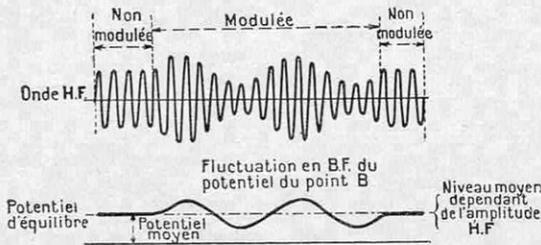


FIG. 17. — COURBES MONTRANT LES VARIATIONS DU POTENTIEL MOYEN DU POINT B (FIG. 16) SUIVANT LA VALEUR DE L'INTENSITÉ DES ONDES HAUTE FRÉQUENCE REÇUES

reliée au point B et ensuite à la masse par l'intermédiaire de la résistance R_1 . La masse est rendue négative de V volts par rapport à la cathode de cette lampe, grâce à la présence de la résistance réglable R_0 entre la cathode et la masse. De l'autre côté, la grille est à son tour négative de v volts par rapport à la masse, car étant réunie au point B, elle possède, par rapport à

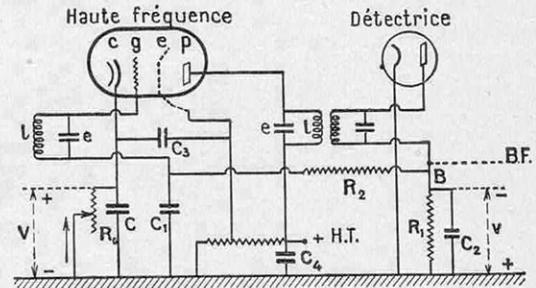
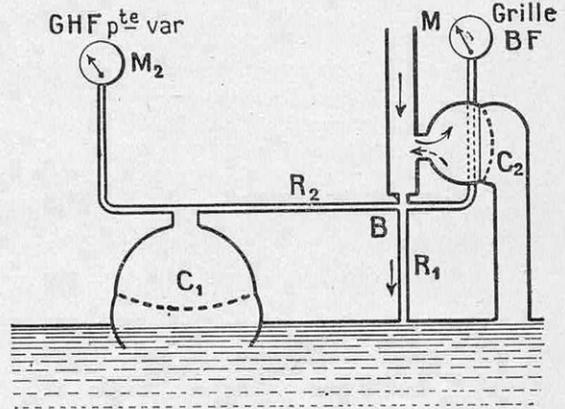


FIG. 18. — COMMENT ON FAIT AGIR LE POTENTIEL DU POINT B (FIG. 17) POUR FAIRE VARIER L'AMPLIFICATION DES LAMPES HAUTE FRÉQUENCE A PENTE VARIABLE

En reliant le point B, dont le potentiel négatif (par rapport à la masse) varie suivant l'intensité de l'onde porteuse, à la grille de la lampe haute fréquence à pente variable, on modifie la polarisation de celle-ci et, par suite, son amplification (fig. 14). Mais le potentiel de ce point B varie aussi avec une fréquence musicale lorsque l'onde porteuse est modulée. La présence de la résistance R_2 et de la capacité C_1 (qui laisse passer les oscillations basse fréquence) empêche les oscillations musicales d'agir sur la grille g de la lampe. La grille g est donc rendue négative de v (volts) par rapport à la masse. D'autre part, elle est rendue négative de V (volts) grâce à la résistance R_0 . Sa polarisation est le total $V+v$. De même (au-dessus), des pulsations hydrauliques produites en M sont régularisées par les petits tubes R_2 R_1 et les membranes élastiques C_2 C_1 . Ainsi les oscillations détectées agissent sur la grille de la lampe B F et le potentiel d'équilibre de B sur la grille de la lampe H F en modifiant son amplification,

la masse, un potentiel négatif variable.

Il en résulte que la polarisation totale de la grille de la lampe à pente variable est la somme de deux polarisations : une introduite par la résistance R_0 et l'autre par la résistance R_1 . Le voltage de polarisation est donc $V+v$.

Dans ces conditions, supposons que notre poste reçoive un signal très fort venant, par exemple, d'une station située à proximité. Arrivé à la lampe détectrice, ce signal provoque une forte chute du potentiel dans la résistance R_1 et le point B sera amené par rapport à la masse à une tension négative v assez élevée. Il s'ensuivra une augmentation de la polarisation de la grille de la lampe à pente variable et, par conséquent, un affaiblissement du signal. Mais la polarisation de la grille de la lampe à pente variable étant la somme de deux polarisations v et V , nous pourrions la régler en agissant sur la résistance de polarisation R_0 , de telle façon que l'amplification de la lampe soit suffisante pour donner une bonne audition d'une puissante émission locale, sans surcharge et sans déformation.

Supposons maintenant que l'émission faiblisse, c'est-à-dire que l'amplitude des oscillations arrivant à la lampe détectrice diminue. Le potentiel négatif v du point B diminue et la grille de la lampe à pente variable devient moins négative en entraînant l'accroissement de la sensibilité du poste et le renforcement du signal. Plus le signal faiblit, plus la sensibilité du récepteur augmente en annulant ainsi l'effet du *fading*.

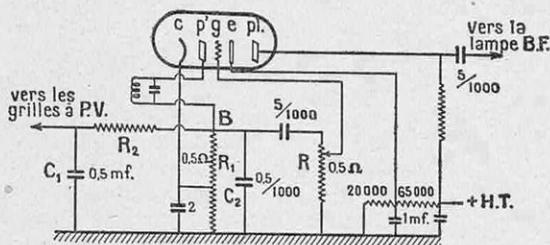


FIG. 19. — SCHÉMA D'UN DISPOSITIF « ANTI-FADING » UTILISANT, POUR LA DÉTECTION, UNE LAMPE DIODE-TRIODE

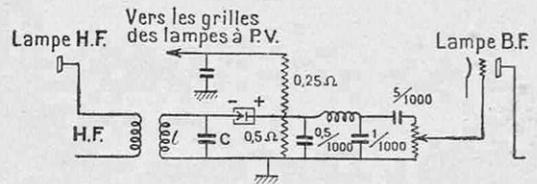


FIG. 20. — DISPOSITIF « ANTI-FADING » UTILISANT, POUR LA DÉTECTION, UN REDRESSEUR À OXYDE DE CUIVRE

Il est intéressant de noter que, grâce à la présence de la résistance réglable R_0 , le propriétaire du poste est libre à chaque moment de régler comme il l'entend la puissance *maximum* d'audition. Le dispositif « antifading » se chargera ensuite de maintenir automatiquement la puissance sonore ainsi choisie.

La figure 19 représente le dispositif « antifading » analogue au précédent mais utilisant une lampe spéciale réunissant dans la même ampoule et la lampe diode et la première lampe amplificatrice basse fréquence, la cathode restant commune. La lampe diode ne produit aucune amplification et son rôle se borne au redressement du courant. Il est évident que, dans ces conditions, rien n'empêche de la remplacer par un autre redresseur quelconque et, en effet, ces derniers temps, nous voyons apparaître les appareils utilisant des détecteurs à oxyde de cuivre basés sur les mêmes principes que les redresseurs à oxyde couramment utilisés dans la technique radioélectrique. La figure 20 donne le schéma de l'ensemble.

Les variations de voltage de la résistance détectrice étant limitées, il est évident que l'action « antifading » se bornera à une région plus ou moins large, mais quand même assez voisine du niveau choisi. Pratiquement, les schémas indiqués plus haut donnent entière satisfaction, mais, dans le cas où une régularité plus grande doit être obtenue, on utilise une lampe intermédiaire, spécialement chargée d'accentuer les chutes de tensions produites par l'amplitude de l'onde incidente et de permettre ainsi la régularisation dans des limites aussi larges qu'on le désire.

C. VINOGRADOW.

La Suisse vient au premier rang, en Europe, au point de vue de la longueur des voies électrifiées (1.675 km). Viennent ensuite la France avec 1.600 km, l'Italie avec 1.550, l'Allemagne avec 1.530, la Suède avec 900 et l'Autriche avec un peu plus de 700. Mais si l'on reprend les mêmes statistiques par rapport à la longueur totale des réseaux exploités, on constate que la Suisse se classe encore première avec 56 % de lignes électrifiées, la Suède, seconde, avec 14 %, l'Autriche, troisième, avec un peu plus de 13 %. Quant à la France, elle vient au sixième rang, avec moins de 4 %, alors que l'Italie a déjà 9 % de son réseau électrifié, et se classe quatrième.

LES MÉTHODES DE LA GÉOPHYSIQUE ET DE LA PROSPECTION MINIÈRE ACCÉLÉRÉES GRACE AU PENDULE HOLWECK

Par Jean LABADIÉ

La mesure précise des variations de l'intensité de la pesanteur, quand on se déplace à la surface du sol, présente un intérêt capital, tant au point de vue purement scientifique — détermination de la forme exacte et des propriétés géophysiques du globe — qu'au point de vue de la prospection minière — recherches des gîtes métallifères et des gisements de pétrole. Jusqu'à ces dernières années, ces mesures exigeaient un matériel extrêmement encombrant et pesant (plusieurs tonnes) et chacune d'elles demandait plusieurs jours d'observations et de calculs, d'où perte de temps et d'argent. Or, la mise au point toute récente, par M. Holweck, d'un pendule élastique (1) d'une extrême sensibilité, permet d'effectuer aujourd'hui ces mêmes mesures en moins d'une heure avec un matériel ne pesant que quelques kilogrammes. Grâce à cette rapidité d'exécution et à cette facilité de transport, il a été possible d'explorer méthodiquement, en quelques semaines, tout le Nord de la France et de découvrir, en particulier dans le Pays de Caux et près d'Alençon, des anomalies jusqu'alors inconnues, qui décèlent peut-être la présence de pétrole dans ces régions. La science, par ses investigations continues, découvre sans cesse de nouvelles richesses du sol et accroît le capital « matières premières » de l'humanité.

Nos lecteurs connaissent déjà le pendule élastique de M. Holweck et du R. P. Lejay, le plus sensible qui soit au monde (1), dont les auteurs viennent d'établir un nouveau modèle que nous présentons ci-après ; mais c'est seulement en 1933 qu'auront été publiés les premiers résultats pratiquement obtenus sur le terrain pour le tracé, au moyen de ce pendule, des cartes « gravimétriques », c'est-à-dire donnant l'intensité de la pesanteur dont l'importance est capitale en prospection minière.

Un mot caractérise le progrès technique réalisé, grâce au pendule gravimétrique Holweck-Lejay : la précision des mesures atteint et dépasse celle des meilleures méthodes existantes tout en n'exigeant qu'une heure de travail (y compris la mise en place de l'instrument) là où il fallait, auparavant, des observations de plusieurs jours. Et cela grâce à un matériel dont le poids total n'excède pas quelques kilogrammes, tandis que l'ancien en pesait plusieurs centaines. On conçoit, dès lors, que les auteurs aient pu réaliser une carte gravimétrique du Nord de la France, par une exploration méthodique menée à l'allure du tourisme automobile.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 172, page 276.

A ce compte, si les géodésiens le veulent bien, la face de la terre ne contiendra bientôt plus dans son épaisseur aucune anomalie de densité qui ne soit décelée, jaugée en grandeur et mesurée en intensité. Les géologues n'auront qu'à interpréter ces anomalies d'après la nature du terrain environnant pour donner aux prospecteurs des minerais toutes les chances de frapper juste tous leurs coups de sonde.

Le pendule-gravimètre Holweck-Lejay constitue l'appareil oscillant le plus sensible du monde

Rappelons succinctement le mode de construction du pendule élastique Holweck-Lejay. C'est un système oscillant du même principe que le « métronome » des musiciens. Une lame électrique très courte, en *elinvar*, se prolonge par une tige très rigide de quartz de 60 centimètres, et celle-ci supporte un *contrepoids* coulissant dont la position, réglable, détermine évidemment la période de l'oscillation. C'est exactement le procédé de réglage du métronome : plus on élève la masse coulissante sur la tige de quartz et plus l'oscillation est lente. Le nouveau modèle créé par M. Holweck et le R. P. Lejay, sous le numérotage 42 (deuxième modèle de

la quatrième série) s'il bat une fois toutes les 6 s 3476 dans le laboratoire de M. Holweck, à l'Institut du Radium à Paris, verra les trois dernières décimales de ce nombre varier à chacun de ses déplacements sur les différents points du territoire de la France.

Si l'on remonte le contre-poids à une certaine hauteur-limite, l'oscillation cesse de se produire, le système penche d'un seul côté, le ressort n'a pas la force nécessaire pour réagir contre la pesanteur du système.

Il est évident que, moyennant un réglage convenable, l'oscillation peut commencer son battement avec une très large période. On peut même réaliser un point d'équilibre instable de l'appareil, auquel correspond une période infiniment grande. Mais, dans ce cas, l'appareil ne servirait à rien.

D'autre part, même en lui octroyant, par exemple, la durée d'oscillation de 6 s 3476 à Paris (au lieu indiqué, rue Pierre-Curie), il faut constater qu'on ne saurait aller beaucoup plus loin dans l'accroissement de cette période de base de laquelle dépendra, en effet, la précision des mesures, car, réglé à ce taux, le pendule 42 battrait à raison de 8 s 261 au pôle où l'accélération de la pesanteur est de 983,216 (1). Or, il atteindrait ainsi le point d'instabilité

(1) La sensibilité des pendules se mesurant par la différence de rapidité, dans la variation de leurs oscillations sous l'influence de la pesanteur, nous constatons que s'il était transporté du pôle à l'équateur, les oscillations du pendule Holweck-Lejay passeraient de 8 s 261 à 5 s 194, tandis que le pendule ordinaire battant la seconde à 45° de latitude donnerait, par oscillation, la *minime* différence de 0 s 9.987 au pôle, à 1 s 0026 à l'équateur.

(période infinie) en un lieu où la pesanteur serait de 986,526, c'est-à-dire à peu près le même accroissement gravifique, relativement au pôle, que celui constaté entre Clermont-Ferrand et ce même pôle où la pesanteur terrestre est maximum.

En d'autres termes, encore, si on imposait au pendule élastique 42, supposé réglé à Clermont-Ferrand, des oscillations de 8 secondes le pendule, ainsi réglé et transporté au pôle,

il oscillerait aux environs de la période « infinie ». Pratiquement, il serait devenu « instable » par le seul effet des faibles variations du champ terrestre !

Ces nombres comparés montrent l'immense sensibilité aux variations de la pesanteur de l'instrument créé par M. Holweck et le R. P. Lejay.

La technique de construction du pendule 42 est une merveille d'originalité

Nous pouvons comprendre, mainte-

nant, en quoi peuvent consister les difficultés de la construction.

L'oscillation est obtenue par l'antagonisme de l'effort de la *lame élastique* qui supporte la masse oscillante d'une part et, d'autre part, du champ de la pesanteur appliqué à cette masse oscillante.

Etant donné la grande sensibilité théorique de l'appareil, celle-ci serait illusoire si, à l'éminente constance de la pesanteur en un lieu donné, on opposait un ressort qui serait sujet à des variations d'élasticité ou, encore, une masse oscillante dont le centre de gravité se déplacerait, par exemple, sous l'effet de la dilatation thermique.

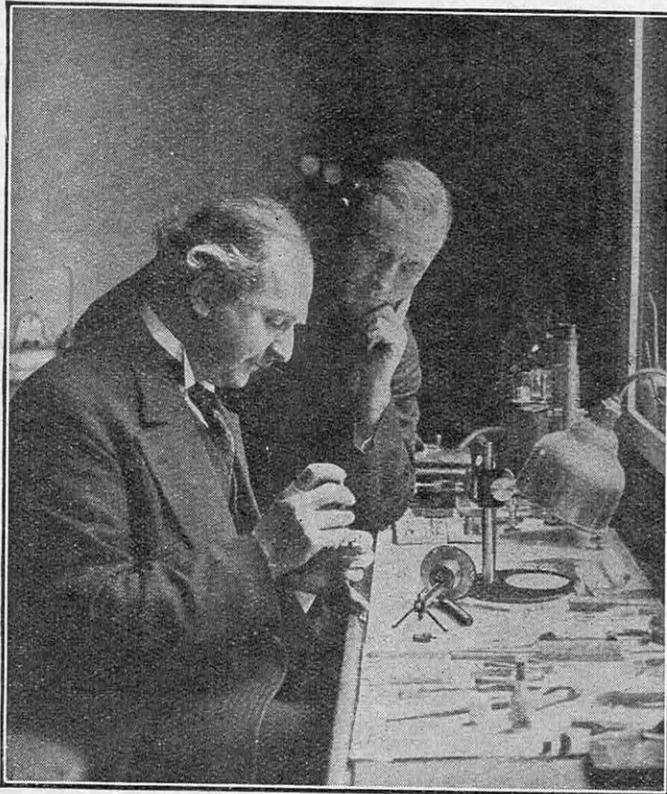


FIG. 1. — LE R. P. LEJAY ET M. HOLWECK, AU LABORATOIRE, NE LAISSENT A PERSONNE LE SOIN DE MONTER LEUR PENDULE ÉLASTIQUE

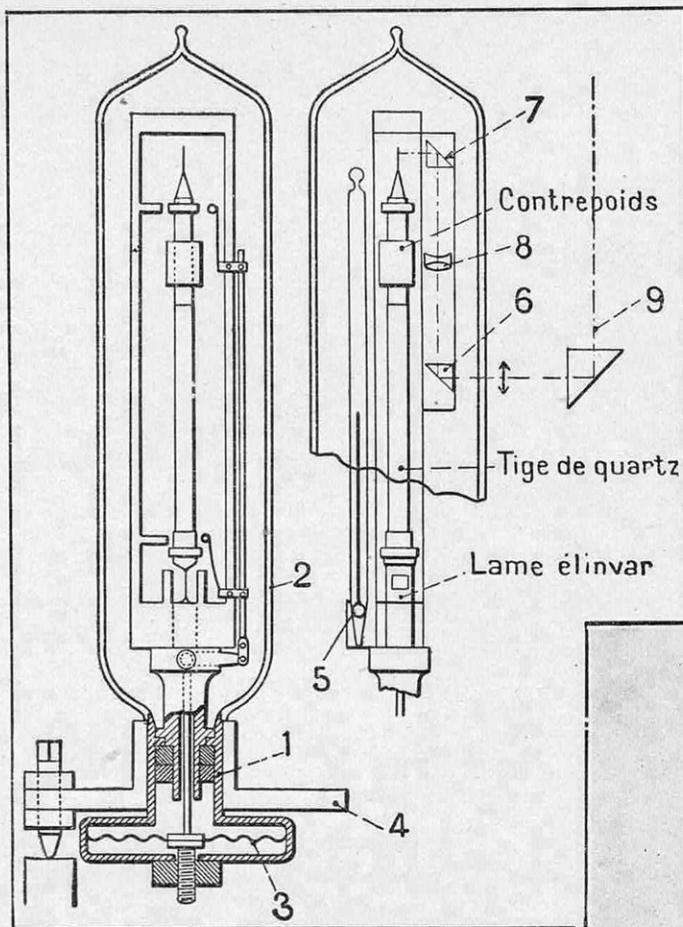


FIG. 2. — COUPE SCHEMATIQUE DU PENDULE HOLWECK-LEJAY

La tige de quartz et son contrepois montés sur la lame élastique en élinvar, dont on constate la minceur, vue de profil. En 3, la membrane métallique ondulée assurant l'étanchéité du joint par lequel passe la commande de fixation 2 du pendule sur ses butées. A droite : le système optique d'observation des oscillations. Le regard de l'observateur tombe sur le prisme 9 extérieur, qui le renvoie, par 6, 8 et 7, sur la pointe-repère, au sommet du pendule.

Nous comprenons dès lors l'importance capitale de la matière dont est faite la lame élastique. Une fois taillée et mise en place, son coefficient d'élasticité doit demeurer rigoureusement insensible aux variations de température. Il existe un métal répondant à cette condition, c'est celui qu'a étudié autrefois M. Ch.-Ed. Guillaume, sous le nom d'élinvar, alliage de 28 % de nickel avec 72 % de fer. Une masse d'élinvar forme donc le support du pendule proprement dit : on l'amenuise en lame élastique d'une seule pièce afin d'éviter tout encastrement à la base.

La masse oscillante en quartz (donc très peu sensible à la dilatation thermique) est

encastrée sur la lame élastique, et recouverte d'une argenture destinée à canaliser à la terre l'électricité de frottement que peuvent fournir au pendule les butées qui limitent l'amplitude de son mouvement. Electricité qui, si on l'éliminait, introduirait des réactions électrostatiques intempestives entre la masse oscillante et les parois du tube, à vide très poussé, dans lequel fonctionne l'appareil.

Mais la composition de l'élinvar ne serait pas encore une garantie suffisante contre les variations du coefficient d'élasticité si la lame, une fois taillée, ne recevait un certain traitement thermique.

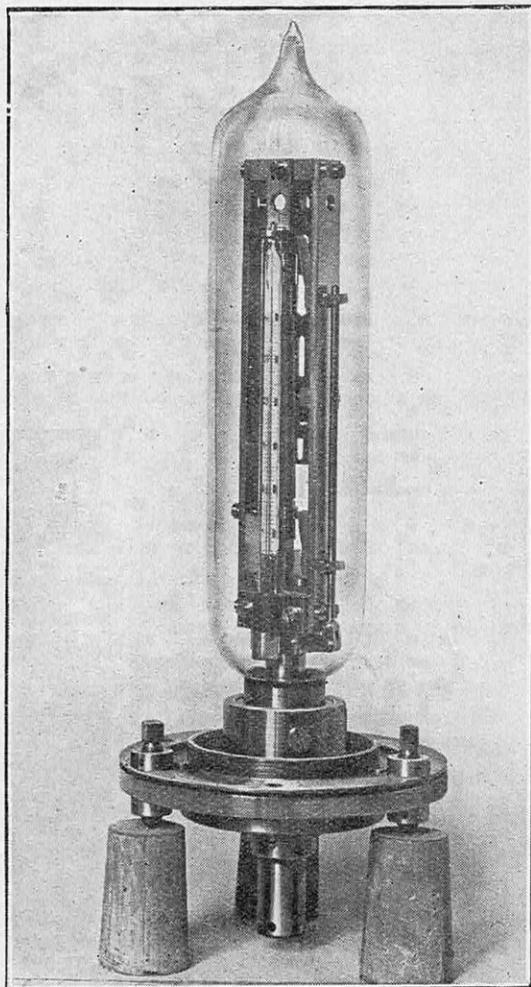


FIG. 3. — LE PENDULE HOLWECK-LEJAY MONTÉ DANS SON TUBE A VIDE

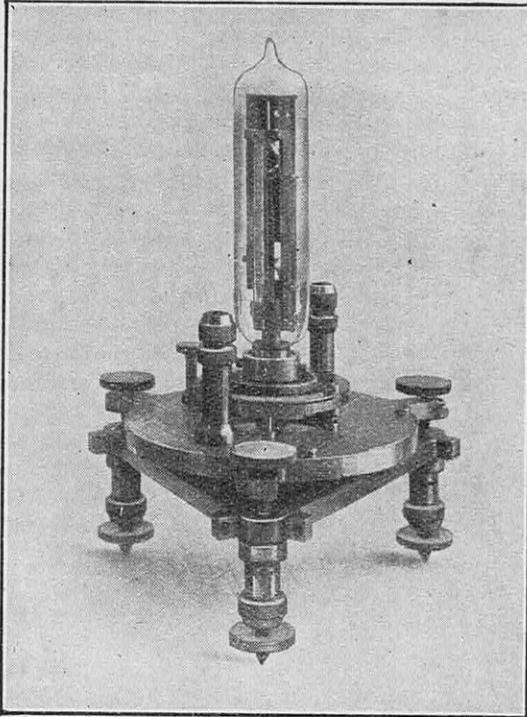


FIG. 4. — LE PENDULE MONTÉ SUR SON PLATEAU A VIS MICROMÉTRIQUES DESTINÉES A RÉGLER SON HORIZONTABILITÉ AVEC UNE PRÉCISION NÉCESSAIRE

Ce traitement très particulier, obtenu à force de tâtonnements par M. Holweck, constitue finalement le « nœud », si l'on peut dire, de la construction.

Aussi bien des physiciens américains ayant voulu copier le pendule Holweck-Lejay, d'après les publications qui en ont été faites, ont été arrêtés net par l'ignorance où ils se trouvaient du traitement en question. Ils ont demandé la formule à Paris. M. Holweck leur a répondu : « Vous aurez autant de pendules 42 que vous voudrez, mais vous nous permettrez de monopoliser la construction ». Bien joué.

Comment se mesure l'accélération de la pesanteur avec le pendule-gravimétrique

Avant d'entrer dans l'exposé des résultats obtenus au moyen du pendule Holweck-Lejay, rappelons comment la pesanteur (mesurée par l'accélération en un lieu donné) peut se mesurer par

les oscillations de tout pendule, de quelque système qu'il soit.

Le pendule simple (une masse qui se balance au bout d'un fil), possède une période d'oscillation qui dépend de la racine carrée de la longueur du pendule divisée par l'accélération recherchée : g .

Il suffit, par conséquent, de mesurer la longueur du pendule l et sa période d'oscillation T pour avoir tous les éléments du calcul de g . La mesure de la longueur est chose relativement aisée encore que dans le transport d'une station de mesure à l'autre le chiffre obtenu puisse être modifié. La mesure de la période d'oscillation exige que l'on compte (et à partir d'une origine des temps très précise) le nombre des oscillations du pendule qui sert à l'observation. Il y faut un chronométrage extrêmement délicat. Le général Defforges, qui a établi (1887) le premier réseau « gravifique » de la carte de France, procédait en reliant par une ligne télégraphique sa station d'observation à un pendule de l'Observatoire où la pesanteur possède la valeur-étalon (en l'espèce Paris). Au moyen d'une liaison électromagnétique très simple, le pendule fixe de la station-étalon donne, par un contact électrique, à la station de mesure, le rythme de ses battements. Un appareil dit « à coïncidences » enregistre ce rythme, tandis que le pendule de mesure oscille au-dessus dudit appareil, de manière à ce que l'on puisse comparer les différences des deux mouvements périodiques — comparaison d'où l'on tirera la valeur

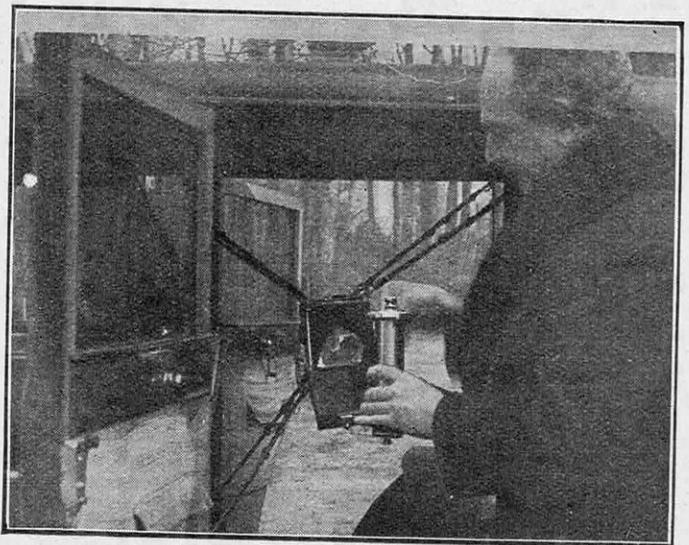


FIG. 5. — LE PENDULE EST PLACÉ DANS SON ÉTUI, LUI-MÊME SUSPENDU PAR DES CROISILLONS ÉLASTIQUES A L'INTÉRIEUR DE L'AUTO DES PROSPECTEURS

de la période T dont nous avons vu le rôle dans le calcul de g .

Mais le pendule libre de la station de mesure doit être *lourd* si l'on veut qu'il oscille longtemps — assez longtemps pour qu'il soit possible de compter un nombre suffisant de « coïncidences » entre les deux ordres de battentents. Si le pendule est lourd, son mouvement réagit sur le pilier qui lui sert de support : d'où des corrections très complexes. C'est pourtant ainsi qu'a opéré le général Defforges. Il obtint la mesure, en *valeur absolue*, de la pesanteur au lieu étudié à une approximation qui atteint la sixième décimale — le *millionième*.

Mais l'appareillage à transporter pèse 500 kilogrammes. Son installation demande huit jours. Et le chronométrage des « coïncidences » d'oscillation des deux pendules doit être fait avec un garde-temps qui assure l'approximation de cinq centièmes de seconde par jour, sinon la sixième décimale de g devient illusoire. De tels chronomètres sont loin d'être d'un emploi facile : il faut d'ordinaire, aujourd'hui, utiliser la T. S. F. pour mesurer le temps avec une aussi grande précision. Ceci représente une véritable mobilisation hertzienne.

Voyons maintenant avec quelle aisance et quelle précision beaucoup plus certaine (sinon plus élevée, pour l'instant) s'effectue la même mesure au moyen du pendule Holweck-Lejay.

La formule qui relie la période d'oscillation du pendule électrique à la valeur de la pesanteur est un peu plus compliquée que pour le pendule simple. Sachons seulement qu'elle détermine la *pesanteur prise à la station*

de mesure, en fonction de la pesanteur d'une station origine (servant d'étalon) par une équation très simple. En sorte qu'il suffit de compter les oscillations à la station de mesure, sans autre préoccupation, pour être à même de calculer la pesanteur en ce lieu, en fonction de la valeur-étalon choisie comme unité. Nous n'aurons ainsi qu'une mesure « relative »

à l'unité choisie et non plus « absolue » comme dans la méthode du général Defforges; mais qu'importe, si notre unité est préalablement mesurée avec une rigueur suffisante.

Ceci posé, voici comment procèdent les « opérateurs géodésiens », MM. Holweck et P. Lejay.

Ils emportent leur pendule (réglé au laboratoire) dans un étui de cuir que l'on suspend par des tirants élastiques, aux parois intérieures d'une voiture automobile. S'il faut prendre le train, on se contentera de placer l'appareil, sur coussin pneumatique, dans le filet aux bagages. Le tout ne pèse que 8 kilogrammes et non 500, comme l'outillage Defforges.

Arrivés sur le lieu d'observation, les physiciens choisissent un terrain à l'abri des ébranlements, les marches

d'un autel, par exemple, à l'intérieur d'une église. Et, trente minutes après — non plus huit jours — le pendule, bien équilibré sur ses vis-supports, se trouve prêt à fonctionner. On le lance et on compte ses oscillations au moyen d'une simple montre à secondes, si l'on n'a pas de chronomètre de sport — lequel marque le cinquième de seconde, ce qui vaut mieux. Mais puisque, ici, la période est sept fois plus longue que dans le pendule battant la seconde utilisé par Defforges, la précision de la mesure n'exige qu'un comptage

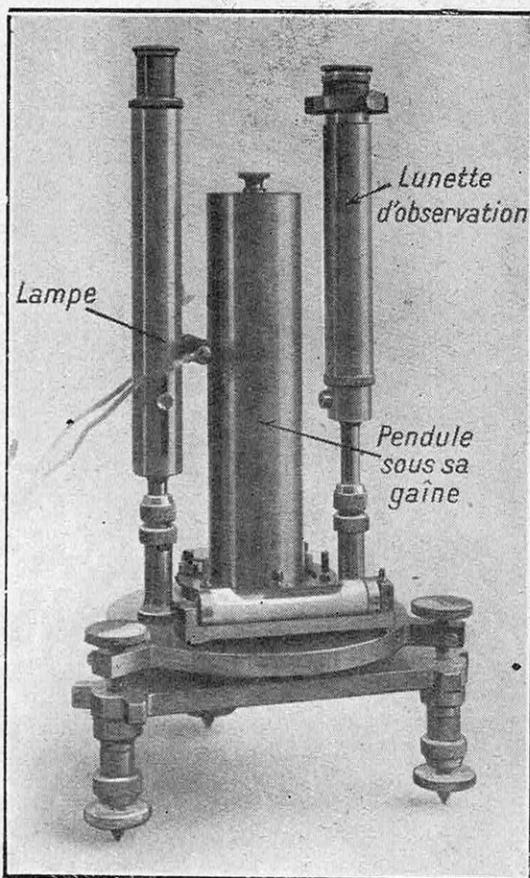


FIG. 6. — LE MONTAGE DÉFINITIF DU PENDULE AVEC LES DEUX SYSTÈMES EXTÉRIEURS D'ÉCLAIRAGE ET D'OBSERVATION

L'appareil est coiffé d'une gaine de tinée à le protéger contre les variations de température.

global des oscillations. Si vous voulez obtenir g à la précision du demi dix-millième, il vous suffira de compter les oscillations pendant 5 minutes ; vous aurez ainsi leur valeur moyenne avec l'approximation suffisante. Si vous désirez avoir g au millionième, il faudra compter pendant 2 heures. Avec le procédé Defforges, il fallait plusieurs jours d'observations et quelquefois un mois.

Une fois les observations recueillies, il suffit d'une heure de calculs pour avoir le résultat recherché (qui est la valeur de g) ; le temps de calcul relatif à une semaine d'observations dans la méthode Defforges, se complétait de plusieurs jours de travail de bureau.

Aussi, la vitesse de travail des opérateurs anciens ne dépassait pas, au grand maximum, une « station » par semaine. MM. Holweck et Lejay « font » douze stations durant ce même temps.

Et, détail peu négligeable, le prix de revient de leur station (frais de transport compris) n'est que de 150 francs contre 1.500 francs qu'exigeait l'établissement d'une station Defforges.

La mesure du « Géoïde » terrestre

Et maintenant, demanderez-vous, quelle est l'importance pratique de la connaissance de la pesanteur sur le plus grand nombre possible de stations terrestres ?

Nous parlerons en dernier lieu des réper-

cussions les plus « terre à terre » si nous osons risquer le mot, qui touchent la découverte des minerais. Pour l'instant, commençons par montrer l'extrême importance que les géodésiens attachent à cette connaissance.

La science géodésique — à laquelle se rattachent mille objets de science générale, depuis les bases astronomiques jusqu'à l'hypothèse de la dérive des continents (Wege-ner) —, fonde entièrement ses mesures sur une base qui s'appelle le *géoïde terrestre*. Et c'est la détermination de plus en plus précise de cette base que permet d'obtenir la mesure exacte des variations de la pesanteur à la surface du globe.

Le *géoïde* n'est autre chose qu'une surface idéale « de référence » sur laquelle les géographes projettent les contours de leurs cartes et fixent les positions des points qui les intéressent — et à partir de laquelle ils déterminent, en altitude, la cote de ces

points. La première opération se nomme la « planimétrie » ; la seconde, le « nivellement ». En d'autres termes, la surface du *géoïde* est celle qui correspond, en profondeur, en tout point terrestre, au zéro d'altitude arbitrairement choisi. (En France, c'est le niveau de la mer au marégraphe de Marseille, d'après la loi de 1901.)

La surface idéale du *géoïde* pratiquement adoptée jusqu'ici par les géographes est considérée comme déterminée par la direction de la verticale en chaque point (voir

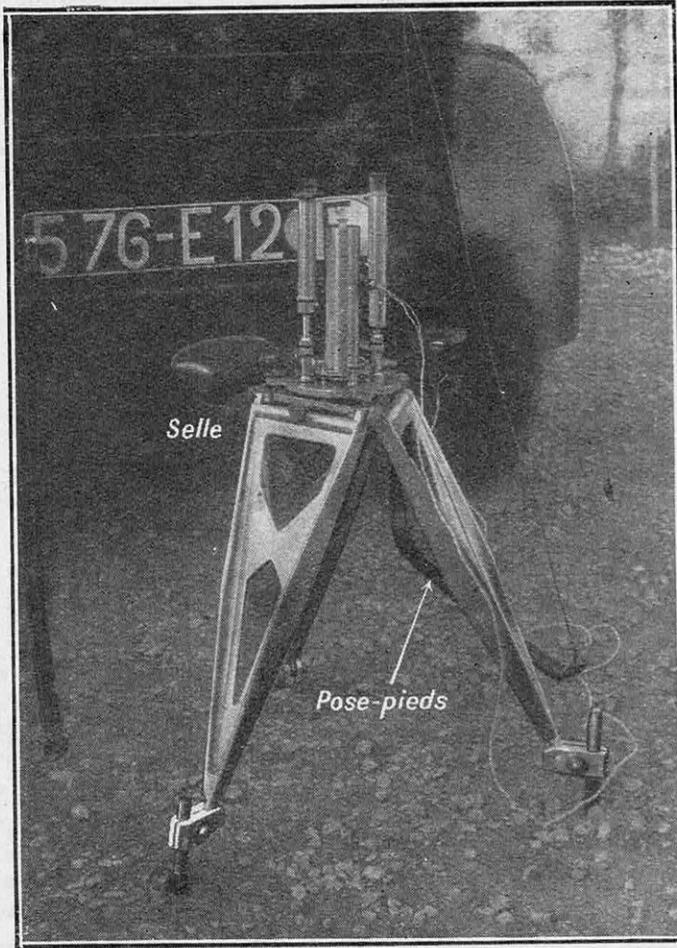


FIG. 7. — LE PENDULE HOLWECK SUR SON TRÉPIED
Une selle solidaire du châssis de la voiture permet à l'observateur d'opérer sans appuyer les pieds sur le sol, ce qui influencerait le pendule et fausserait le résultat.

le schéma, fig. 10). Mais ceci est insuffisant. Il faut considérer que, suivant une coupe verticale en chacun de ces points, la densité terrestre ne varie pas uniformément. Si la surface terrestre était la dernière enveloppe d'une série de couches parallèles ayant chacune *même densité*, la définition des géographes serait parfaite. Mais il en va autrement.

La terre est de densité essentiellement variable en profondeur. Et ceci se conçoit si l'on considère seulement la coupe schématique (fig. 11) de la surface terrestre. Dans cette coupe, on voit que les continents flottent sur le « magma fluide » intérieur du globe qu'on nomme pyrosphère. (À partir de 50 kilomètres de profondeur, toutes les roches sont en fusion en vertu de l'accroissement continu de la température, à raison de 1 degré centigrade par 33 mètres environ). Sur ce milieu fluide, les roches formant les continents flottent comme des icebergs sur l'Océan. Plus le continent émerge et, en vertu du principe d'Archimède, plus il s'enfonce dans le magma fluide qui le supporte. Cet équilibre — qui se nomme « isostasie » — a pour effet de modifier la valeur de la pesanteur mesurée en surface qu'influencent les différences physiques des masses souterraines immédiatement voisines de la surface. Ceci est tellement vrai que la pesanteur mesurée dans une île marque un *excès* sur

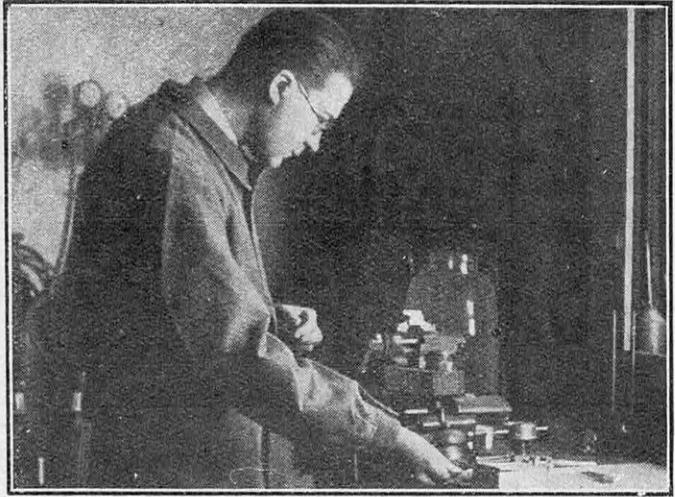


FIG. 9. — LE TRAVAIL PRÉPARATOIRE DU MONTAGE DU PENDULE

la pesanteur mesurée à la même cote à l'intérieur d'un continent. Ceci serait inexplicable sans l'hypothèse de « l'isostasie » qui nous induit à penser que, sous les mers, l'écorce terrestre est *plus dense* afin d'équilibrer les masses continentales plus volumineuses (puisqu'elles émergent), mais moins denses. En sorte que « la surface des océans prolongée sous les terres » qui définit le géoïde classique doit encore être *rectifiée en fonction des variations de la pesanteur*. Et nous aurons alors le géoïde exact.

Une preuve que cette rectification est nécessaire, c'est que les coordonnées « topographiques » — obtenues à l'arpentage sur les cartes les mieux établies — ne coïncident pas toujours avec le relevé astronomique (en latitude) du point qu'elles concernent, relevé qui s'obtient à l'énorme précision d'un dixième de seconde d'arc du méridien terrestre près, soit environ 3 mètres.

On voit maintenant tout l'intérêt que représente l'appareil Holweck-Lejay qui mesure rapidement, en tout lieu, fût-ce dans la jungle, les anomalies de la pesanteur.

Avec la connaissance des anomalies correspondant à la sixième décimale de g , on peut calculer à 2 mètres près la cote de profondeur par laquelle passe le géoïde, en chaque lieu. Si l'on obtenait la pesanteur avec une septième décimale certaine, le géoïde se trouverait déterminé à 20 centi-

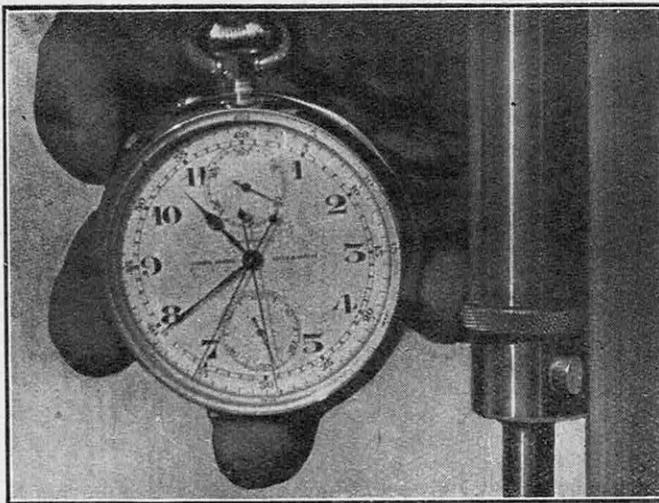


FIG. 8. — LE CHRONOMÈTRE DE « SPORT » UTILISÉ
I suffit grandement qu'il marque le cinquième de seconde.

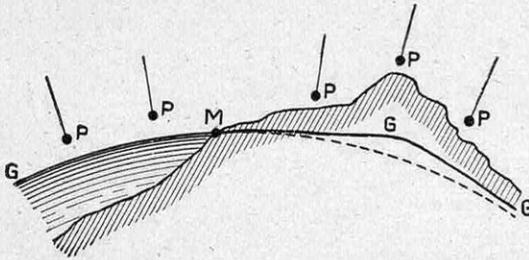


FIG. 10. - LA SURFACE DU GÉOÏDE CLASSIQUE

mètres près. Alors seulement, on pourrait commencer, avec certitude d'aboutir, *les mesures touchant la dérive (et l'enfoncement) des continents.*

Dans les pays européens, où les cartes gravimétriques sont établies avec toute l'approximation actuellement possible, le pendule Holweck-Lejay n'apporte donc, pour l'instant, aucun avantage, encore que les auteurs espèrent obtenir bientôt la septième décimale de g . Mais, en pays peu exploré, comme l'Annam où le R. P. Lejay opère présentement, il devient apparent que la texture du réseau gravimétrique doit se préciser avec aisance et rapidité, ce qui entraîne *ipso facto* le perfectionnement de la mesure du géoïde dans ces pays et, conséquemment, des bases géodésiques de notre colonie d'Extrême-Orient et, finalement de sa carte géographique encore très sommaire.

Même en Europe, la révision précise quoique rapide des réseaux gravimétriques officiels permet de corriger les erreurs que la délicatesse de l'ancien procédé Defforges a dû laisser fatalement s'insérer dans les cartes. C'est ainsi qu'une erreur importante a été constatée sur l'évaluation de l'accélération gravifique à Lyon.

La prospection du sous-sol par le moyen du pendule Holweck-Lejay

Préchant d'exemple, MM. Holweck et Lejay ont occupé leurs loisirs de vacances de 1932 à faire la carte gravimétrique du Nord de la France. Nous donnons (fig. 12) le résultat de leur prospection : on y voit, mesurées en (+) ou en (-) les anomalies de la pesanteur d'après la valeur que devrait avoir g (rapportée au géoïde) aux différentes stations, compte tenu des variations dues à la déformation ellipsoïdale de la Terre en fonction de la latitude. Il a été procédé à une mesure tous les 40 kilomètres.

Par les lieux « d'égal pesanteur » on a fait passer des courbes qui évoquent exactement les courbes de niveau par lesquelles se dessinent les montagnes et les vallées sur les cartes d'état-major, ou encore les « cyclones »

et les « anticyclones » sur les cartes météorologiques.

Les montagnes (dessinées par des courbes de gravité croissante, en allant de l'extérieur à l'intérieur) correspondent à des accentuations de la densité souterraine de l'écorce terrestre supposée plate ; les « vallées » (à courbes de gravité décroissante) représentent les allègements de la densité souterraine. C'est le cas de pays miniers de charbon.

Plus la courbure des lignes concentriques s'accroît rapidement, dans un sens ou dans l'autre, et plus est caractérisé l'accident souterrain inconnu. C'est ainsi qu'aux environs d'Alençon, apparaît une anomalie locale fortement dessinée. En cet endroit existe, par conséquent, un dôme souterrain bien accusé, recouvrant des matières beaucoup moins denses que les roches communes de la région. Tout se passe comme s'il y avait là un « anticlinal », comme les géologues appellent les toits souterrains de couches rocheuses déterminées. Si ce toit est imperméable, il peut contenir le trio classique : gaz, eau salée, pétrole.

Une autre anomalie d'ensemble très dense apparaît au pays de Caux.

Il est évident que, seule, la rapidité inouïe des observations a permis, en resserrant le

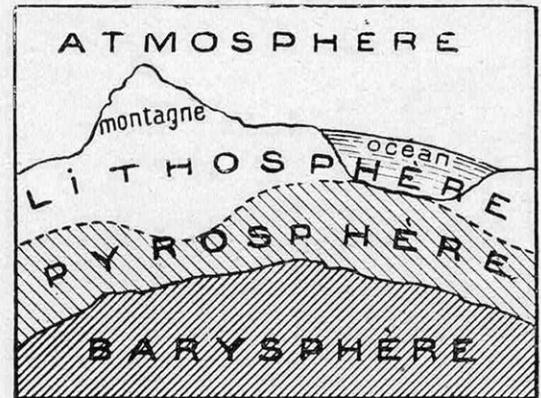


FIG. 11. - COUPE DU GLOBE TERRESTRE

La barysphère constituant le noyau central, sur lequel aucune hypothèse ne sera faite, la pyrosphère surnage, formée d'un magma fluide igné (roches fondues) sur lequel flotte la lithosphère, dont les excroissances forment les continents et les montagnes, et les creux, les océans. En vertu du principe d'Archimède, les parties émergentes de la lithosphère (au-dessus du niveau moyen de la barysphère liquide) sont équilibrées par un renflement en profondeur nettement indiqué sur la figure. Sous les océans, la pyrosphère, au contraire, approche davantage de la surface du globe. Comme elle est de densité plus grande que la lithosphère, la pesanteur, au-dessus des mers, est plus élevée.

réseau des mesures déjà existantes, de faire apparaître de tels accidents. Et la méthode permet d'établir des réseaux encore plus denses, c'est-à-dire, par conséquent, de révéler des accidents de même nature mais plus particuliers — comme c'est le vœu des prospecteurs. Etant donné la nature des roches dans une région, on peut dire que la nature des accidents souterrains révélés au pendule est à peu près définie, avec une probabilité de huit chances sur dix. Les prospecteurs de pétrole d'Amérique le savent bien, qui,

penchant du côté du mur imbibé. Tout compte fait, on pouvait calculer que ce basculement imperceptible se traduisait par une amplitude d'environ 10 millimètres à la pointe du clocher. Comme le pendule était fixé au mur par un support-console, il enregistra ce basculement. D'où il résulte que l'appareil Holwek-Lejay constitue également un merveilleux niveau de contrôle de la verticale.

Il n'est même pas besoin de faire intervenir un orage pour déceler un fléchissement du genre précédent. Le pendule Holweck-

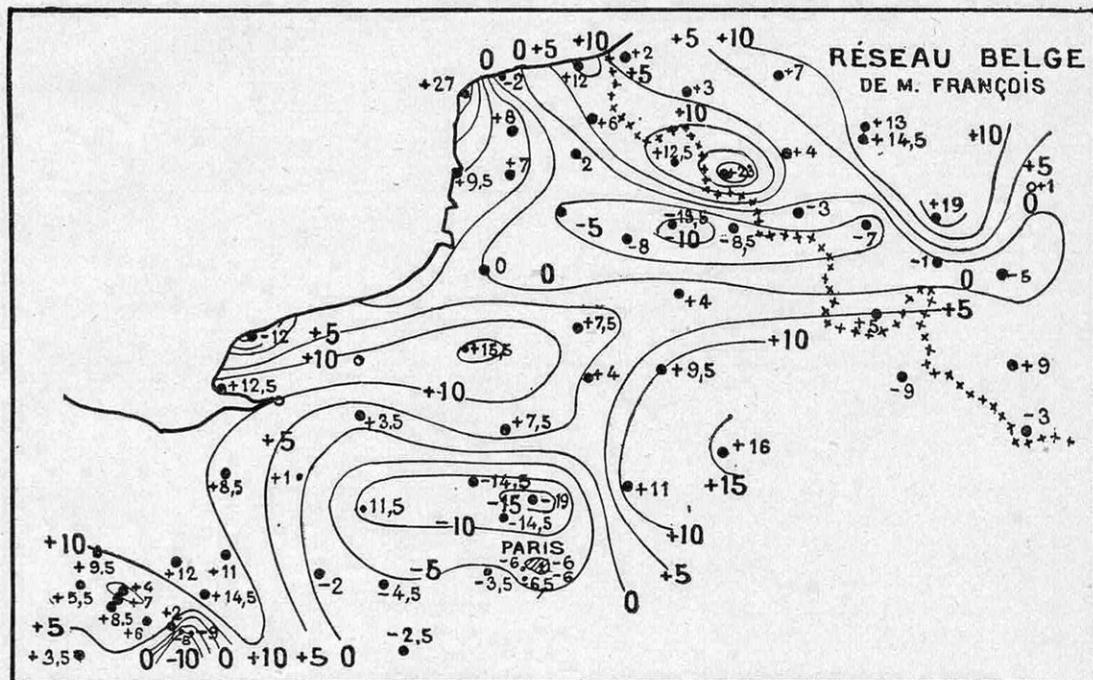


FIG. 12. — LA CARTE GRAVIMÉTRIQUE DE LA RÉGION DU NORD ET DU NORD-OUEST DE LA FRANCE ÉTABLIE AU COURS DE LEUR CAMPAGNE 1932, PAR MM. HOLWECK ET LEJAY. Les stations portent en (+) ou en (—) écrites en sixièmes décimales, les excès ou les défauts de la pesanteur autour de sa valeur moyenne dont la courbe « isogravimétrique » marque le lieu géométrique. Remarque aux environs d'Alençon (à gauche), l'anomalie très curieuse dont il est parlé dans l'article.

cependant, n'opèrent que très péniblement des mesures analogues au moyen de la balance d'Eötvös (1).

Curieux exemples de la sensibilité du pendule 42

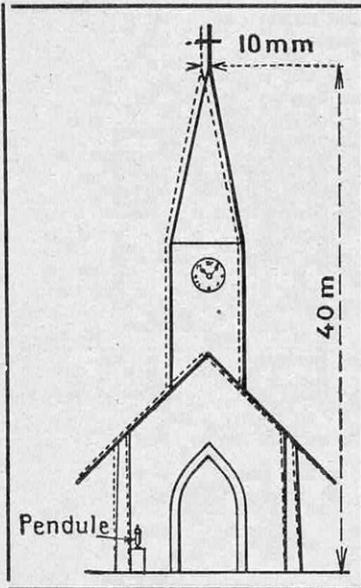
Voici quelques exemples concrets de l'extrême sensibilité de l'appareil.

Certain jour, M. Holweck et le R. P. Lejay opéraient dans l'église d'un village bien calme sans aucune trépidation et sur un sol tassé par les siècles, lorsqu'un orage éclata subitement. La pluie, survenant obliquement, ne mouillait qu'une face du bâtiment. Il s'ensuivit un léger affaissement de l'édifice,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 172, page 277.

Lejay étant solidaire (comme l'indique notre figure page 144) d'un pilier en briques, l'opérateur constata qu'il suffisait de pousser du doigt le pilier pour que la flexion imprimée de la sorte (4 millièmes de millimètre à la hauteur de 2 mètres) fût enregistrée par le pendule dont l'oscillation était affectée par cet effet microscopique. Le pendule Holweck-Lejay est bien aux pendules classiques ce que le microscope est à la simple loupe.

Autre exemple presque incroyable. Vous vous tenez debout à 50 centimètres de l'appareil et vous reportez le poids de votre corps d'une jambe sur l'autre par un simple déhanchement, sans déplacer les pieds, vous produisez ainsi un très léger basculement



du sol, qui serait imperceptible sans le pendule. Car le pendule enregistre le fait. On ne sait finalement ce qui est le plus admirable,

FIG. 13.
EXEMPLE
DE
L'EXTRÊME
SENSIBILITÉ
DU
PENDULE
HOLWECK-
LEJAY

Le pendule est placé sur les marches d'un autel dans une église de village. Un orage subit frappe de biais l'église chauffée par le soleil d'été. Le refroidissement de l'édifice du côté de la pluie le fait pencher de 10 millimètres environ (au sommet du clocher), soit de 0,25 millièème de millimètre à 1 mètre. Cette déviation est révélée par le pendule.

de la fantastique sensibilité de l'appareil, de son minimum d'encombrement ou de sa robustesse qui lui permet de faire 1.500 kilomètres en chemin de fer et 7.000 en auto, durant les trois mois de septembre, d'octobre et de novembre, au cours desquels MM. Holweck et Lejay parcoururent les régions

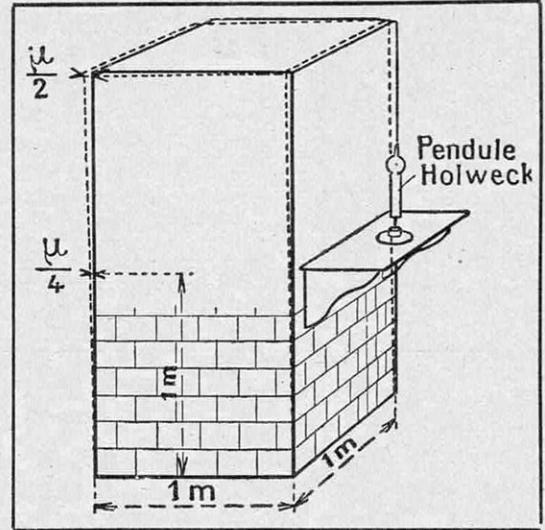


FIG. 14. — AUTRE EXEMPLE DE L'EXTRÊME SENSIBILITÉ DU PENDULE 42

Placé sur une console accolée à un pilier de maçonnerie de 2 mètres, le pendule accuse une flexion du pilier d'un demi-millième de millimètre à son sommet, ce qui correspond à la force que l'on peut donner en appuyant sur la maçonnerie avec le pouce. Aussi le pendule 42 constitue un merveilleux « niveau » permettant de contrôler la verticale.

Nord et Nord-Ouest de la France, sans rien perdre ni de son réglage, ni de sa sensibilité. Le physicien et le prospecteur ont ainsi, désormais, à leur disposition l'appareil extra-sensible qui leur faisait défaut pour effectuer leurs recherches scientifiques et industrielles. JEAN LABADIÉ.

Il y a des problèmes qui paraissent difficiles à résoudre — pour l'instant du moins — Qu'on en juge : chaque nation, pour équilibrer son budget, cherche à exporter le plus possible et à importer le moins possible afin de réaliser une balance commerciale positive. Autrement dit, chacun veut vendre beaucoup et acheter peu. Or, actuellement — que ce soit dans le domaine agricole, que ce soit dans le domaine industriel — la production dépasse considérablement la consommation, d'où l'effondrement des prix mondiaux et la crise économique internationale : les stocks s'accumulent et, pour éviter une nouvelle baisse des produits : blé, café, coton, etc... — on jette au feu ou à la mer des richesses énormes que le sol, scientifiquement exploité, fournit en plus grande abondance que jamais. Les conférences du Nouveau et de l'Ancien monde n'y firent rien et nous craignons bien que, seule, la loi de sélection naturelle — si barbare qu'elle soit — ne fasse que les moins bien armés succombent pour laisser la place aux plus forts. Alors l'équilibre se rétablira progressivement et tout naturellement sur la planète.

LE NOUVEL INSTITUT HERTZ, DE BERLIN, EST CONSACRÉ A TOUS LES PHÉNOMÈNES VIBRATOIRES

Par Hans GOETSCH

Toute la physique moderne est dominée par l'étude des phénomènes vibratoires et oscillatoires, qui conditionnent complètement, en particulier, l'acoustique, l'optique, la radioélectricité et leurs applications pratiques. La mécanique appliquée, elle aussi, doit tenir compte, dans l'élaboration des machines les plus variées, des vibrations qui peuvent s'y produire. Or, tous les phénomènes vibratoires, quelle que soit leur origine, obéissent à des lois fondamentales identiques. Cette considération a présidé à la fondation de l'Institut des ondes de Berlin — placé sous l'égide de Heinrich Hertz, le « père » des ondes hertziennes — et qui a pour objet l'étude théorique et expérimentale de tous les phénomènes vibratoires et de leur propagation. Les résultats pratiques déjà obtenus dans ses magnifiques laboratoires, en particulier en ce qui concerne la télévision, la lutte contre le bruit, la « musique électriée », etc..., laissent entrevoir que cet organisme scientifique, tout récemment inauguré, constitue un centre d'études unique au monde.

Au début de 1927, la Reichspost allemande, la Direction de l'Enseignement de l'État de Prusse, la Société de Radiodiffusion de Reich, l'Association allemande des Electriciens et les grandes firmes de l'industrie électrique se réunirent et constituèrent une société d'études dans le but de fonder et de subventionner un Institut, spécialisé dans les recherches concernant les oscillations électriques et acoustiques. On décida de rattacher cet Institut à l'École Technique supérieure de Berlin pour qu'il collabore à l'important travail d'instruction technique et scientifique des jeunes générations. L'étude des oscillations mécaniques introduite, à l'instigation de cette École, dans le programme des recherches de l'Institut, conduisit à entrer en relations avec les chemins de fer du Reich, lesquels, accompagnés de quelques groupes d'industries connexes, vinrent se joindre aux fondateurs.

A première vue, il peut paraître étonnant que des administrations et des entreprises si diversement orientées se soient trouvées ainsi rassemblées dans le but de se livrer, en se mettant en frais, à des recherches sur les oscillations, c'est-à-dire d'explorer un domaine qui semble très spécial alors qu'en outre, pour la plupart, elles disposaient déjà de laboratoires vastes et bien équipés. En réalité, les recherches sur les oscillations ne constituent pas un domaine spécial, mais forment précisément la base

commune à de nombreuses branches particulières de la technique. Toute la dynamique, aussi bien en électricité qu'en mécanique, peut être rattachée aux phénomènes oscillatoires. L'Institut Heinrich-Hertz, qui porte le nom du savant qui découvrit les ondes électriques, réalise, pour la première fois, l'idée de placer l'étude des oscillations au centre des recherches qui intéressent de nombreux domaines.

Effectivement, que ce soit dans une ligne électrique de transport de force, dans un câble télégraphique, dans une communication téléphonique, dans le vilebrequin d'un moteur d'avion, dans une installation de téléphonie sans fil, dans un film sonore, dans la propagation du bruit des rues et les vibrations provoquées par le trafic à l'intérieur des édifices, tous les phénomènes compliqués que nous observons obéissent, en définitive, aux mêmes lois fondamentales ou à des lois analogues.

Le rôle de l'Institut Heinrich-Hertz dans la recherche scientifique

Le domaine où s'exerce l'activité de l'Institut Heinrich-Hertz se divise en cinq parties : électrotechnique générale, télégraphie et téléphonie, haute fréquence, acoustique et mécanique.

L'étude des *oscillations électriques* est poursuivie à la fois par plusieurs sections de l'Institut. On examine dans ce domaine l'action, sur les enroulements, particulière-

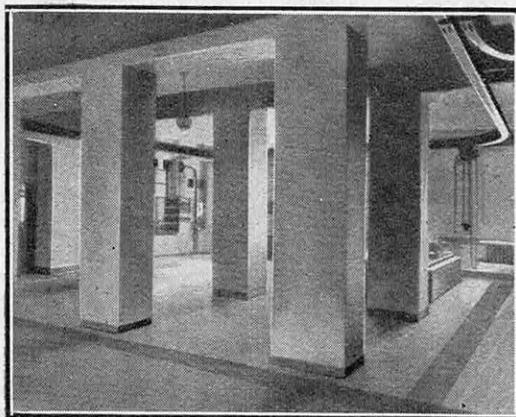


FIG. 1. — VUE DU LABORATOIRE POUR L'ÉTUDE DES VIBRATIONS MÉCANIQUES

On remarquera les piliers massifs qui donnent la rigidité nécessaire aux expériences.

ment ceux des transformateurs, des ondes se propageant le long des conducteurs et les efforts résultants qui s'exercent sur les isolants des bobinages ; la distorsion des signes télégraphiques et des courants téléphoniques dans les communications à grande distance et les procédés techniques pour y porter remède ; enfin, les phénomènes qui intéressent les organes de sectionnement et les lignes elles-mêmes, ainsi que la manière dont peuvent prendre naissance d'elles-mêmes des oscillations.

Dans la technique de la *haute fréquence* et de la *radio*, ce sont les questions de la propagation des ondes et des troubles d'origine atmosphérique, les problèmes de la radiodiffusion et de la télévision ; la détermination de normes pour évaluer la qualité d'un récepteur de radiodiffusion ; par ailleurs, les émetteurs à ondes courtes, la stabilisation par le quartz et les tubes à haute fréquence offrent un champ d'exploration chaque jour plus vaste.

En *acoustique*, l'examen systématique des sons simples entrant en composition dans la parole et dans les timbres des instruments de musique et les questions générales de l'acoustique physiologique ; l'essai d'appareils divers (téléphones, microphones, haut-parleurs), l'examen des conditions nécessaires pour une bonne reproduction des films parlants ; dans les *applications à la construction*, les problèmes fondamentaux de la transmission des

vibrations et la lutte contre le bruit ; l'isolement acoustique des pièces, l'essai de substances mauvaises conductrices du son ; dans les *applications à l'architecture*, l'examen des conditions dont dépend l'acoustique d'une salle et la mesure des échos.

En *mécanique*, les études sur la propagation des secousses vibratoires dans le sol et la répercussion du trafic des rues sur les bâtiments ; l'examen des oscillations internes de parties de machines (par exemple, de vilebrequins), d'ouvrages d'art (comme les ponts), de véhicules (wagons de chemin de fer), dont la résistance et la sécurité de fonctionnement pourraient ainsi être diminuées.

Comment sont installés les laboratoires de l'Institut Hertz

Le bâtiment de l'Institut Heinrich-Hertz est à trois étages. Dans le sous-sol se trouvent logés, outre les locaux de service, un laboratoire de mécanique, la salle des machines avec le tableau principal de distribution, un laboratoire acoustique composé de cinq pièces et une chambre noire pour la photographie, qui se répète d'ailleurs à chaque étage sur la même verticale.

Le laboratoire mécanique possède trois lourds bâtis en béton, indépendants des fondations du bâtiment, pour installer les machines dont on veut mesurer les vibrations.

Dans la chambre des machines sont logées en majorité les machines fixes de l'Institut ; on y trouve de plus trois banes pour l'installation provisoire de machines d'essai. Deux machines à haute fréquence plus importantes (une de 10 kilowatts, 10.000 périodes par seconde, et une machine double, dont

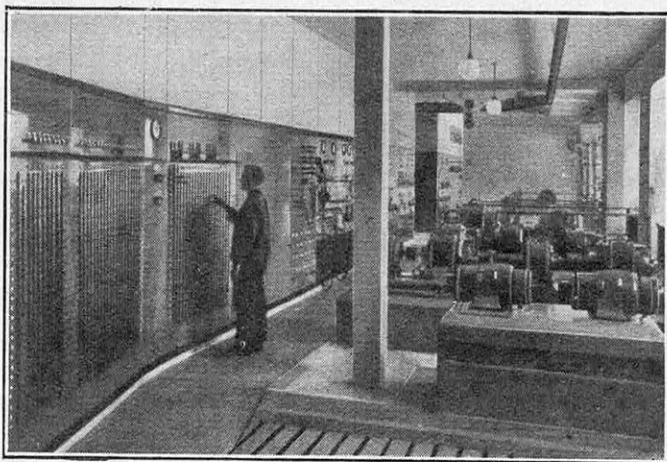


FIG. 2. — VUE GÉNÉRALE DE LA SALLE DES MACHINES AVEC, A GAUCHE, LE TABLEAU GÉNÉRAL DE DISTRIBUTION ET, A L'ARRIÈRE-PLAN, LES TABLEAUX A HAUTE TENSION

on peut faire varier la vitesse dans de grandes limites et qui sert à produire des fréquences comprises entre 500 et 800 périodes par seconde), sont installées dans un local annexe, sous la porte d'entrée de l'Institut, à cause du bruit qu'engendre leur fonctionnement.

Les deux chambres les plus vastes du laboratoire acoustique sont isolées l'une de l'autre et du reste du bâtiment par deux murs épais en brique pleine, entre lesquels est ménagé un matelas d'air. Le sol est en ciment ; le plafond et les murs sont recouverts d'un enduit dur et lisse ; les ouvertures des fenêtres peuvent être obturées par de lourds volets en fer. Par ces procédés, l'absorption du son par les parois des salles est très réduite et la durée de l'écho, devient remarquablement grande.

Ces salles servent à mesurer l'amortissement sonore de différents matériaux, comme le montre la figure 3. A l'angle arrière de droite est placé le haut-parleur et, à gauche, sur le mur de derrière de la chambre, le microphone. Sur le sol sont étendus quelques mètres carrés de « celotex ». Les circuits de mesure et l'opérateur se trouvent en dehors de la salle d'essais. D'après la diminution de la durée de l'écho ainsi observée, quand

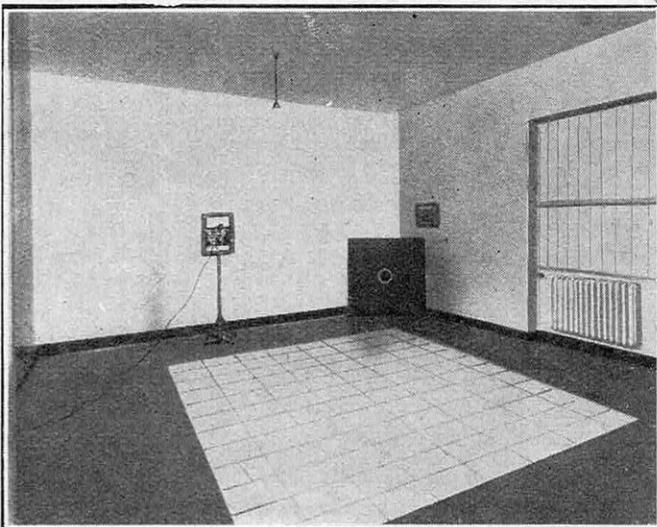


FIG. 3. — LABORATOIRE ACOUSTIQUE POUR L'ESSAI DES REVÊTEMENTS ABSORBANTS PAR LA MESURE DU TEMPS DE RÉVÉRBÉRATION, C'EST-A-DIRE DE LA DURÉE DE L'ÉCHO

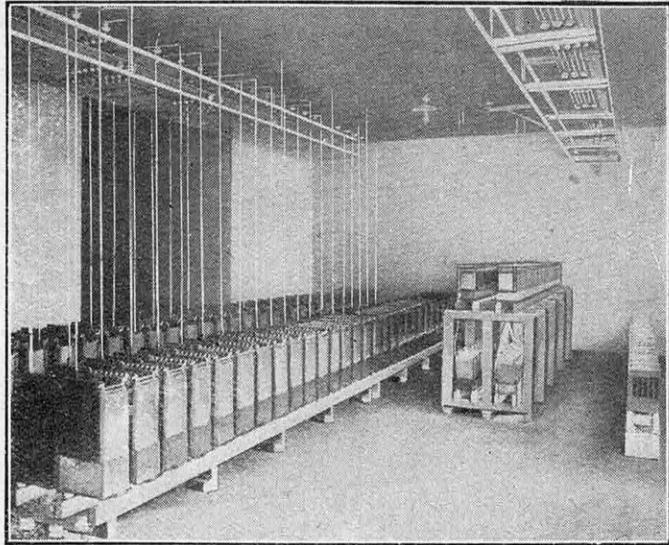


FIG. 4. — LA SALLE DES ACCUMULATEURS

A gauche, la batterie principale de laboratoire, de deux fois 110 volts. Au milieu, quatre batteries d'essais de 60 volts, et à droite, trois batteries d'essais de 12 volts.

on recouvre le sol, ou une certaine surface des parois, avec la substance à examiner, on peut déterminer le coefficient d'absorption de ce matériau par mètre carré.

Comme ces salles sont très bien isolées l'une de l'autre au point de vue acoustique, on les utilise, en outre, pour mesurer la perméabilité sonore des matériaux. Dans ce but, une ouverture de 2 mètres sur 2 mètres, ménagée dans le mur de séparation, est

bouchée avec la substance à étudier. Les sons émis dans une des chambres sont mesurés de part et d'autre de la cloison et le rapport des deux mesures fournit la perméabilité sonore. Dans les petits laboratoires, avant les deux salles de mesures, sont installés les montages d'essais, de sorte que dans les salles de mesure proprement dites ne rentrent que les instruments absolument indispensables.

Au rez-de-chaussée se trouvent principalement des laboratoires. L'installation générale de ces derniers comprend, outre l'équipement électrique sur lequel nous reviendrons, diverses particularités. Toutes les fenêtres peuvent être obturées, soit par des rideaux noirs, soit par des persiennes noires rigoureusement opaques. Pour chaque groupe de labora

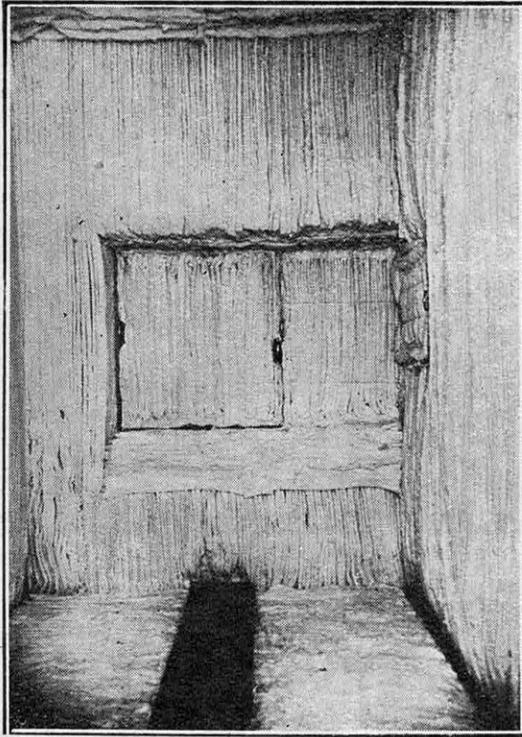


FIG. 5. — RÉDUIT DONT LES PAROIS SONT RECOUVERTES DE BANDES D'OUATE

Dans ce réduit, l'amortissement sonore est parfait et la durée de « réverbération » ne dépasse pas 12 centièmes de seconde.

toires voisins sont ménagées, dans les murs de séparation des fenêtres dans le même axe. Chacune de ces ouvertures peut être fermée, soit par une paroi en bois, soit par un tiroir et, dans leur cadre, sont fixés huit supports isolants pour traversées. De cette manière, on peut installer des dispositifs d'essais, soit électriques, soit optiques, sur la longueur de plusieurs laboratoires.

Au premier étage se trouvent également une série de laboratoires destinés aux recherches électriques et acoustiques. Un de ces derniers est remarquablement amorti par un double revêtement des murs et du plafond, grâce à des substances absorbantes. Comme on ne peut, par un simple revêtement, obtenir un amortissement suffisant pour les basses fréquences, le deuxième revêtement est muni de nombreux trous et cloué sur un châssis en bois à 5 centimètres de distance au mur. A cet étage se trouvent également une salle de conférences, une bibliothèque et divers bureaux.

Au deuxième étage sont installés les laboratoires radioélectriques, car les connexions avec l'antenne qui surmonte le

bâtiment sont les plus courtes et, de plus, les conditions de réception avec une antenne intérieure sont les plus favorables. Là se trouve l'émetteur à ondes courtes de 10 kilowatts ; la salle voisine est destinée aux essais des fours à haute fréquence. Le laboratoire pour les essais d'ondes courtes et celui pour les essais de réception radioélectrique possèdent sous le plancher un revêtement de plaques de cuivre isolées qui peut être, soit mis à la terre, soit servir de contre-poids électrique.

Au dernier étage se trouvent deux laboratoires pour les essais électriques à haute tension, la salle de dessin et une salle d'enregistrement sonore. On a conféré à celle-ci, dans ce but, le temps d'écho le plus favorable, d'environ une seconde, en revêtant une partie des murs avec des substances absorbantes. Actuellement, la technique de ces revêtements a fait de tels progrès que l'on a pu constater que la durée d'écho, mesurée après l'installation, coïncide presque exactement avec la durée calculée théoriquement d'après la surface couverte. La durée d'écho est le temps que met l'amplitude des vibrations sonores émises dans la salle à tomber au millième de sa valeur initiale. Le coefficient d'absorption, au contraire, est un rapport ; il indique dans quelle proportion l'intensité sonore est réduite avec un certain revêtement des parois, par rapport à une fenêtre grande ouverte de dimensions égales, que l'on prend pour unité ; celle-ci, en effet, laisse passer parfaitement les vibrations sonores et ne renvoie rien dans la pièce. Les mesures sont

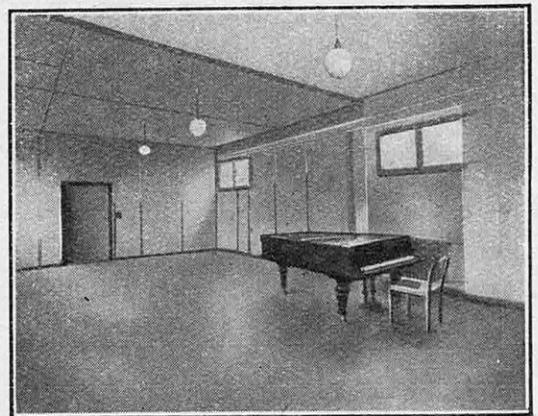


FIG. 6. — LA SALLE D'ENREGISTREMENT SONORE DE L'INSTITUT HEINRICH-HERTZ

Les parois de cette salle sont en partie recouvertes d'un revêtement absorbant pour obtenir le temps d'écho optimum pour l'enregistrement effectué.

effectuées pour des fréquences allant de 100 à 6.400 périodes par seconde. Pour des fréquences moyennes (800 périodes par seconde), le temps d'écho de la salle sonore de l'Institut est de 8,4 secondes, celui du laboratoire amorti, de seulement 0,12 seconde, et celui de la salle d'enregistrement, de 1,2 seconde — valeur reconnue la meilleure pour cette application.

Le toit de l'immeuble, enfin, peut être utilisé pour des expériences à l'air libre et possède les prises de courant nécessaires. Sur ce toit, se dressent deux mâts en bois de 20 mètres de haut pour fixer les antennes.

L'équipement électrique

L'énergie électrique est reçue des centrales électriques de Berlin sous la forme

l'Institut possède trois batteries de chacune 12 volts et quatre batteries de chacune 60 volts pour les essais. Les batteries d'essais et le groupe convertisseur ne sont pas mis à la terre ; on peut, par suite, les connecter en série avec la batterie principale et obtenir ainsi des tensions allant jusqu'à 700 volts pour des intensités assez grandes. Pour de faibles charges, on utilise les batteries anodiques habituelles. En outre, pour les essais, particulièrement le chauffage des cathodes, on dispose de batteries portatives en grand nombre, chargées et réparées dans un local spécial.

Les tensions continues de 1.000 volts et au-dessus sont fournies par des génératrices spéciales. On compte huit génératrices donnant chacune deux fois 1.000 volts ;

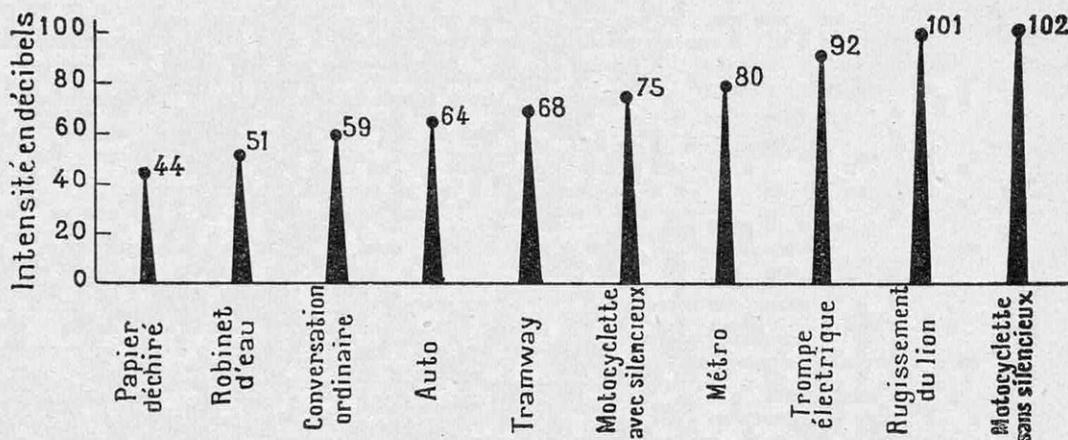


FIG. 7. — TABLEAU MONTRANT LES INTENSITÉS COMPARÉES DE QUELQUES SOURCES SONORES

de courant alternatif à 220 volts. Un groupe convertisseur de 50 kilowatts, placé dans la salle des machines, fournit le courant continu à 220 volts. Avec l'aide d'une machine supplémentaire, il sert aussi à charger la batterie d'accumulateurs principale de 220 volts. Un redresseur à vapeur de mercure, placé derrière le tableau principal, collabore à la charge.

Il faut ici signaler une singularité dans la batterie de l'Institut : c'est que, contrairement à l'usage qui veut que son point central soit mis à la terre, c'est ici son pôle négatif qui est au zéro. Cette disposition était rendue nécessaire par l'emploi généralisé de tubes à cathode incandescente dans les laboratoires. Comme les divers types de tubes utilisent pour leurs tensions grilles et anodiques des tensions continues allant de 12 à 10.000 volts, pour les gros tubes d'émission, il fallait prévoir les sources de courant correspondantes. Actuellement, outre la batterie principale de deux fois 110 volts,

une génératrice double de 10 kilowatts sous deux fois 3.000 volts ; une autre de 15 kilowatts sous deux fois 5.000 volts. Les courants à hautes fréquences sont engendrés par plusieurs groupes à 500 périodes et les deux groupes déjà mentionnés, l'un pour 10.000 périodes et l'autre à vitesse variable, entre 300 et 8.000 périodes.

Ces dernières machines ne sont utilisées que pour des intensités assez fortes. Pour les mesures et la plupart des essais, on utilise, en général, des oscillateurs à lampes qui présentent sur les machines les avantages suivants : les oscillations sont bien sinusoïdales ; la tension est constante depuis les plus basses fréquences jusqu'aux plus élevées ; leur fonctionnement est silencieux ; leur poids est réduit et ils sont facilement déplaçables.

Au groupe des génératrices à courant alternatif appartient également un générateur double pour très basses fréquences. Une des machines fournit du courant à

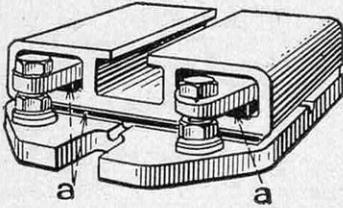


FIG. 8. — AMORTISSEUR ORDINAIRE DE VIBRATIONS
Une simple couche élastique a est intercalée entre les pièces.

une fréquence comprise entre 5 et 20 périodes par seconde, et la deuxième entre 15 et 60. Elles sont, en particulier, utilisées en télégraphie. La distribution de l'énergie dans le bâtiment s'effectue par trois réseaux : un réseau général, un réseau à haute tension et un réseau à haute fréquence complètement séparé pour éviter les effets d'induction. Le tableau général de distribution est placé le long d'un mur de la salle des machines, auquel fait face le tableau à haute et à très basse fréquence. Les tableaux à haute tension protégés sont plus compliqués et, pour des raisons de sécurité, comprennent une série de lampes de signalisation et des disjoncteurs. La distribution est double et comprend un réseau jusqu'à 4.000 volts, l'autre jusqu'à 10.000 volts.

Le reste de l'équipement électrique comprend : le téléphone automatique reliant les laboratoires et le secteur urbain ; une installation d'appel optique ; des horloges électriques commandées par une horloge centrale de précision ; des thermomètres dont les indications sont rassemblées dans la centrale de chauffe et permettent le réglage à distance de la température dans les salles.

Quelques recherches de l'Institut Heinrich-Hertz

Nous donnerons, pour terminer, quelques indications sur les travaux de l'Institut dans trois domaines particuliers : la lutte contre le bruit, la télévision et la musique électrique.

Une grande partie des progrès accomplis dans la lutte contre le bruit sont dus aux travaux de l'Institut. Le bruit semble être malheureusement une caractéristique de notre siècle de la technique. Sa diminution, sinon sa suppression, constitue un important problème au point de vue de la santé publique, ainsi que l'ont montré de nombreux médecins qui lui attribuent certaines affections et troubles nerveux. Mais la technique nous fournit aujourd'hui les moyens de combattre les bruits qu'elle a engendrés. L'Institut Heinrich-Hertz s'est donné pour mission de chercher les remèdes aux imperfections des installations qui sont à l'origine de la production du bruit.

L'intensité du bruit ne caractérise pas parfaitement son action sur nos sens ; sa composition joue également un rôle important. L'expérience montre que des bruits stridents avec de nombreux harmoniques d'ordre élevé sont particulièrement blessants, surtout lorsqu'ils sont émis soudainement (trompes électriques), ainsi que les sons simples des sirènes, ou même les sons rythmés. Au contraire, une machine dont le ronflement est couvert par les bruits voisins, est considérée comme silencieuse. Tout dépend donc du « fond sonore ». On sait que la sensation auditive varie, à intensité sonore constante, avec la fréquence ; on la mesure donc pour des sons de 1.000 périodes par seconde. Plusieurs procédés de mesure peuvent être mis en œuvre pour la mesure des bruits. Ils se partagent en deux grandes classes, suivant que la mesure est subjective, faisant intervenir l'oreille humaine, ou, au contraire, objective.

Le meilleur moyen de se protéger contre les bruits consiste à les faire disparaître à la source même, qu'il s'agisse d'un bruit de bureau (machines à écrire), de rue (véhicules), d'appartement (aspirateurs de poussières), d'usine (machines), etc. Mais, naturellement, l'action de revêtements absorbants sur les murs, de cloisons imperméables au bruit n'est pas négligeable. La transmission des vibrations par les fondations peut être empêchée par des procédés de construction particuliers, qui amortissent parfaitement les vibrations.

Dans le domaine de la télévision, l'Institut Heinrich-Hertz a mesuré le rendement lumineux obtenu avec une lampe à argon et vapeur de mercure et un disque à miroirs pour reconstituer l'image, dans le but de combiner un dispositif simplifié pour agrandir le format de l'image. Il a déterminé, en outre, les conditions de bon fonctionnement des tubes luminescents capillaires pour obtenir à la fois une grande clarté de l'image et des variations correctes dans l'intensité.

A la dernière exposition de la T. S. F. de Berlin, l'Institut Heinrich-

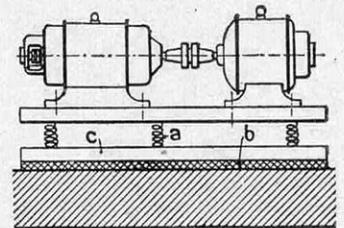


FIG. 9. — SCHÉMA D'UN DISPOSITIF POUR L'ÉLIMINATION DES VIBRATIONS DES MACHINES

a, liaison élastique absorbante ;
b, liaison rigide absorbante ;
c, plaque intermédiaire.

Hertz avait réuni l'ensemble de ses travaux sur la *musique électrique* et, au mois de février dernier, a organisé un grand concert à l'Opéra de Berlin, avec tous les instruments qu'il a étudiés.

L'idée de faire de la musique par des procédés électriques n'est pas neuve. Dès 1761, Delaborde, dans son ouvrage, *Le clavecin électrique avec une nouvelle théorie du mécanisme et des phénomènes de l'électricité*, parle d'un instrument de musique électrique, dans lequel des pendules, chargés électriquement, étaient attirés et projetés et venaient frapper des cloches. Le mécanisme était commandé par un clavier sur lequel on jouait comme aujourd'hui sur un piano. Le son, paraît-il, était comparable à celui de l'orgue expressif. Là, l'électricité n'était qu'un moyen de mettre en action des organes mécaniques.

Plus tard, on construisit des pianos dont les cordes étaient mises en vibration électriquement à l'endroit de la percussion ou entretenues en vibration aussi longtemps que l'on pressait sur les touches du clavier. Bien que pour tous ces instruments on ait cherché à l'origine à obtenir de nouveaux effets instrumentaux permettant d'enrichir les possibilités d'expression, ces efforts n'ont abouti qu'à la mise en action d'instruments mécaniques par l'électricité. Le développement de l'électrotechnique au début du *xx^e* siècle a donné une nouvelle vie à ces projets. Dans tous les instruments électriques aujourd'hui réalisés, tout le « spectre » musical se compose d'oscillations électriques que seul le haut-parleur rend audibles. Les progrès accomplis dans ce domaine sont dus, en partie, à la découverte des tubes électroniques qui servent d'oscillateurs, et en partie aussi aux recherches scientifiques sur la parole et la musique.

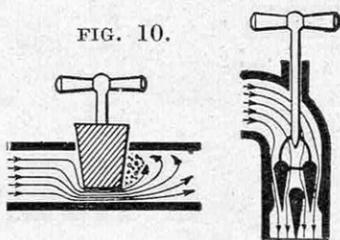
On peut classer les instruments actuels en plusieurs groupes, d'après la manière dont sont

engendrées les oscillations électriques :

1° Superposition de circuits à haute fréquence ;

2° Production directe d'oscillations à basse fréquence ;

3° Oscillations de relaxation ;



COMMENT SONT ENGENDRÉES LES VIBRATIONS DANS LES CANALISATIONS
A gauche, *turbillons dans des robinets ordinaires et, à droite, procédé pour les éliminer.*

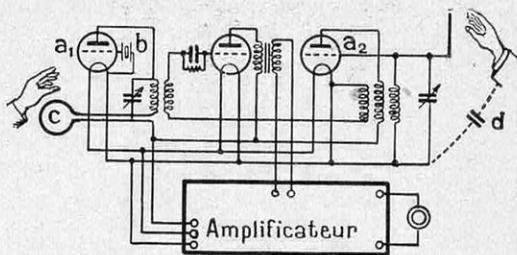


FIG. 11. — SCHEMA D'UN INSTRUMENT DE MUSIQUE ÉLECTRIQUE AVEC QUARTZ PIÉZO-ÉLECTRIQUE, D'APRÈS LE SYSTÈME THEREMIN
a₁, oscillatrice à fréquence fixe avec quartz piézo-électrique *b* ; *a₂*, oscillatrice à fréquence variable, commandée par la capacité *d* avec la main de l'opérateur ; *c*, spire de la bobine d'accord de l'oscillatrice *a₁*, pour le réglage de l'intensité.

4° Générateurs tournants ;

5° Sirènes photoélectriques et films sonores sans fin ;

6° Transformation d'oscillations mécaniques en oscillations électriques.

Dans les instruments construits d'après le premier procédé, qui nous serviront ici d'exemple, la capacité de la main droite de l'exécutant sert de capacité d'accord réglant la hauteur de la note émise ; celle-ci peut posséder les harmoniques voulus dont dépend son timbre. L'intensité se règle aussi par variation de capacité avec la main gauche (1).

La Science et la Vie a d'ailleurs tenu ses lecteurs au courant des progrès réalisés dans ce domaine. Elle a décrit notamment « l'orgue des ondes » du *Poste Parisien*, mis au point par MM. Givélet et Coupleux, qui rivalise avec les anciennes orgues à vent (2).

Les travaux poursuivis ces derniers temps à l'Institut Heinrich-Hertz, permettent avec un seul instrument d'obtenir à volonté les timbres des instruments à corde et à vent, ainsi que tous les intermédiaires et même le son du xylophone. Ce résultat est obtenu en donnant aux oscillations électriques une forme particulière, correspondant au timbre. Cette solution ouvre de nouvelles perspectives à la musique électrique.

Ces quelques exemples, choisis dans le champ d'action extrêmement vaste de l'Institut Heinrich-Hertz, montrent que cet organisme comble une lacune jusque là existante dans l'organisation de la recherche scientifique et constitue un centre d'études de tout premier ordre pour les problèmes nouveaux que posent chaque jour la science et la technique.

H. GOETSCH.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 128, page 131.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 187, page 25.



UN SERVICE DE FERRY-BOATS RELIE LA FRANCE A L'ANGLETERRE, ENTRE CALAIS ET HARWICH. C'EST LA PREMIÈRE LIGNE « COMMERCIALE » DE CE GENRE ÉTABLIE ENTRE CES DEUX PAYS. Les ferry-boats franco-anglais sont du type de celui représenté ci-dessus. Ils mesurent 109 mètres de longueur sur 18 mètres de largeur. Leurs machines développent une puissance de 3.200 ch et assurent une vitesse de 12 nœuds (22 kilomètres à l'heure); quatre voies, d'une longueur totale de 344 mètres, permettent de transporter 40 wagons complets à chaque voyage.

LE FERRY-BOAT PROLONGE LE RAIL

Il permet notamment de réduire la durée de transport des marchandises périssables

Par André CHARMEIL

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

L'un des principes qui président à la circulation des richesses par les différents moyens de transports est tout d'abord de réduire au minimum — dans un but d'économie — la manutention des marchandises : Le temps c'est de l'argent. Chaque fois que la voie ferrée aboutit à un plan d'eau (bras de mer ou lac), on a donc cherché à la prolonger pour ainsi dire au moyen de « voies flottantes » qui, en se déplaçant, transportent les rames des wagons chargés. Vers 1850, on créa ainsi le premier ferry-boat, autrement dit le premier bateau à voies ferrées. A propos de la récente inauguration d'un service de ferry-boats entre la France et l'Angleterre (toujours réfractaire au tunnel sous la Manche), nous avons pensé qu'il était opportun de présenter l'état actuel de ce mode de transports en montrant les perfectionnements apportés depuis sa création, en indiquant la nature des marchandises qui l'utilisent, en chiffrant les gains de temps que l'on réalise. La traversée en ferry-boat de Calais-Harwich sera très appréciée de tous les fournisseurs de denrées françaises qui approvisionnent la grande agglomération londonienne. Ainsi nos primeurs et fleurs du Midi seront plus rapidement acheminées vers l'Angleterre, condition indispensable pour concurrencer avec succès les expéditions italiennes qui, de plus en plus, tendent à supplanter les nôtres grâce au trafic accéléré de Zeebrugge à Harwich par ferry-boats.

DEPUIS l'année dernière fonctionne, entre Calais et Harwich (Grande-Bretagne), un service régulier de ferry-boats qui constitue la première ligne commerciale de ce genre réunissant la France et l'Angleterre. C'est l'aboutissement d'un projet vieux de plus de soixante-dix ans, et ce seul fait nous montre l'intérêt qui s'attache à ce moyen de transport encore si peu connu chez nous à l'heure actuelle.

On sait en quoi consiste un ferry boat. C'est une sorte de bac portant un certain nombre de voies de chemin de fer sur lesquelles les wagons sont embarqués et débarqués directement avec leur cargaison de marchandise et même avec des voyageurs.

L'emploi des ferry-boats est très ancien, presque aussi ancien que les chemins de fer eux-mêmes. Le premier service de « train-ferrées » fut, en effet, établi en Ecosse en 1849, pour la traversée du « Firth of Forth » (1). Depuis lors, ce mode de transport s'est généralisé dans les différentes parties du monde, partout où la configuration géographique — la présence de « plans d'eau » séparant des régions à trafic ferroviaire important — l'a rendu nécessaire.

(1) Signalons, d'ailleurs, que ce service a été supprimé à la suite de la construction du fameux pont de Forth.

Quelle est l'importance économique des ferry-boats ?

Pour comprendre l'intérêt économique des ferry-boats, il faut comparer leur trafic à celui des navires ordinaires. Par rapport à ces derniers, ils sont évidemment grevés, dès l'abord d'un grave inconvénient : celui de transporter un poids mort considérable constitué par les wagons eux-mêmes, aussi ne sauraient-ils les concurrencer pour les transports des matières « en vrac ». Par contre, ils présentent l'avantage d'assurer la continuité du transport qui supprime tout déplacement pour les voyageurs et toute manutention pour les marchandises. Cette particularité est surtout intéressante pour les marchandises fragiles qui auraient trop à risquer d'un double transbordement, ou qui exigeraient alors un emballage trop coûteux, et pour les denrées périssables qui peuvent être acheminées beaucoup plus rapidement. Signalons, d'autre part, que les risques de vol ou d'avaries, qui constituent généralement une si lourde charge pour le commerce, sont diminués dans des proportions considérables.

Enfin, au cas où les marchandises ont à traverser successivement plusieurs frontières, l'emploi de wagons plombés, qui sont

dédouanés seulement à l'arrivée, offre des facilités notables.

Toutes ces raisons assignent aux ferry-boats un domaine bien particulier où leur utilité économique se manifeste d'une manière indéniable. Nous en avons pour preuve les graves répercussions qu'a entraîné, sur le commerce français des primeurs, l'établissement d'une ligne de ferry-boats entre la Belgique (Zeebrugge) et l'Angleterre.

les Anglais établirent des lignes de trains-ferries (1) pour le transport du matériel et des munitions. Ces lignes commencèrent à fonctionner fin 1917 entre Southampton, Dieppe et Cherbourg, d'une part, Richeborough (près Ramsgate), Calais et Dunkerque, d'autre part. Les services qu'elles rendirent aux autorités anglaises furent considérables. Elles permirent, en effet, d'expédier, presque sans manutention, des

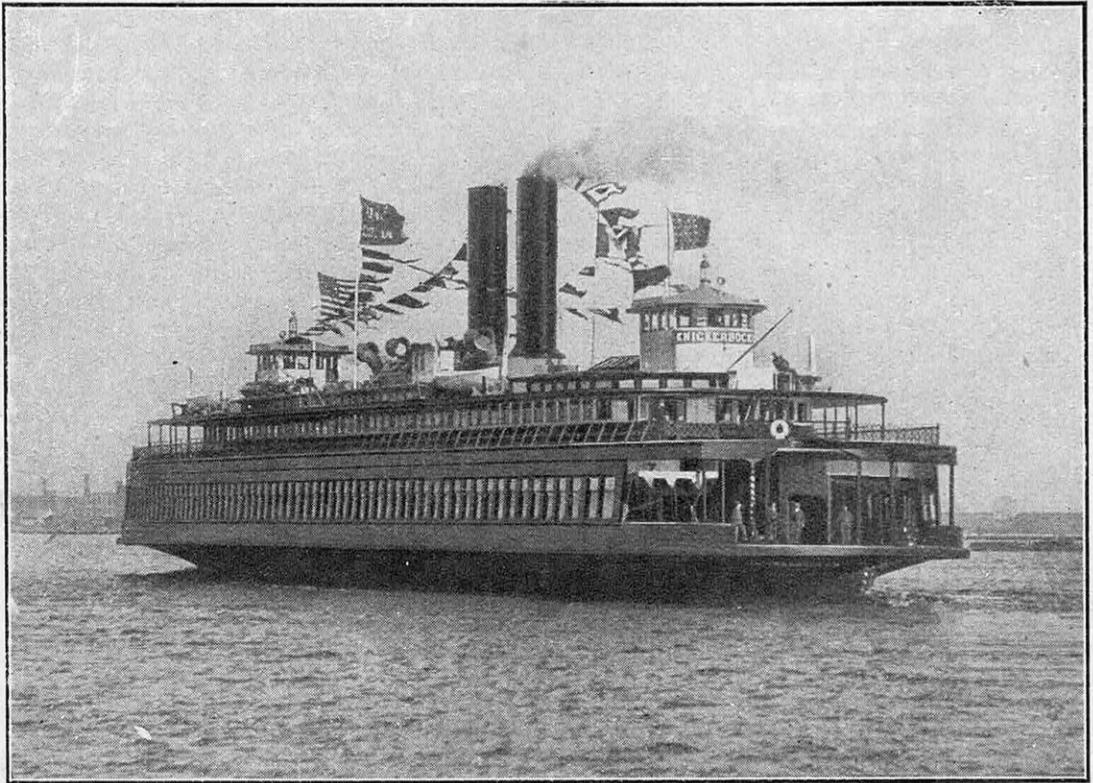


FIG. 1. — VOICI LE « KNICKERBOCKER », UN DES FERRY-BOATS LES PLUS RÉCENTS, EN SERVICE DANS LA RADE DE NEW YORK. CE NAVIRE PERMET AUSSI LE TRANSPORT DES AUTOMOBILES

Grâce à l'établissement d'une ligne de ferry-boats entre la Belgique et l'Angleterre, les primeurs italiennes ont complètement supplanté les primeurs françaises sur le marché anglais

Rappelons d'abord brièvement l'histoire de l'établissement des lignes de ferry-boats entre le continent et l'Angleterre. C'est, comme nous l'avons dit, il y a plus de soixante-dix ans, en 1862, que fut établi le premier projet de ligne, d'ailleurs abandonné en 1870, à la suite de l'opposition du Parlement britannique. Par la suite, rien ne fut entrepris jusqu'en 1914. Pendant la guerre, et sous le coup de la nécessité,

locomotives de 90 tonnes, d'énormes obusiers, des wagons de munitions, etc... Au cours de 1918, plus de 18.000 wagons, chargés de 90.000 tonnes de matériel de guerre, purent ainsi traverser le détroit. Après l'armistice, ces lignes furent supprimées et, pendant des années, on chercha à mettre sur pied une organisation commerciale susceptible d'utiliser les installations qui avaient été faites pendant la guerre. Là encore une difficulté d'un autre ordre surgit. Pour faire fonctionner une ligne de ferry-boats, il est nécessaire, en effet, d'établir les appontements pour l'embarquement et le débarquement du wagon. Ceux qui

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 44, page 403.

avaient été utilisés pendant la guerre avaient besoin d'aménagements qui exigeaient de gros investissements de capitaux. Or, il était alors sérieusement question d'établir enfin le fameux tunnel sous la Manche dont on parlait depuis si longtemps, tunnel qui aurait évidemment rendu inutile tout trafic par ferry-boats et aurait, par cela même réduit à zéro les capitaux investis. C'était là une grosse menace pour les entre-

premier plan. On ne se contenta pas, en effet, de faire venir en Angleterre les primeurs des Flandres, mais des services rapides furent établis entre la Belgique et l'Italie.

C'est ainsi que des trains mettent, à l'heure actuelle, trente-deux heures seulement pour venir de la région de Milan à Zeebrugge, et à des tarifs tout à fait réduits. N'ayant à subir aucune manutention, ils arrivent à Londres dans les délais les plus brefs,

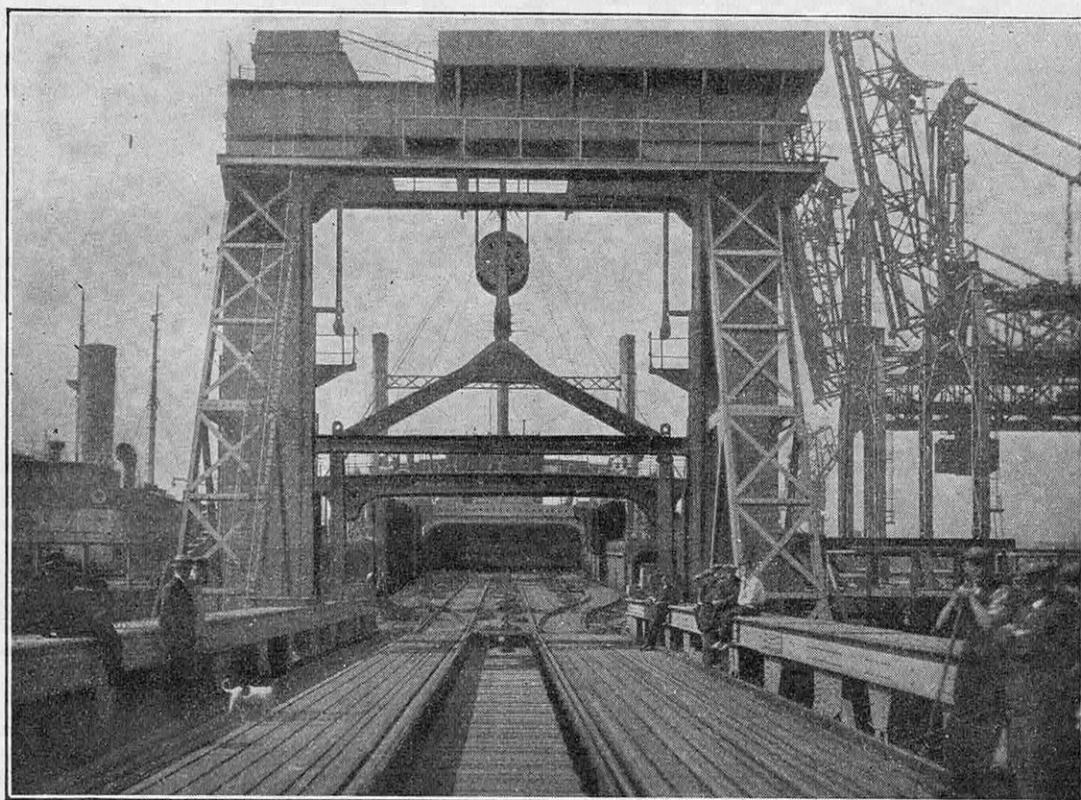


FIG. 2. — VUE D'UN FERRY-BOAT A QUAI, A CALAIS, AVEC SES VOIES DE CHEMIN DE FER RACCORDÉES A CELLES DU QUAI AU MOYEN D'UNE PASSERELLE EN FORME DE PONT-LEVIS
La passerelle pont-levis que l'on voit ici suspendue à un portique est abaissée jusqu'au niveau du ferry-boat. Cette disposition permet de compenser les différences de niveau entre le quai et le ferry-boat.

preneurs de ferry-boats. C'est pourquoi un service régulier ne fut rétabli qu'en 1924 et encore n'eut-il pas sa base continentale en France, mais en Belgique (Zeebrugge). En quelques années, les résultats obtenus ont été des plus encourageants. On vit ainsi les ferry-boats transporter les produits les plus divers : meubles, articles en faïence, soieries, machines diverses, pneus, etc. Mais, bien entendu, ce sont toujours les denrées périssables qui constituent la marchandise la plus courante transportée, et c'est là, comme nous l'avons signalé, que les ferry-boats ont joué un rôle économique de

et les primeurs qu'ils transportent gardent alors toute leur fraîcheur. Contre une telle organisation, nos producteurs du Midi ne peuvent plus lutter, et on a vu en fait que tout le commerce des primeurs, à Londres, s'est détourné de la France pour s'adresser à l'Italie. C'est à la suite des résultats remarquables obtenus sur la ligne de Zeebrugge que l'on a installé, l'année dernière, comme nous l'avons dit ailleurs, un service de ferry-boats entre Calais et Harwich (1).

(1) Soulignons d'ailleurs que les ferry-boats en question sont uniquement utilisés pour le transport des marchandises. On avait envisagé un moment le

Signalons à ce sujet une légère difficulté que l'on peut d'ailleurs surmonter facilement. Les chemins de fer français et anglais ont bien le même écartement de voie, mais leurs wagons n'ont pas, par contre, le même « gabarit », c'est-à-dire que les wagons français ordinaires peuvent bien rouler sur les voies anglaises, mais ne peuvent pas franchir certains ouvrages d'art, tels que les tunnels, car leur contour extérieur ne le permet pas.

pour les jours meilleurs et, en particulier, nos réseaux de chemins de fer se doivent d'établir des communications rapides à des prix abordables, comparables à celles réalisées par les chemins de fer italiens, allemands et belges. Pour lutter contre la concurrence étrangère, il est, en effet, absolument indispensable d'abandonner les transports à faible vitesse qui constituent, aujourd'hui, une méthode complètement périmée. Les chemins

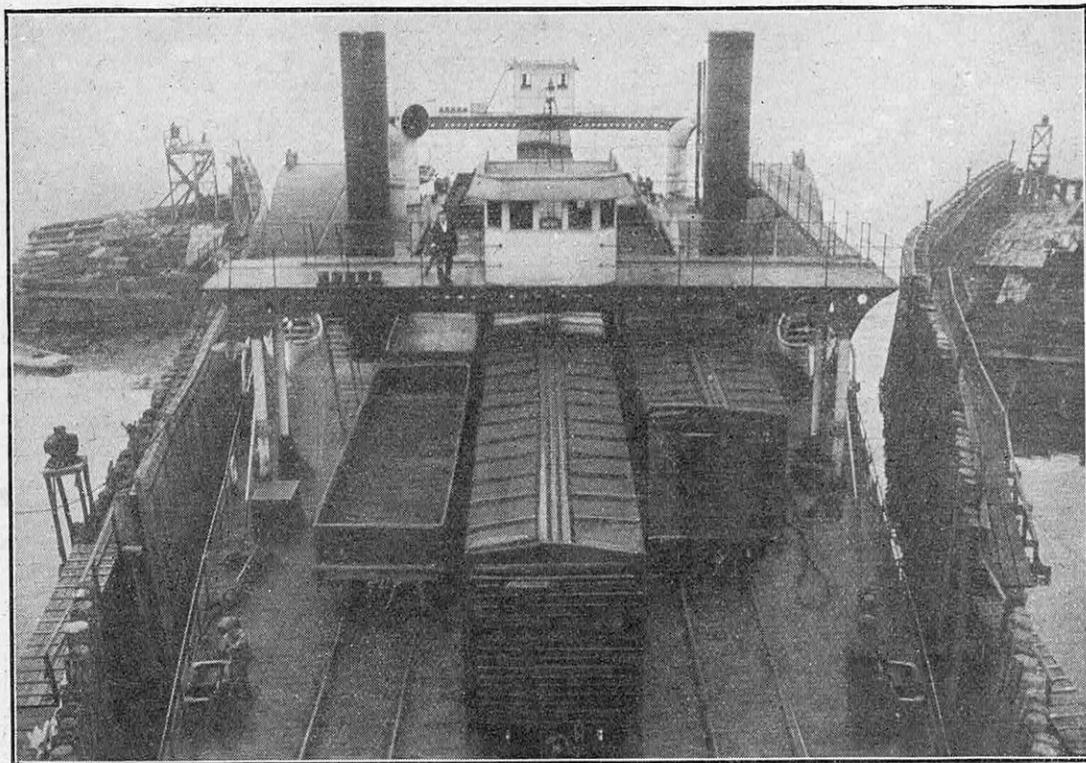


FIG. 3. — FERRY-BOAT A QUAI, CHARGÉ DE WAGONS, DANS UN PORT DE LA BALTIQUE
 Pour être amené à quai à l'endroit voulu, le ferry-boat est guidé de chaque côté par des rangées de pieux, grâce auxquelles il prend automatiquement la position correcte.

Il est donc nécessaire, ou bien d'utiliser des wagons spéciaux adaptés aux « gabarits » des ouvrages d'art français et anglais, ou sinon de ne faire voyager les wagons, en Angleterre, que sur certaines lignes ne comportant pas ces ouvrages d'art. Quoiqu'il en soit, en ce qui concerne le service de ferry-boats entre Calais et Harwich, souhaitons qu'il permette aux producteurs français de regagner le terrain perdu sur le marché anglais. A vrai dire, par suite de la dépression économique, le moment n'est guère favorable. Mais nous devons nous préparer

transport des voyageurs (des voitures-lits étant ainsi transportées directement entre Paris et Londres), mais cette façon de voir a été abandonnée.

de fer français ont fait, ces temps derniers, un effort considérable pour augmenter la rapidité des trains de voyageurs. Ils ont un intérêt capital à accroître la vitesse des transports de marchandises, surtout quand il s'agit de denrées périssables.

Le développement des lignes de ferry-boats dans le monde

Le ferry-boat est donc, avant tout, un moyen de transport rapide. C'est à ce titre qu'il s'est développé dans toutes les parties du monde. En ce qui concerne l'Europe, c'est le Danemark qui en possède le réseau le plus important. C'est d'ailleurs naturel et logique du fait de la configuration de ce pays,

constitué par une péninsule et de nombreuses îles. Il existe d'ailleurs d'autres lignes dans la Baltique, et en particulier des communications directes par ferry-boats ont été établies depuis 1912 entre l'Allemagne et la Suède.

Hors d'Europe, c'est surtout au Japon et aux Etats-Unis que les ferry-boats se sont développés. Au Japon, vaste archipel, les trains-ferries servent à relier entre elles les différentes îles. Aux Etats-Unis, par contre, ils sont utilisés pour la traversée des baies (baies de San Francisco et de New York) et des grands lacs.

Il y a, en outre, une ligne qui relie ce continent à Cuba. C'est elle qui détient le record de la distance parcourue, avec plus de 1.100 kilomètres. Elle utilise d'ailleurs des bâtiments spéciaux (1) à grande capacité qui permettent seuls une exploitation économique et dont les caractéristiques sont très différentes de celles des navires usuels, comme nous allons le voir.

Quelles sont les particularités techniques des ferry-boats ?

Au point de vue de la construction et du mode de propulsion, les ferry-boats ont suivi une évolution parallèle à celle des autres navires. Leurs qualités propres doivent d'ailleurs, évidemment, être adaptées au service qu'ils ont à effectuer. Il est clair, en particulier, que les ferry-boats de haute

mer doivent avoir une coque de navire marin, tandis que ceux qui traversent les lacs seront calqués, sous ce rapport, sur les bateaux utilisés dans les mêmes eaux. On a même construit des ferry-boats « brise-glace ». L'un d'entre eux, le *Charlottetown*, relie l'île du Prince-Edward à la Nouvelle-Ecosse (Canada), car le détroit de Northumberland,

qui sépare ces deux terres, gèle en hiver. Un autre est en service dans le lac Baïkal (Sibérie) pour le transport du transsibérien. Ces deux bateaux possèdent une étrave spéciale, analogue à celle des autres brise-glaces.

En ce qui concerne les moteurs et moyens de propulsion, les types les plus divers sont employés : machines à vapeur à piston, turbines moteur Diesel à transmission mécanique ou électrique. Signaux, en particulier, un train ferry américain à propulsion électrique, pour eaux abritées, qui a la parti-

cularité d'être symétrique par rapport à son « maître-couple ». Il comporte, au centre, un groupe générateur Diesel qui actionne deux moteurs électriques, entraînant chacun une hélice placée à chaque extrémité. Ce navire peut ainsi naviguer et accoster dans les deux sens et il peut être chargé aussi bien par l'avant que par l'arrière, ce qui supprime tout mouvement pour virer de bord. C'est là, d'ailleurs, une exception, car la plupart des ferry-boats ne peuvent être chargés que par l'arrière. Ils comportent, en général, un pont couvrant toute la surface du navire, et les

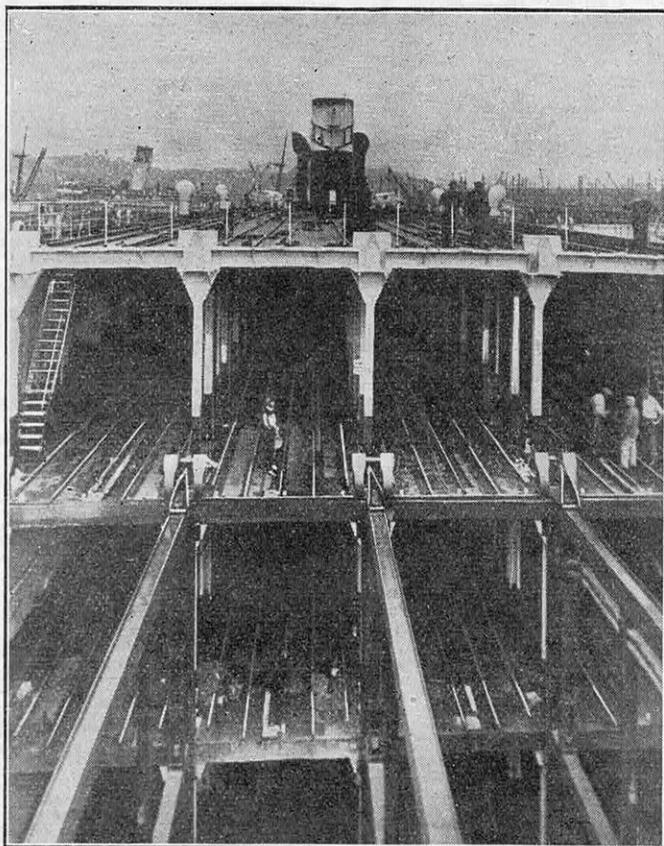


FIG. 4. — VUE INTÉRIEURE DU « SEA TRAIN » QUI FAIT LE SERVICE ENTRE LA HAVANE ET LES ÉTATS-UNIS (1.100 KILOMÈTRES DE TRAVERSÉE)

Ce sea train comporte trois étages de voies. Les wagons sont introduits et extraits au moyen d'une grue géante.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 141, page 186.

cheminées et tous autres organes qui occupent le centre des navires ordinaires sont fréquemment déportés sur les côtés pour permettre de loger les wagons. Le nombre de wagons que peut transporter le ferry dépend évidemment des dimensions qu'on lui donne. Signalons, à titre d'exemples, que ceux qui font le service entre la France ou la Belgique et l'Angleterre

ont un tonnage brut de 2.672 tonnes, que le total des voies disponibles est de 329 mètres, ce qui permet le transport de 54 wagons d'un poids total de 850 tonnes. Le fameux « Sea-train » (1) que nous avons signalé ci-dessus et qui fait le service entre La Havane et les États-Unis, est équipé de façon à pouvoir transporter 95 grands wagons américains à double bogie représentant 6.200 tonnes de poids. A cet effet, il comporte trois ponts superposés et les wagons y sont chargés au moyen d'une grande grue. Cela exige naturellement une installation très complexe quand on veut opérer le chargement. Sur les ferry-boats ordinaires, au contraire, les wagons sont amenés directement sur les voies du

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 141, page 186.

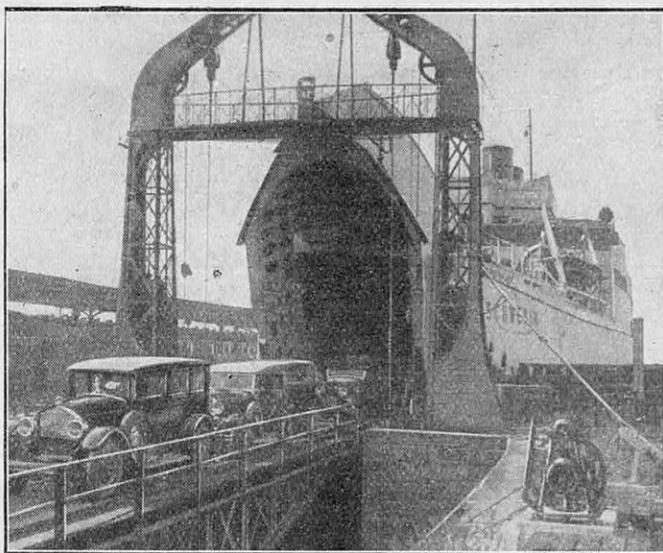


FIG. 5. — LES FERRY-BOATS SONT ÉGALEMENT UTILISABLES POUR LE TRANSPORT DES VOITURES AUTOMOBILES. Voici un des plus récents navires de ce genre, reliant l'Allemagne à la Suède, en train de déverser sa cargaison de voitures.

nécessaire de prévoir des écluses ou de munir les ferry-boats eux-mêmes d'un dispositif spécial permettant de soulever le pont portant les voies à la hauteur voulue (lift ferries).

Signalons enfin qu'un bon nombre de ferry-boats sont également aménagés pour le transport des automobiles, ce qui leur fournit un supplément de recettes non négligeable. Certains d'entre eux ne peuvent-ils pas embarquer simultanément six files de voitures en deux étages !

Le ferry-boat devient ainsi le prolongement indispensable du rail et de la route, partout où celle-ci se heurte à un « plan d'eau » qui ne peut être traversé ni par un pont ni par un tunnel.

ANDRÉ CHARMEIL.

Lors de la récente discussion du budget au Sénat, un rapporteur a pu affirmer que l'alimentation en eau potable et l'évacuation des eaux usées sont à peu près inexistantes dans de nombreuses communes de France. 10.000 communes à peine possèdent un réseau de distribution d'eau potable, et il y a, en France, 38.000 communes. Pour la plupart des localités françaises, le « tout-à-l'égout » constitue encore une exception. Dans certaines villes déjà importantes, on continue à se débarrasser des déchets de l'existence suivant des procédés en usage chez nos ancêtres, où les principes de l'hygiène étaient totalement méconnus. Au siècle de la Science appliquée, la France s'est laissée devancer, au point de vue de la santé publique et de l'hygiène individuelle, par la plupart des nations européennes. Voilà un chapitre de l'outillage national à ne pas négliger !

LE PERFECTIONNEMENT DE LA MECANIQUE A CRÉÉ LE PÉRIODIQUE MODERNE

Par R. CHENEVIER

Les machines à imprimer ont fait, au cours de ce tiers de siècle, des progrès considérables pour obtenir automatiquement, rapidement et à bas prix, des éditions qui laissent loin derrière elles, quant à leur présentation, celles du siècle dernier. C'est en Allemagne et en Amérique que la mécanique appliquée aux arts graphiques a réalisé les dispositifs les plus perfectionnés et les plus pratiques. A ce point de vue, l'on peut affirmer qu'en Europe l'industrie allemande surclasse les autres pays dans ce domaine. Aussi en France, notamment, toutes les imprimeries, équipées à la moderne, ont acquis leur matériel à l'étranger. Rien d'étonnant à cela quand on saura qu'en Allemagne les fabricants de machines à imprimer ont toujours groupé leurs efforts dans quelques centres de production dont la réputation est aujourd'hui mondiale. Grâce à cette concentration, ils ont pu avoir des laboratoires bien outillés pour les recherches et les essais, et orienter l'évolution des arts graphiques dans le monde, en adaptant à leurs besoins des procédés nouveaux, minutieusement mis au point. Ces matériels coûtent très cher ; c'est pour cette raison que, dans la région parisienne notamment, sur 1.200 imprimeries environ, quelques-unes seulement peuvent rivaliser avec les installations étrangères. Parmi celles-ci, nous décrirons la dernière en date, celle que vient d'inaugurer notre confrère L'Illustration aux portes de Paris. La science et la technique mises au service de la diffusion toujours plus intensifiée de l'art et de la pensée, autorisent le « tirage » de ces chefs-d'œuvre d'édition toujours plus luxueux, toujours plus rapides, toujours moins chers, en substituant à la main-d'œuvre humaine l'automatisme de plus en plus précis, de moins en moins sujet aux défaillances. Le cerveau crée, la main cède la place à la machine.

LE lecteur d'une revue illustrée qui, toutes les semaines, publie un numéro important chargé de texte et de gravures présentés dans une forme impeccable, réalise mal la somme inouïe d'efforts de mise au point et d'interventions mécaniques et manuelles que ce numéro représente. La perfection du travail lui en masque la complication. Il ne se doute ni des sévérités d'un horaire dont le respect est d'une primordiale exigence, ni de la complexité des opérations de fabrication qui joignent, en vue d'une fin commune, des techniques nombreuses et variées. Il devine bien que l'ouvrage est fait en série, mais il n'aperçoit pas comment il est possible de concilier les servitudes et même les infériorités de la série avec la véritable œuvre d'art qu'il tient entre les mains et qu'il sait être répétée à des centaines de mille d'exemplaires, tous identiques, tous égaux à eux-mêmes. Bien que les merveilles de la technique dont il bénéficie dans sa vie quotidienne l'aient accoutumé à ne plus s'étonner de rien, il s'étonne encore et apparente ce qui n'est, en fin de compte, qu'un fait de précision, d'organisation, qu'un résultat de moyens matériels intelligemment agencés, à un phénomène merveilleux, comme

jadis, un laboratoire d'alchimiste en pouvait seul produire.

A sa curiosité, à son étonnement, une réponse pratique est aujourd'hui apportée. *L'Illustration*, revue qu'on ne présente pas, car tout le monde la lit, vient d'édifier aux portes de Paris, à Bobigny, une imprimerie géante dotée de l'outillage le plus complet et le plus moderne. Parcourir cette imprimerie, c'est dérouler le film de la fabrication d'une grande revue que le lecteur est si impatient de connaître. Film continu, puisqu'il reprend sans cesse à peine achevé.

De la conception à la réalisation

Toute réalisation suppose une préparation. Ainsi, chaque numéro de *L'Illustration*, de *La Science et la Vie*, du *Petit Parisien*, etc..., sont-ils l'objet d'une élaboration minutieuse, d'une sélection sévère des matières à inclure, des formes de présentation à déterminer. Plus l'organe est important, plus il a le respect de ses lecteurs, plus il use, dans sa présentation, de formules techniques différentes, plus sa préparation est délicate. Tout un univers défile dans le cabinet d'un rédacteur en chef. Tout un univers dont les mérites, les attrait, les valeurs respectives sont

passés au crible d'une critique qui doit être impeccable.

La première phase de la conception prend fin avec le choix des matières. La seconde commence avec la détermination de la place à affecter à chacune d'entre elles. Une page de revue n'étant pas extensible, c'est une bataille incessante que le secrétaire de rédaction doit livrer pour que texte et illustrations tiennent dans l'emplacement qui leur est réservé, tout en revêtant une agréable présentation visuelle. De cette bataille, les

exige une disposition rationnelle des lieux de travail. Dans l'édition périodique, la pendule est souveraine. Une revue ne peut pas ne pas sortir à l'heure. D'où l'implacable nécessité de respecter l'horaire et de tout mettre en œuvre pour y réussir.

A cet égard, l'usine de Bobigny apparaît comme une réussite particulièrement heureuse. Basé sur le principe du résultat maximum dans un temps minimum, son aménagement a été strictement calqué sur le déroulement des opérations de fabrication. Le

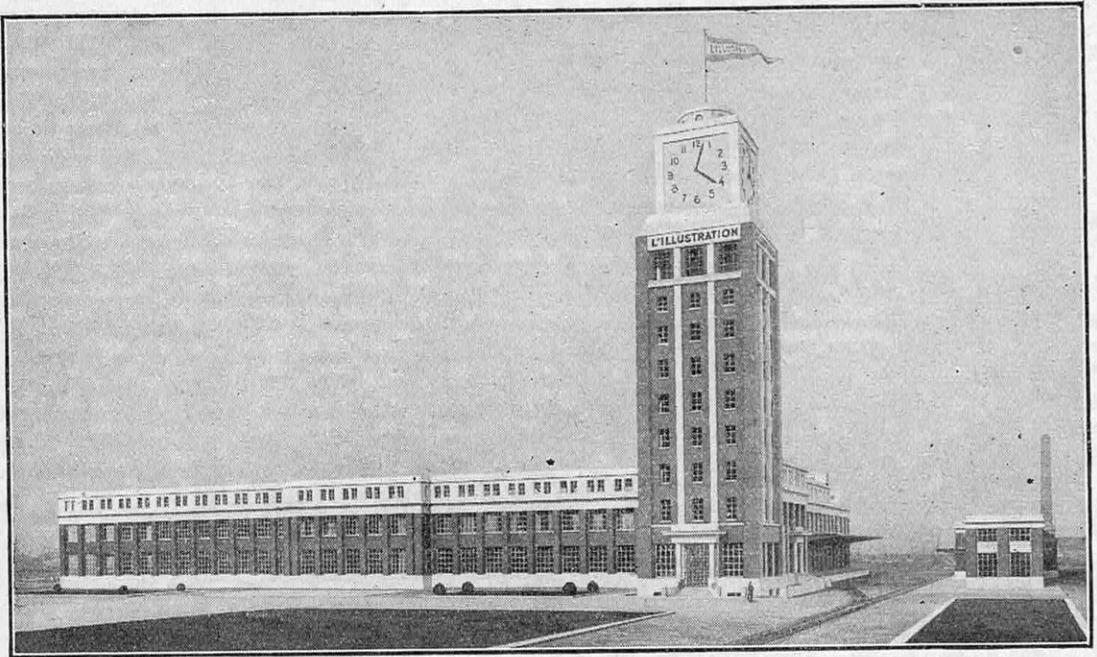


FIG. 1. — VUE GÉNÉRALE DE LA NOUVELLE IMPRIMERIE DE « L'ILLUSTRATION », A BOBIGNY
Elle est dominée par une tour de 64 mètres, que couronne une horloge géante dont le cadran ne mesure pas moins de 7 m 50. Les bâtiments couvrent une surface de 1 hectare et demi.

caractères, les formats et parfois les textes font les frais. Aussi la préparation des maquettes de pages, véritable puzzle, est-elle tâche particulièrement malaisée.

Ces quelques indications ne traduisent qu'en raccourci une double et importante fonction dans la vie d'une grande revue moderne. Encore étaient-elles nécessaires pour ne rien ignorer du processus complet dont la machine va maintenant assurer le développement dans d'incroyables conditions de perfection.

Comment fonctionne une imprimerie rationnellement organisée

Nous voici maintenant à pied d'œuvre de fabrication. Celle-ci devant se dérouler à un rythme excessivement rapide, rythme commandé par la fréquence de parution,

bâtiment principal comporte un rez-de-chaussée et deux étages. Le rez-de-chaussée donne directement sur un vaste dégagement par un quai d'embarquement et de débarquement. Ce quai joue dans l'usine un rôle de premier plan : c'est lui qui recevra les milliers de tonnes de papier nécessaires au tirage de la revue, les encres de toutes couleurs, les plombs exigés par les linotypes et la confection des cylindres de rotatives. Mais surtout, il permettra l'évacuation des numéros tirés, le départ hebdomadaire, dans un temps record toujours, des centaines de milliers d'exemplaires à servir aux abonnés, aux acheteurs, à l'heure dite.

Le but étant cette sortie des numéros et le quai se trouvant au rez-de-chaussée, la logique commandait donc de développer la

fabrication de telle sorte que ce dernier fût un point d'aboutissement. Dès lors, l'affectation de l'usine devait être la suivante : au second étage, les premières opérations de fabrication, c'est-à-dire la *composition* des textes et la *préparation des clichés*; au premier étage, les opérations ultérieures, l'*impression*; au rez-de-chaussée, le *façonnage* du numéro terminé et son expédition par le quai d'embarquement.

Ce schéma est strictement respecté, sauf pour certaines rotatives à grand tirage, très

ras bord. Par la grâce puissante des machines reproductrices, les quelques kilos de plomb et de documents de l'arrivée ont été mués en un volume impressionnant de papier imprimé.

Les grands procédés d'imprimerie

Avant d'aborder la fabrication, il est nécessaire de faire une brève incursion parmi les différentes formules d'impression.

Tout le problème de l'imprimerie se réduit à ceci : comment reproduire sur une surface

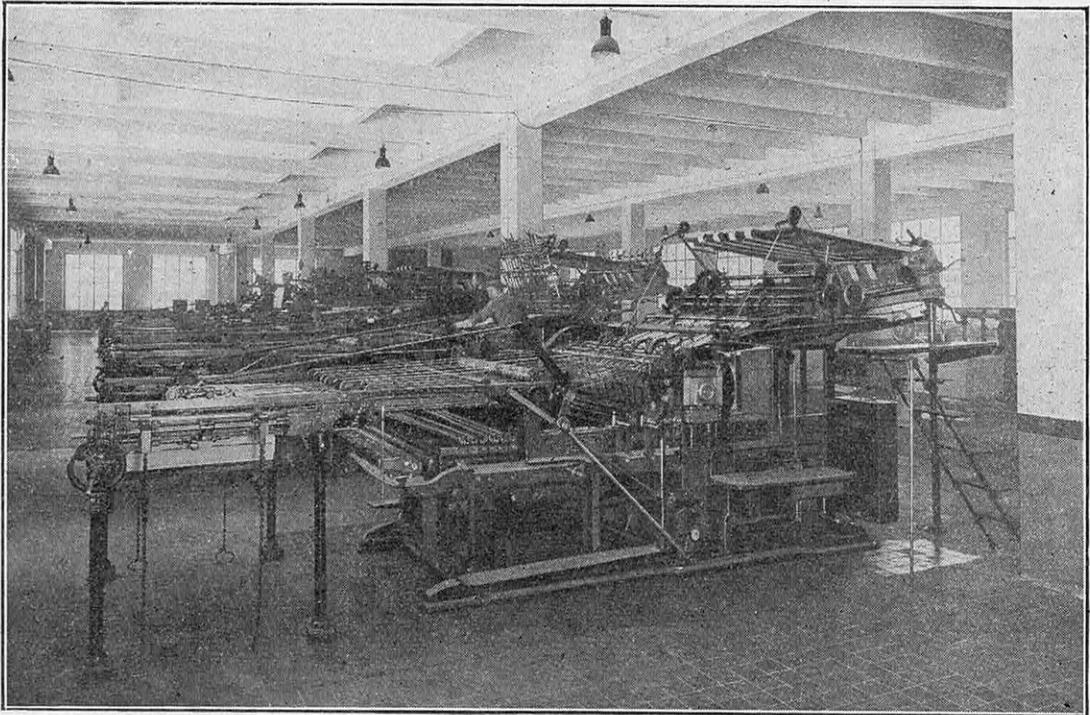


FIG. 2. — VOICI UNE SÉRIE DE MACHINES TYPOGRAPHIQUES DITES « A DEUX TOURS »
L'impression de chaque feuille exige, en effet, que la machine fasse deux tours : un tour pour l'impression proprement dite, l'autre pour l'enlèvement de la feuille.

lourdes, dont, pour des raisons d'assises, l'installation a dû être faite au rez-de-chaussée, entre le magasin à papier et les premières machines à façonner. Encore cette entorse a-t-elle été donnée judicieusement, de manière à réduire au minimum les manutentions.

Dès lors, quiconque visite Bobigny et veut suivre la fabrication de bout en bout doit aborder l'usine par l'étage supérieur, où il entrera en même temps qu'un premier lot de manuscrits, un premier jeu des textes d'actualités composés et de photographies, gravures, dessins à reproduire. Sa promenade instructive terminée, il quittera l'usine au milieu d'un cortège de camions chargés à

un signe déterminé préalablement encré et ne reproduire que ce signe seul.

Depuis Gutenberg et même avant, différentes réponses ont été fournies. Mais si certains principes sont d'une ancienneté quasi préhistorique, leur traduction dans la pratique et leur mise au point courante sont relativement modernes. C'est ainsi qu'aujourd'hui on distingue, par ordre d'ancienneté, la typographie, l'héliogravure et l'offset, ce dernier sous sa forme actuelle.

La typographie exprime l'impression en relief. Sur une surface plane et dure, vous tracez un cercle. Autour de lui, vous taillez la matière de manière à ce que ce cercle soit en relief. Vous l'encrez légèrement, puis le

pressez sur une feuille de papier : c'est l'impression en relief ou typographie.

Sur une autre partie de cette surface, vous tracez encore un cercle. Mais, au lieu de tailler la matière autour, vous la taillez à l'intérieur. Vous encrez le tout. L'encre s'introduit dans la cavité circulaire formée. Avec un rasoir, vous raclez l'encre extérieure. Puis vous passez une feuille de papier sur le tout. Elle ne s'imprégnera que de l'encre de la cavité en en reproduisant exactement les contours. C'est l'impression en creux,

Mais elle existe sans art et sans goût. Au signe encré noir sur le blanc du papier, il manque quelque chose, le relief, le modelé, c'est-à-dire la gamme de tons intermédiaires entre le noir et le blanc qui, seuls, donneront de la richesse visuelle à l'impression en lui retirant son aspect uniforme et plat.

Quand un artiste veut donner du modelé à un dessin, que fait-il? Il hache à coups de crayon les parties à mettre en valeur. Plus ses hachures sont lâches, esquissées à traits légers, plus le modelé et le relief sont

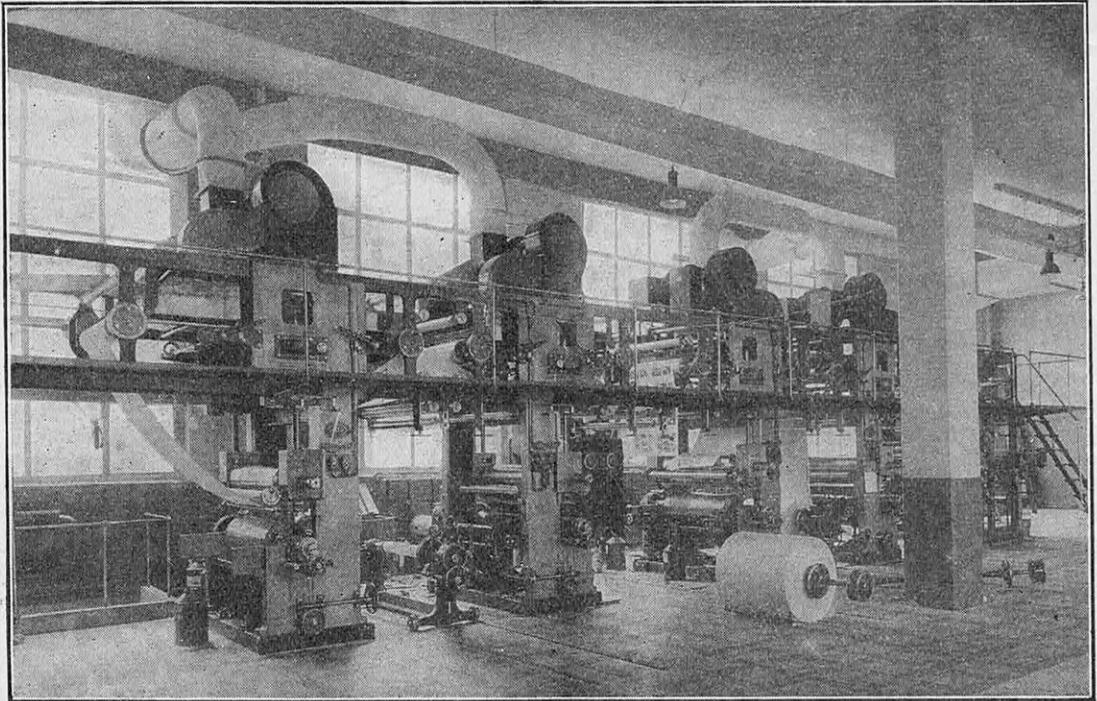


FIG. 3. — GRANDE MACHINE ROTATIVE D'HÉLIOGRAVURE MARINONI
Cette machine à deux sorties peut réaliser plusieurs combinaisons de couleurs.

qui est à l'origine de l'héliogravure.

Enfin, sur une surface plane bien décapée, mais nécessairement minérale ou métallique, vous tracez un cercle à l'encre grasse. Puis vous imprégnez d'eau le tout et passez ensuite un rouleau chargé d'encre grasse. L'encre ne prendra pas sur l'eau, mais prendra sur le cercle encré. Appuyez une feuille de papier et vous recevrez l'image du cercle comme vous l'avez reçue en relief et en creux. C'est la lithographie, origine de l'offset.

Ainsi donc, trois formules, un même résultat : l'impression d'un signe, de dix signes, d'une multitude de signes, sur une surface. Avec le relief, le creux, la litho, tels que nous venons d'en esquisser les caractéristiques essentielles, l'imprimerie existe.

modestes. Les hachures se précisent-elles, se resserrent-elles, le modelé prend de la teinte en même temps que de la force ; il se fonce, passant ainsi par toutes les gammes de gris pour atteindre presque au noir absolu.

Ces hachures de l'artiste commandant le modelé du dessin, le maître imprimeur les réalise avec ses procédés. Dans l'héliogravure, la formule est des plus simples. Elle repose sur les différences de profondeur des alvéoles creuses. Plus celles-ci sont profondes, plus elles reçoivent d'encre et plus leur impression est foncée, et inversement. La trame dont use l'héliogravure n'est qu'un accessoire de cette formule. Son rôle est négatif. Il se borne à créer les petites alvéoles qui supportent l'encre, judicieusement dosée

par la profondeur de gravure, et à donner un appui à la lame appelée « râcle » qui essuie la surface extérieure.

Tout au contraire, dans l'offset comme dans la typographie, la trame est l'agent réalisateur du modelé. Elle joue donc un rôle actif et positif.

Le sujet à reproduire est photographié au travers d'une plaque de cristal hachurée de croisillons noirs et transparents. Cet artifice de la photographie du sujet à travers cette trame remplace, sur la feuille imprimée, les hachures du dessinateur, dont nous avons parlé plus haut. Au lieu des traits, des hachures, le sujet est modelé par de petits carrés noirs qui sont diminués fortement dans les parties claires, restent intacts dans les demi-teintes et s'étalent jusqu'à se confondre entre eux dans les parties noires.

Avec le modelé, l'imprimeur dispose donc d'une richesse évidente pour l'impression en noir des textes.

Mais comment enrichir la présentation de ces textes, sinon par la gravure, l'image ? Et c'est ici une nouvelle technique.

Primitivement, l'image à reproduire était directement dessinée sur bois. Après quoi le graveur burinait le bois de manière à isoler en relief son travail. Un premier progrès substitua l'acide à ce burin manuel et le métal au bois. Un second abolit le dessin à la main lui-même. En recouvrant le métal — cuivre — d'une couche de gélatine impressionnable et en le photographiant, on obtenait le même résultat qu'avec l'outil du dessinateur. De ce coup, la reproduction moderne des images était née et l'imprimeur disposait d'un nouvel attrait.

Mais attrait combien réduit, combien modeste, puisque limité à une couleur, le noir. Que cette couleur puisse s'accompagner d'autres, que la bichromie, la trichromie soient réalisables et alors le technicien disposera d'un nouveau clavier aux nombreuses possibilités.

La reproduction des couleurs, comme l'impression en noir, repose sur des principes très simples. On sait, en effet, qu'il existe trois couleurs fondamentales, le bleu, le jaune, le rouge, dont les combinaisons permettent la reproduction de toutes les autres couleurs dérivées. Dès lors, la technique se devine. Veut-on obtenir un rouge ? Il ne servira de rien de photographier le document à reproduire au travers d'un écran rouge, le résultat serait nul. Mais si, à la place d'un écran rouge, on place un écran vert, le rouge désiré sera obtenu. Ayant ainsi réussi la reproduction d'une couleur, rien

de plus simple que de réussir la reproduction de plusieurs couleurs. Il n'est que de procéder à des photographies successives à travers des écrans orangé pour le bleu et violet pour le jaune. A l'impression des trois couleurs fondamentales, on ajoute du reste, en général, une impression de noir pour donner plus de valeur à l'ensemble. Quelquefois même, pour obtenir des taches de couleurs plus précises, on adjoint encore des impressions supplémentaires.

Tels sont, succinctement exposés, les principes et les origines des formules types dont dérivent aujourd'hui les procédés modernes d'impression et de reproduction des couleurs. Certes, ceux-ci relèvent d'un outillage complexe, mettent en jeu des opérations multiples et variées, exigent des tours de main et font appel à d'autres techniques, comme la photographie, pour enrichir leurs effets. Mais derrière toutes les méthodes nouvelles, derrière la typographie, l'héliogravure (1), l'offset, la photogravure (1), la simili, la trichromie, subsistent, impératifs, les types d'impression en relief, en creux (2) et de lithographie, l'utilisation de la loi des couleurs fondamentales. Ainsi armé, l'imprimeur peut réaliser avec art. Il a les formules, il sait les techniques. Que lui manque-t-il ? L'outillage.

Le premier stade de la fabrication : la composition

Et maintenant, tentons la visite de l'usine merveilleuse en commençant logiquement par le début, la composition, située, ainsi que nous l'avons dit, au second étage.

A Bobigny, tous les textes ne parviennent pas manuscrits. Ceux traitant de l'actualité ont été composés une fois au siège de *L'Illustration*, pour les besoins de la rédaction. Quand cette première composition est au point, elle est envoyée à l'usine pour répétition.

En effet, pour un organe de la puissance de tirage de *L'Illustration*, un seul jeu de composition ne suffirait point. L'impression serait trop lente. Afin de rester dans l'horaire, on effectue donc trois répliques de la composition initiale. Autrement dit, toute la matière à imprimer, quelle qu'elle soit, textes ou gravures, est reproduite quatre fois. Soit quatre jeux de composition, quatre jeux de clichés.

Le premier atelier qui se présente au visiteur est donc l'atelier de composition. Dès l'entrée, il est saisi par les proportions har-

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

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 176, page 133.

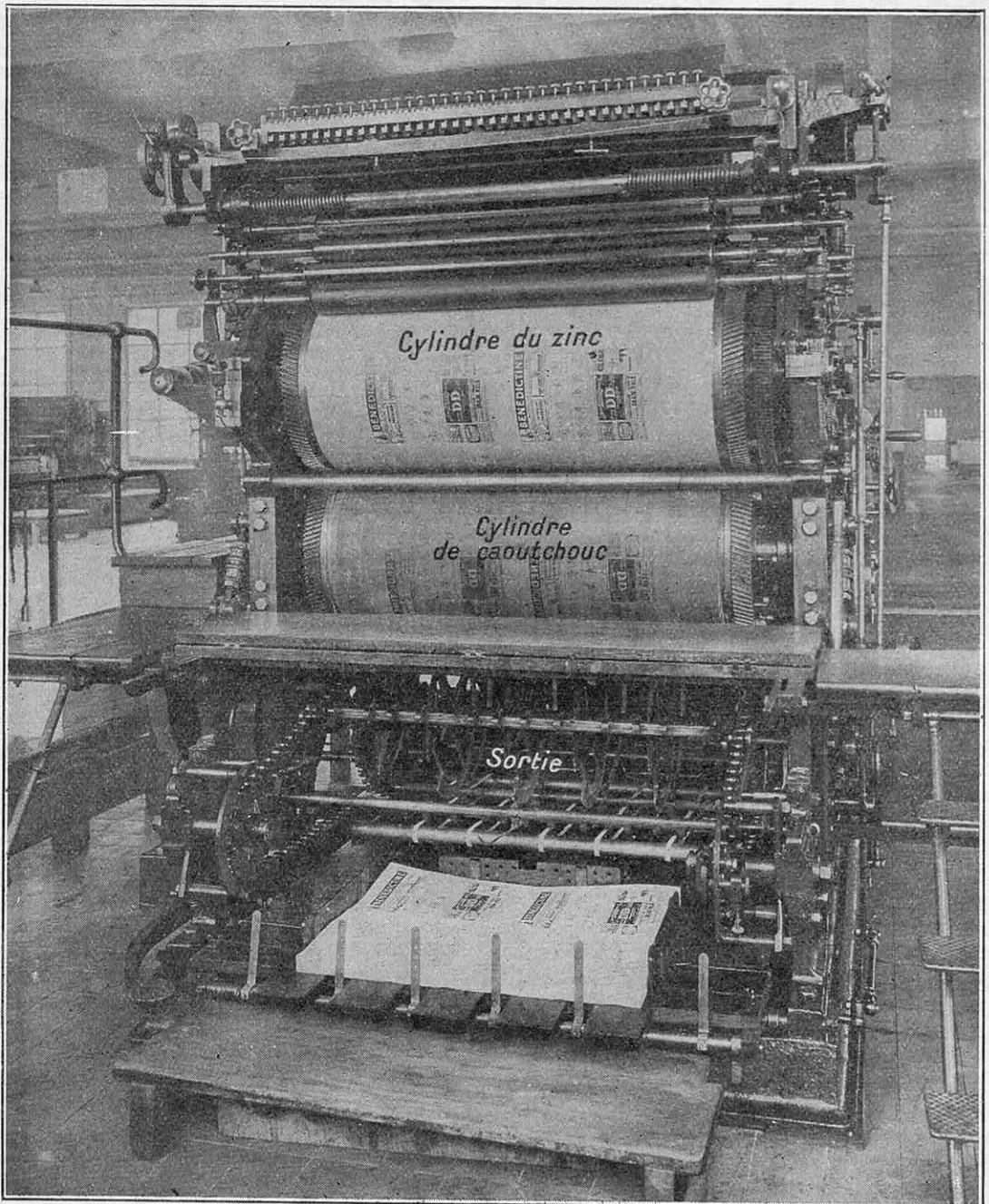


FIG. 4. — SORTIE D'UNE MACHINE « OFFSET » MARINONI

On distingue très nettement le cylindre de caoutchouc qui sert d'intermédiaire entre le cylindre métallique et le papier ; c'est une des plus essentielles particularités de ce procédé d'impression.

monieuses d'une salle que la lumière, tant naturelle qu'artificielle, baigne également, sans le moindre trou d'ombre, par suite d'une conception heureuse des meubles de travail, dont aucun ne dépasse en hauteur le rebord inférieur des fenêtres. D'une teinte chaude d'acajou, ces meubles, tables, mar-

bres, rangs de composition, ont été conçus spécialement en vue d'un service rapide et agréable. Ils sont ménagers de la fatigue du personnel.

Dans une petite salle proche, dont nul bruit ne fuse, sont rangées les monotypes, machines fabriquant et ajustant sur une ligne

des caractères métalliques isolés. Leur activité est, semble-t-il, silencieuse. Mais ne poussez pas la porte, car un cliquetis bruyant vous assourdit aussitôt. Cliquetis insupportable que les cloisons insonores absorbent entièrement. Ne faut-il pas respecter le travail des autres ateliers?

En liberté, par contre, sont les intertypes, autres machines de composition, fabriquant les caractères par ligne entière, d'un seul bloc. Celles-là sont silencieuses. Sans arrêt, leurs claviers vibrent sous les frappes des

inférieure et les stoppe quand elle devient supérieure. Ici, la machine règle elle-même la machine.

Le rôle de ces compresseurs? Jetons un coup d'œil à droite et à gauche, dans les ateliers de clicherie et de galvanoplastie où sont confectionnées les planches gravées des images en noir et en couleurs, où sont prises les empreintes des textes à tirer en rotative, où même sont polis les lourds cylindres de cuivre pour l'impression en héliogravure.

Ce bref regard sur ces diverses opérations

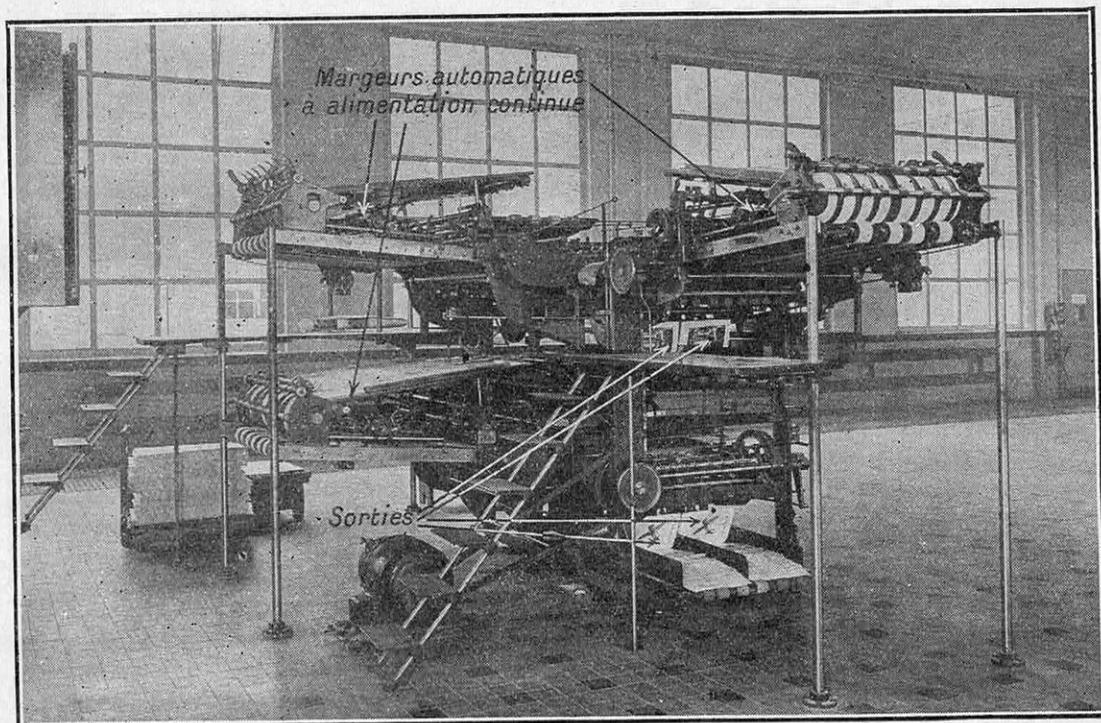


FIG. 5. — MACHINE DITE « DOUBLE-PONT » A TROIS MARGEURS AUTOMATIQUES ET A QUATRE SORTIES POUR LA PRÉPARATION DES FEUILLES ET DES CAHIERS

Cette machine plie les feuilles en cahier de quatre, de huit et même de seize pages.

opérateurs. A leur flanc, comme à celui des monotypes, de petits creusets recèlent le bloc de plomb en fusion nécessaire à la fabrication des lettres et des lignes blocs. Une chauffe électrique, un réglage de température par thermostats tiennent en permanence le plomb au degré de liquidité désiré.

Et voici maintenant, dans une grande cage vitrée, assis sur leurs socles lourds, deux compresseurs à grande puissance. Un manomètre à réglage automatique maintient la constance de la pression. Celle-ci ne devant pas descendre au-dessous de 2 kilogrammes et monter au-dessus de 2 kilogrammes et demi, le manomètre déclenche automatiquement les pistons sitôt que la pression est

nous donnera un immédiat aperçu de l'outillage qui leur est nécessaire.

La reproduction en plusieurs exemplaires d'un cliché typographique s'opère comme suit : le cliché recouvert d'une couche de cire molle, l'ensemble est ensuite soumis à l'action d'une *presse* pour prise d'empreinte. Cette opération effectuée (1), la cire est enduite de plombagine, excellent conducteur d'électricité, et le bloc plongé dans un bain galvanoplastique, au sein de grands *bacs*, dont le liquide est perpétuellement agité par l'air comprimé des compresseurs. Le cuivre imprègne l'empreinte ou contre-type et se

(1) Pour les clichés de simili fine, on emploie du plomb en feuilles au lieu de cire.

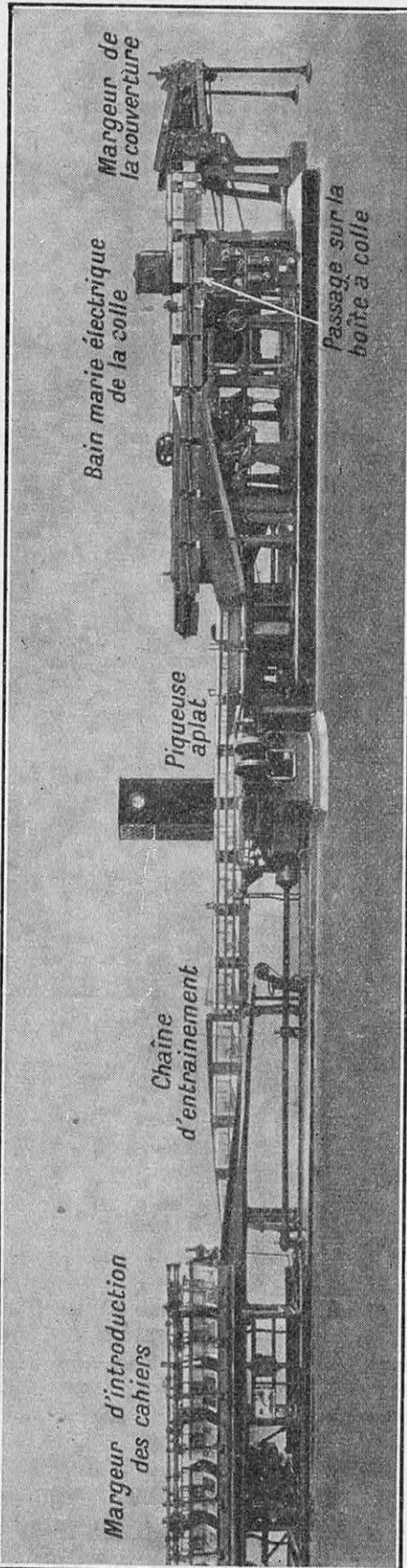


FIG. 6. — VOICI LA MACHINE MERVEILLEUSE « SHERIDAN », LONGUE DE 23 MÈTRES, QUI, AUTOMATIQUEMENT, PLACE LES CAHIERS DANS L'ORDRE, DE MANIÈRE A CONSTITUER L'EXEMPLAIRE, PIQUE CELUI-CI, EN ENDUIT LE DOS DE COLLE ET L'INSÈRE DANS LA COUVERTURE. Le développement de ces différentes opérations est aisé à suivre en consultant les annotations inscrites sur la photographie à partir de la gauche.

dépose à sa surface en couche d'une épaisseur d'un demi-millimètre environ. Détachez-le et vous avez un cliché cuivre, ou galvano, recouvert, au verso, d'une couche de plomb destinée à compenser sa faible épaisseur ; ce cliché sera assez solide pour supporter le travail de l'impression sur les machines à plat. S'agit-il maintenant d'imprimer sur rotative ? Le galvano est cintré pour épouser la forme du cylindre sur lequel il sera maintenu par des griffes de serrage.

L'atelier suivant nous présente la salle des bains de cuivrage des cylindres d'héliogravure, puis la salle de polissage où les cylindres d'héliogravure sont soumis à un polissage extrêmement sévère dont l'objet n'est pas de leur donner du brillant, mais bien de lisser leur surface en vue de leur gravure.

Les deux ateliers, bains de galvano et bains de cuivrage, sont alimentés en électricité, sous tension de 6 volts, par des groupes convertisseurs recevant le courant à 220 volts. Ces groupes, alignés dans une belle salle à part, derrière des grillages de protection, sont munis de tableaux indicateurs lumineux.

Et nous en avons terminé ici avec le premier stade de la fabrication, stade de la multiplication de la composition et de la fabrication et de la répétition des clichés. Pénétrons maintenant dans un domaine nouveau, mystérieux, délicat, celui de la photo-hélio et de l'offset.

Après l'atelier, le laboratoire. Après la lumière, le clair obscur, où dominent les rouges sombres et les verts des lampes à mercure. Ici, le technicien n'est plus en blouse noire, mais en blouse blanche. Son travail n'est plus impérieusement commandé par des considérations de pression, de température ou de durée. Il est délicat comme celui d'un artiste, minutieux comme celui d'un monteur en chronométrie. Dans ces laboratoires, des retoucheurs patients corrigent des négatifs, des photographes manient des appareils géants de prises de vue. Tout ce que la technique photographique a réalisé de plus parfait et de plus complet est ici concentré. Des lampes à arc éclatent soudain d'une aveuglante lumière, dont la chaleur rayonnante est absorbée par d'ingénieux appareils d'aération.

Curieuse installation que celle-ci. Elle jure avec la précédente où domine la fabrication en série. Elle contredit la suivante où la mécanique est souveraine, la machine disant le dernier mot. Composés d'une technique entre toutes moderne, l'hélio et l'offset allient, en effet, la perfection scientifique

des matériels à la maîtrise des individus. L'artiste et l'appareillage sont des complémentaires. Mais quels artistes et quels appareillages sont nécessaires pour marquer d'une éclatante réussite le point final de leurs communs travaux !

Descendons maintenant un étage. Nous avançons dans la fabrication de la revue. A la préparation succède maintenant l'exécution; à la composition, l'impression. Jusqu'à présent, vous aviez beau vous pencher sur tous les mécanismes en mouvement, vous ne pouviez rien voir, rien lire, rien comprendre. C'en est désormais fini. Sur chaque plateau de chaque machine, les feuilles imprimées vont et s'offrir à vous et vous donner le régal de leurs textes ou de leurs images.

La fabrication, avons-nous dit, commence par le haut pour se terminer par le rez-de-chaussée. Tout ce qui a donc été préparé au second va descendre au premier pour prendre rang dans l'enchaînement des diverses et multiples opérations.

La phalange des machines d'impression

Aux ateliers cloisonnés du second étage succèdent maintenant des halls grands comme des vaisseaux de cathédrale (135 mètres de long), au sein desquels de puissantes machines groupent leurs bataillons serrés, spécimens magnifiques d'un outillage de haute précision fabriqué à grande échelle.

Dans ces halls, le travail en série est roi. Mais un travail qui ne ressemble à aucun autre, tant il exige de précision et de réglage

minutieux. L'habileté professionnelle trouve à s'exprimer avec éclat dans la mise au point des mécaniques obéissantes. A voir le culte avec lequel les spécialistes procèdent à l'encre des cylindres, à la mise en place des formes, à toutes les opérations préparatoires de l'impression, on comprend l'orgueil légitime de cette corporation d'ouvriers imprimeurs, véritable élite du monde du travail.

Le premier hall qui étend devant nous sa claire immensité enferme vingt-sept machines Miehle, rangées à droite et à gauche, en ordre de parade. Ces machines, susceptibles d'un tirage de 1.900 exemplaires à l'heure, sont affectées à l'impression en noir.

Et voici un groupe de sept machines pour le tirage en héliogravure, suivies, dans un autre hall, de sept autres machines d'offset. Les premières tirent l'extérieur de la couverture et les pages d'héliochromie. Les secondes sont affectées à l'im-

pression de l'intérieur de la couverture, aux hors-textes des numéros spéciaux, à la reproduction d'aquarelles, de crayons et fusains.

Est-ce tout? Non. Dans un autre hall de mêmes dimensions que le précédent, vingt-trois machines *deux tours* allongent encore leurs formes basses. Celles-ci sont spécialement affectées au tirage en couleurs. Parmi elles, huit machines sont munies de marges et de réceptions automatiques réduisant le rôle du contrôleur de machine à un rôle d'observateur.

Une autre longue machine automatique imprime deux couleurs en un seul passage.

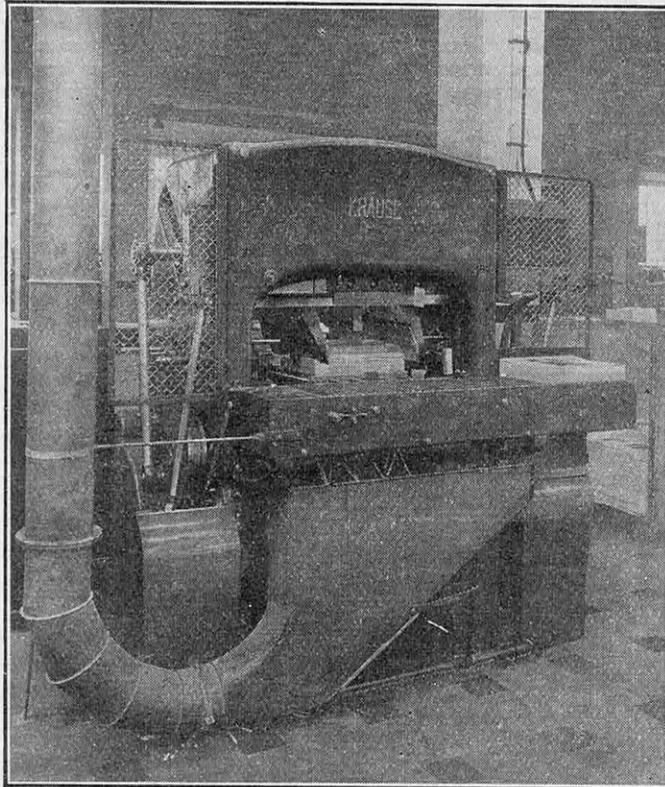


FIG. 7. — MASSICOT A TROIS LAMES POUR ÉBARBER LE PAPIER ET COUPER LE NUMÉRO

On aperçoit deux des lames en train de fonctionner ; la troisième, perpendiculaire aux précédentes, est relevée. En bas : buse d'aspiration des rognures.

Soit donc, au total, le nombre effarant de soixante-quatre machines à grande puissance auxquelles il convient d'ajouter les rotatives que leur poids élevé a contraint de reléguer au rez-de-chaussée.

Pour satisfaire l'énorme appétit de papier de ces machines, un ravitaillement spécial est organisé. Des chemins de roulement de tôles striées, scellées dans le sol, parcourent les halls, assurant la distribution du papier que des chariots transportent à raison de 1.800 kilogrammes par chargement.

Matière délicate, au surplus, que le papier. Selon la plus ou moins grande humidité de l'air ambiant, il s'allonge ou se rétrécit. Va-et-vient indésirable qu'il est nécessaire d'éviter à tout prix, si l'on veut obtenir une constance parfaite de l'impression. Aussi les halls sont-ils nantis d'un système d'humidification de l'air au degré répondant à la plus grande souplesse et en même temps à la plus grande stabilité du papier.

Voici, enfin, le façonnage

Voilà donc la revue imprimée, tirée. Mais comment se présente-t-elle au sortir des machines d'impression ?

Littéralement en vrac, par feuillets plats, sur lesquels est imprimée la matière de deux pages, quatre ou huit pages, la couverture étant à part. Ces feuillets, cette couverture, il faut les assembler, les réunir, les piquer. Pour les cahiers, un pliage est auparavant nécessaire. Suite d'opérations dont on devine la complexité, ainsi que l'indispensable précision. Un tout est à faire, tout ordonné, constitué de parties éparses où le noir succède à la couleur et le papier à grain ou satiné au papier glacé.

Ici encore, on s'en remet à l'habileté des machines. Quelle habileté et quelles machines ! Ainsi douze gigantesques plieuses prennent les feuillets plats que six énormes monte-charges déversent sans arrêt du premier étage au rez-de-chaussée. Ces feuillets, elles les disposent en cahiers, accomplissant toute une gamme de combinaisons étonnantes.

Après quoi l'œuvre de synthèse se poursuit. Des cahiers obtenus, il faut former un exemplaire, l'encarter dans la couverture et agraffer le tout. Besogne de finition qu'accomplissent de merveilleuses machines devant lesquelles on demeure muet d'étonnement. Jamais, en effet, l'intelligence mécanique n'a atteint semblable perfection.

Ces machines sont au nombre de six (quatre pour *L'Illustration* et deux pour son supplément *La Petite Illustration*). Les pre-

mières se saisissent des cahiers, les empilent automatiquement les uns sur les autres, dans l'ordre nécessaire, passent dans le cahier d'ensemble ainsi constitué un fil d'acier formant agrafe et placent enfin l'exemplaire à l'intérieur de la couverture, le cahier final étant préalablement muni de colle par leurs soins. Quant aux machines de *La Petite Illustration*, elles placent à cheval les uns sur les autres les différents cahiers et la couverture et piquent l'ensemble directement.

Avec cette suite d'opérations, la fabrication de la revue est pratiquement terminée. *L'Illustration* est faite. Et cependant elle n'est pas finie.

Elle n'est pas finie, car le papier n'est pas ébarbé, le numéro n'est pas coupé. Petits détails d'une grande importance, le lecteur devant avoir entre les mains une revue impeccable qu'il puisse lire immédiatement, sans le secours d'un coupe-papier.

Alors une nouvelle machine — la dernière — intervient. C'est le massicot à trois lames. Trois lames tranchantes comme un couperet de guillotine, qui, sur trois des côtés de chaque exemplaire, ébarbent le papier et, du même coup, coupent les pages.

Cette fois, c'en est fini. La mécanique cède la place au travail manuel. Des bataillons d'ouvriers s'emploient à mille petites besognes : encartage de feuillets volants de publicité, mise sous pli des numéros d'abonnés, expéditions, etc... Rôle discret, mais rôle essentiel. Ne faut-il pas que la revue soit dirigée là où elle est attendue ?

Les enseignements

Nous venons ainsi de passer en revue toutes les opérations qui concourent à la fabrication d'une grande revue. Une conclusion très nette s'impose à nous :

Constatons, en effet, que la qualité de l'exécution exige la qualité des moyens. L'artiste se satisfait d'un mauvais fusain. Outre une part nécessaire de talent, l'imprimeur a besoin d'une bonne machine. Disons le mot : il a besoin de la meilleure machine. D'où un outillage perpétuellement en voie d'enrichissement. A cet égard, les qualificatifs ne nous gênent point pour cause de modestie, marquons tout net que l'outillage de Bobigny est, pour le type de publication à fabriquer, *the best in the world*.

En un temps où la course au progrès ressemble fort à la course à la vie, satisfaisons-nous donc de posséder, en France, une installation industrielle qui est elle-même un progrès.

R. CHENEVIER.

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

Le présélecteur améliore la sensibilité des postes de T. S. F.

Le présélecteur a pour but, on le sait, de sélectionner, en quelque sorte, les ondes avant leur amplification ce qui, d'une part, accroît la sélectivité et, d'autre part, permet d'éliminer nombre de parasites. Dans ces conditions, la sensibilité de l'appareil peut être accrue sans qu'il en résulte une gêne dans l'audition. Ainsi une réception très nette d'émissions difficilement perçues avec un récepteur seul peut être obtenue. Toutefois, il arrive parfois que l'on arrive à un résultat opposé si l'appareil n'est pas suffisamment étudié. Voici, dans ce domaine, un présélecteur (fig. 1) d'un rende-

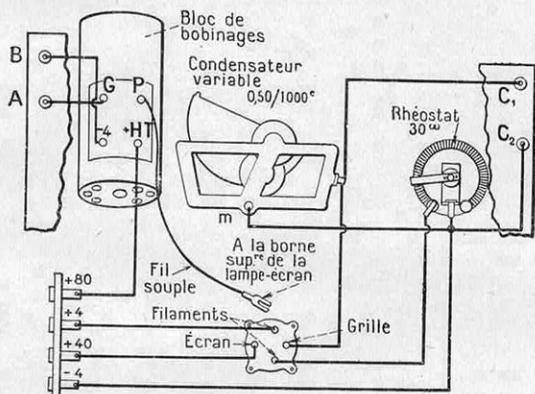


FIG. 1. — SCHEMA DU PRÉSELECTEUR

ment certain si l'on observe bien son mode de branchement d'ailleurs fort simple. En effet, ce mode varie suivant le récepteur, depuis la simple détectrice à réaction jusqu'au superhétérodyne à N lampes. Nous classerons donc les récepteurs en deux catégories, ceux qui fonctionnent sur cadre et ceux qui utilisent une antenne.

Pour les récepteurs fonctionnant sur cadre, les opérations sont les suivantes (fig. 2), retirer les fils du cadre du poste et les brancher aux bornes « cadre » du présélecteur ; relier les bornes 1 et 2 de celui-ci aux deux bornes « cadre » du poste ; relier aux accus les bornes - 4, + 4, + 40, + 80 du présélecteur.

A l'usage, on verra que c'est le condensateur variable du présélecteur qui est devenu le condensateur d'accord, tandis que le condensateur variable « accord de cadre » du poste est devenu le condensateur variable du présélecteur, mais le réglage reste le même. Pour les récepteurs fonctionnant sur antenne, le branchement, quoique facile,

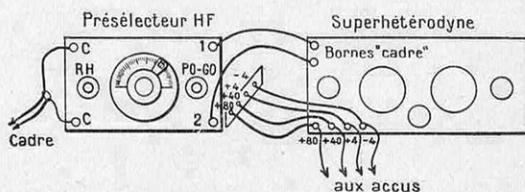


FIG. 2. — BRANCHEMENT DU PRÉSELECTEUR SUR UN SUPERHÉTÉRODYNE

exige un peu plus d'attention. En effet, sur ce genre d'appareil existe un bloc d'accord. Il faut débrancher de ce bloc la connexion de grille tout en laissant celle-ci relier la grille à l'antenne et débrancher aussi la connexion qui va à la terre et au + 4 volts. Le branchement de l'alimentation se fait toujours comme pour un super.

Si l'on veut utiliser un cadre, le branchement se fait normalement aux bornes « cadre » du présélecteur, mais, si l'on utilise une antenne, il faut relier la borne du bloc d'accord du poste, qui, auparavant, allait à la grille, à la borne cadre du présélecteur. Si le bloc ne portait pas une borne distincte pour l'antenne, celle-ci irait à cette même borne. Sur le schéma (fig. 3), nous avons supposé que le poste dont on désire augmenter la sélectivité ne possède qu'un bloc à deux bornes, un pour l'antenne et la grille, l'autre pour la terre et le + 4. Mais ce présélecteur est universel et peut fonctionner devant n'importe quel système d'accord. Le constructeur donne d'ailleurs tous renseignements à cet égard.

Dans ce présélecteur, tous les bobinages utilisés sont nettement différents de ceux employés habituellement ; ils comportent un transformateur haute fréquence dont le primaire a une impédance très élevée et se rapprochant le plus possible de la résistance interne de la lampe prévue. Le secondaire est accordé par un condensateur variable de 0,5/1.000 démultiplié.

Le contrôle de la puissance se fait à la fois par la commande prévue à cet effet sur le poste et à l'aide du rhéostat prévu sur ce

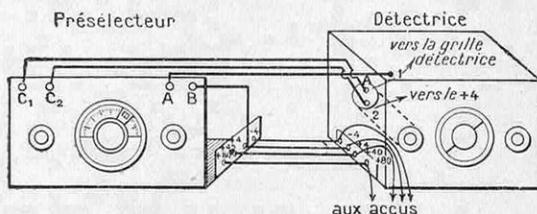


FIG. 3. — BRANCHEMENT DU PRÉSELECTEUR SUR UN POSTE UTILISANT UNE ANTENNE

présélecteur vraiment efficace. Cet appareil rend des réels services aux sans-filistes qui désirent augmenter la sélectivité de leurs appareils. Le constructeur fournit d'ailleurs le schéma de l'appareil facile à établir par tous les amateurs.

ETABLISSEMENTS RADIO-SOURCE, 82, av. Parmentier, Paris (11^e).

Un récepteur antifading

Nous avons exposé, d'autre part (voir page 127) ce qu'est le fading et ses causes, dues à la réflexion des ondes hertziennes sur la couche ionisée d'Heaviside. Nous avons montré également comment, du point de vue technique, on pouvait lutter contre ce phénomène qui trouble trop souvent les meilleures auditions radio-phoniques.

Nous avons dit, notamment, comment, dans les postes modernes, on faisait varier l'amplification en agissant sur la tension continue appliquée à la grille de contrôle des lampes à pente variable.

Dans ce domaine, voici une intéressante réalisation d'un récepteur qui ne connaît plus le fading.

C'est un poste à dix lampes où le signal reçu par l'antenne est amplifié par un étage dit à haute fréquence, puis sa fréquence est changée en une fréquence moins élevée, dite moyenne fréquence, au moyen de deux lampes. Une amplification à moyenne fréquence suit, puis un détecteur et un étage basse fréquence, qui donne la puissance nécessaire.

L'antifading (fig. 1) comprend deux tubes. La tension alternative, prélevée à la sortie de l'amplificateur moyenne fréquence avant détection, est appliquée, à travers une résistance et un condensateur de couplage, à un premier tube servant en somme de préamplificateur, et ensuite, par l'intermédiaire d'un transformateur accordé, à une détectrice à deux électrodes ou diode, constituant

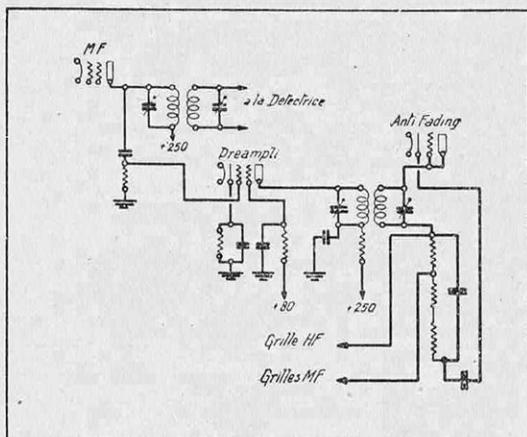


FIG. 1. — SCHÉMA DU DISPOSITIF ANTIFADING

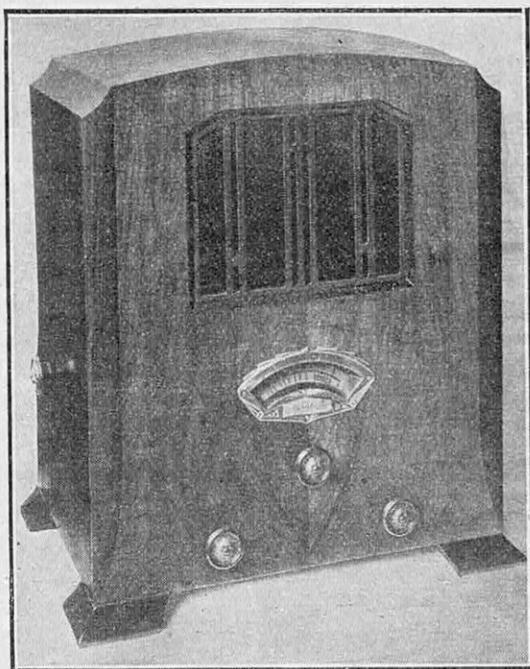


FIG. 2. — POSTE 10 LAMPES « SONORA » MUNI DU DISPOSITIF ANTIFADING

l'antifading. Puisqu'il circule un courant dans le circuit-grille d'un diode auquel on applique une tension alternative, et que, d'autre part, ce courant est proportionnel à l'amplitude du signal appliqué, nous allons avoir une tension variable aux bornes d'une résistance placée dans ce circuit, et cette tension sera en relation avec l'amplitude des oscillations provenant de l'antenne. Il nous suffira donc de l'appliquer sur la grille des lampes haute-fréquence pour avoir un contrôle automatique correspondant aux caractéristiques énoncées plus haut. Un potentiomètre, constitué par des résistances fixes, permet de polariser les moyennes fréquences à une valeur convenable légèrement inférieure à celle du tube haute fréquence.

En pratique, ce système s'est révélé très efficace, et une écoute d'une demi-heure sur « Radio-Normandie » ne nous a pas permis de constater une différence dans l'intensité sonore de l'audition. On aura, d'ailleurs, une idée très exacte de cette efficacité quand l'on saura que des essais de laboratoire ont démontré qu'une variation de l'amplitude du signal provenant de l'antenne, dans le rapport de 1 à 1.000 conserve constant le niveau de l'audition.

La lutte contre le fading, qui se poursuivait depuis plusieurs années, se termine donc par une victoire complète, due aux perfectionnements successifs apportés aux lampes à trois électrodes (1).

SONORA-RADIO, 5, rue de la Mairie, Puteaux.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 455.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Un perfectionnement sensationnel des fers électriques : le réglage automatique de la température

Il est superflu de rappeler que le fer électrique est l'appareil ménager électrique aujourd'hui le plus répandu.

Il n'est pas douteux, cependant, que les services du fer électrique seraient améliorés s'il était possible de supprimer les tâtonnements relatifs à la recherche de la

température spécialement appropriée au repassage de chaque espèce de tissus. Il serait, d'autre part, d'un intérêt capital de prévenir la possibilité des accidents dus au surchauffage, linges rous-sis, tables brûlées et même incendies, résultant de l'oubli d'un fer en prise sur le courant.

Pour obtenir ce réglage automatique et pour prévenir tout accident grave de surchauffage, il suffirait d'adjoindre au fer le dispositif connu sous le nom de thermostat, chargé de couper automatiquement le courant, dès que la température atteint un niveau fixé et de rétablir le courant dès que la température s'abaisse.

On n'a pas manqué, depuis longtemps, de penser à cette solution très simple qui s'im-

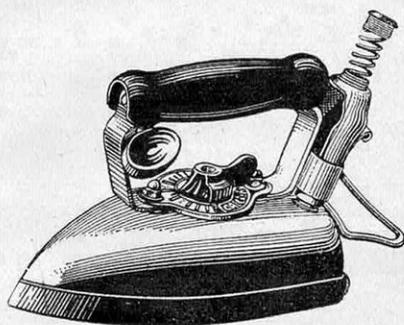


FIG. 1. — LE FER « SUPER AUTOMATIC »

On voit, sous la poignée, l'index qui permet de régler la température du fer.

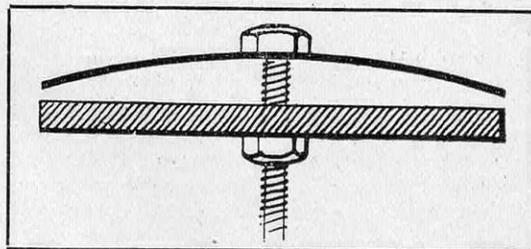


FIG. 3. — COUPE SCHÉMATIQUE DU THERMOSTAT RÉGLANT LA TEMPÉRATURE

posait tout naturellement à l'esprit. Mais la simplicité n'est qu'apparente, car, si les applications du thermostat sont multiples et si les systèmes en sont nombreux, l'utilisation de ce dispositif aux fers électriques avait rencontré jusqu'ici des difficultés pratiquement insurmontables. Ces difficultés viennent d'être résolues de la façon la plus ingénieuse, dans les fers « Calor », dits « Automatic ».

Comment fonctionnent les fers « Automatic » ?

Dans la résistance chauffante bobinée en ruban est intercalée une calotte en métal flexible, mais peu dilatable. L'intérieur est doublé d'une seconde calotte de métal flexible très dilatable. Ces deux calottes, indissolublement soudées entre elles par laminage, ne forment, en définitive, qu'une seule coupelle monobloc mince et flexible.

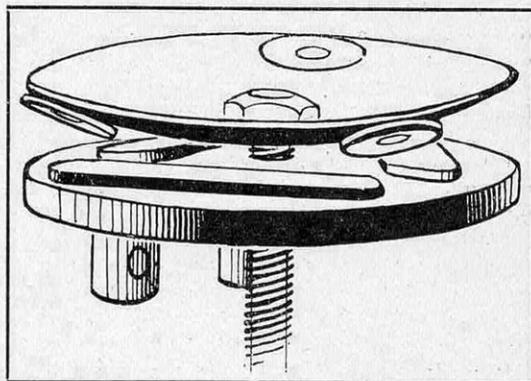


FIG. 4. — LE THERMOSTAT DU FER ÉLECTRIQUE : LA CALOTTE DANS SA POSITION RELEVÉE
On voit les rondelles d'argent qui, dans la position basse, assurent le contact entre les barrettes métalliques fixées sur le socle.

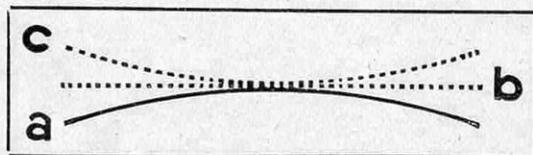


FIG. 2. — PRINCIPE DU THERMOSTAT

La calotte métallique spéciale ne peut prendre que les positions a ou c, à l'exclusion des positions b.

Sous l'effet d'une pression déformante, une telle calotte flexible *a* (fig. 1) peut se retourner, c'est-à-dire prendre la forme *c*. Mais, abandonnée à elle-même, elle ne peut se maintenir que dans ces deux formes *a* ou *c*, à l'exclusion des positions intermédiaires *b* ou voisines (fig. 1).

C'est là le thermostat de conception nouvelle qui résout à la perfection le problème dont la solution avait été longuement cherchée jusqu'ici. Ce thermostat, d'ensemble infime, est d'une solidité à toute épreuve en raison de son étonnante simplicité.

La calotte posée, la partie concave en dessous, est assujettie par une vis centrale sur un socle circulaire plat (fig. 3). Elle repose sur ce disque par trois rondelles d'argent fixées sur son pourtour comme trois pieds minuscules (fig. 4). En réalité, ces trois rondelles, au lieu de reposer directement sur le

la forme *c* (fig. 2), soulevant avec elle les trois rondelles qui formaient contact. Le courant est coupé.

Dès que le fer, privé de courant, se refroidit, c'est le phénomène inverse qui se produit. La doublure dilatée se contracte et subit une tension en exerçant une compression progressive, sur l'autre plaque qui a pris sa place. A la limite critique, c'est un autre éclatement subit qui se produit du fait de cette compression, mais en sens inverse du premier, et la calotte reprend sa forme primitive.

Ces détentes brusques provoquant les retournements successifs de la calotte dans un sens, puis dans l'autre, se font dans un millième de seconde et se traduisent dans un déclic sec que l'oreille perçoit très nettement. La précision du fonctionnement est absolue ; l'explosion déformante se produit rigoureusement à un point d'équilibre entre la

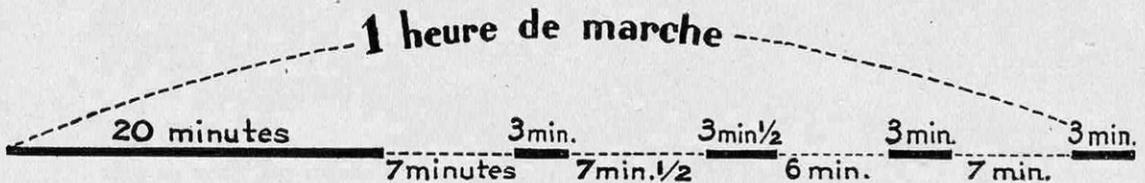


FIG. 5. — VOICI, PENDANT UNE HEURE DE MARCHÉ, LES TEMPS DE CONSOMMATION (TRAITS PLEINS) ET DE NON-CONSOMMATION (TRAITS POINTILLÉS) D'UN FER ÉLECTRIQUE À RÉGLAGE AUTOMATIQUE

socle, reposent sur une barrette métallique formant conducteurs de courant disposés sur la périphérie dudit support (fig. 4). Cette barrette est coupée en trois endroits et c'est précisément sur ces trois coupures que reposent les trois rondelles-supports dont l'enjambement en forme de pont établit le contact qui ouvre le passage du courant. Si les ponts viennent à se soulever, comme dans la figure 4, le passage du courant se trouvera interrompu.

Que va-t-il advenir dès que le cordon du fer sera branché sur la prise murale ? Les ponts étant à leur place, le courant va passer et chauffer le fer. Dès que la température de l'ensemble — résistance chauffante et calotte — s'élève, le métal dilatable, qui forme la doublure intérieure, tend à s'allonger sous l'effet d'une poussée latérale centrifuge, mais le métal indilatable, qui forme l'extérieur de la calotte, s'oppose à cet allongement. Il subit de ce fait une tension progressive pendant que le métal dilatable subit la compression correspondante. Comme cette compression s'accroît sans cesse, il se produit à un moment donné comme une explosion subite du métal dont la dilatation a été freinée à l'extrême. Cette détente, qui s'exerce naturellement dans le sens de moindre résistance, s'attaque à la flexibilité latérale, véritable soupape de sûreté, et provoque le retournement instantané de la calotte, qui passe de la forme *a* à

compression d'une plaque et la tension de l'autre. La température de rupture du courant est en fonction du degré de courbure de la calotte.

Dans le modèle « Automatic », cette courbure est réglée une fois pour toutes par le fabricant pour limiter la température à un degré moyen répondant aux nécessités de la généralité des repassages courants.

Dans le modèle « Super automatic », la courbure est établie pour limiter la température au degré maximum utilisé en repassage, mais la ménagère peut provoquer elle-même, en manœuvrant une vis centrale de compression, un commencement de déformation de la calotte.

Il va sans dire que lorsque cette déformation par vissage est très accentuée, il suffit d'une faible température pour achever la déformation qui doit amener le retournement et la rupture du courant : c'est le réglage doux. Au contraire, lorsque cet aplatissement préalable par vissage n'a pas été effectué, le fer chauffe au degré maximum avant que le retournement se produise : c'est le réglage fort. Entre ces deux extrêmes, il existe toute la gamme des réglages intermédiaires par vissage.

Ce qui étonne dans cette ingénieuse réalisation du régulateur de température, c'est la simplicité des moyens mis en œuvre, l'infaillibilité du fonctionnement, l'absence totale de mécanisme susceptible de s'user, de

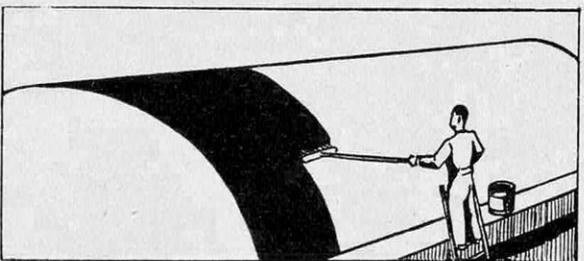
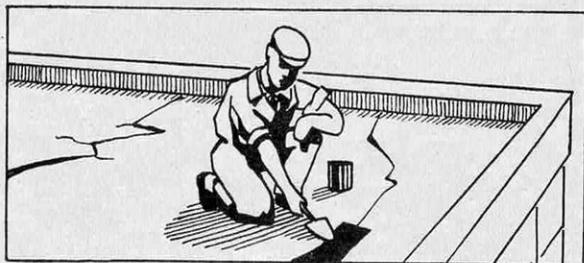
prendre du jeu, de le dérégler. Mais il faut surtout considérer que ce dispositif détermine la rupture extra brusque du courant et l'ouverture instantanée du circuit.

L'économie réalisée avec le fer « Automatic » est notable. En effet, dès que le fer a acquis son volant de chaleur, en moins de vingt minutes, il se consomme du courant que vingt minutes par heure environ (traits pleins de la fig. 5) pour se maintenir à la température fixée.

Aussi, les fers « Automatic » apportent le perfectionnement le plus important aux fers électriques. Le fer « Automatic » possède un cerveau métallique qui pense et agit pour vous, dit le fabricant ; il pourrait ajouter « qui économise pour vous et qui vous préserve des accidents petits ou grands ».

Comment entretenir les toitures

PROPRIÉTAIRE d'un immeuble de rapport ou d'un simple pavillon, vous appréhendez toujours le moment où les infiltrations de pluie nécessitent la réparation de la toiture et vous redoutez d'être entraîné à des frais élevés. Pour des raisons d'économie, c'est du côté des enduits plastiques que l'expérience a donné les résultats les plus intéressants pour ce genre de travail.



COMMENT ON UTILISE L'ENDUIT « BITUCO »

Dans ce domaine, signalons le « Bituco », qui, étudié depuis trois ans avec le plus grand soin, et mis au point par la société *la Nationale*, réunit toutes les qualités d'un enduit plastique idéal. Il apporte aux propriétaires la solution du problème de l'entretien des couvertures, tel qu'il se pose dans une période de crise et d'incertitude. Ce produit est composé de bitume et d'amiante sélectionnés, traités par un procédé spécial qui leur assure une inaltérable plasticité. La présence de l'amiante lui donne un très faible poids. Par ailleurs, sa commodité d'application est remarquable. Celle-ci peut être confiée d'ailleurs, soit à un manoeuvre non spécialisé, soit aux ouvriers de la société productrice.

Le « Bituco » se présente sous trois formes : A, pâteux ; B, semi-liquide ; C, liquide, chaque forme ayant son champ d'application défini.

Le « Bituco C » est réservé aux toits en tuiles ou en fibro-ciment, qui présentent des suintements par suite d'une porosité excessive. Il s'emploie également comme couche d'apprêt ou bouche-pores sur le béton avant le ciment plastique.

Le « Bituco B » semi-liquide s'étend sur les feuilles de zinc ou sur les chéneaux, après obturation préalable des parties percées au moyen de toile de jute imprégnée.

Le « Bituco A » pâteux (ou ciment plastique) sert à obturer les fissures dans tous les genres de toitures. Il s'étend à la truelle sur la dalle de béton d'une terrasse et forme un tapis plastique, qui suit, sans se fendre, les mouvements du béton. Il faut signaler, enfin, son emploi, à la place du mastic, pour les vitrages et les lanterneaux, auxquels il assure, grâce à sa plasticité, une étanchéité indéfinie.

Terminons en signalant comme référence que le produit est de la même famille que le « Ferrubron », dont la réputation n'est plus à faire en Europe et dont les applications protègent, depuis trente ans, la gigantesque charpente métallique de la Tour Eiffel.

Les roues de secours des automobilistes à l'abri du vol

LA roue de secours constitue une proie facile pour les voleurs. Quoi de plus facile, en effet, que de dévisser quelques écrous et d'emporter la roue. Souvent le propriétaire de la voiture ne s'en aperçoit que longtemps après, ce qui rend bien improbable l'arrestation du ou des coupables.

Voici, cependant, qu'un petit appareil d'une simplicité remarquable met en marche le klaxon de la voiture lorsqu'un malfaiteur tente de dévisser les

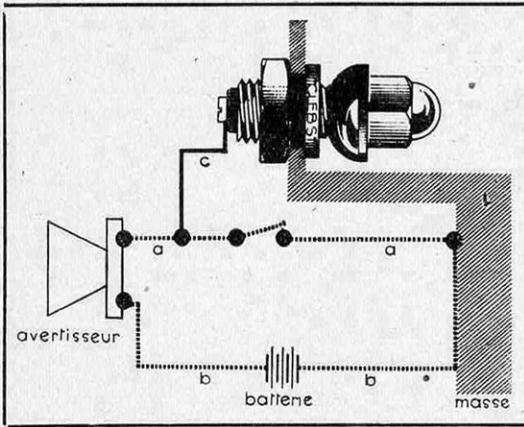


SCHÉMA DU MONTAGE ÉLECTRIQUE DU
« CLEBS » SUR LA ROUE DE SECOURS

écrous des goujons qui fixent la roue à la carrosserie. Extérieurement, rien ne le distingue d'un écrou ordinaire. Mais le schéma ci-dessus permet de comprendre son fonctionnement. Dans l'axe du goujon se trouve, en effet, une tige qu'un ressort repousse constamment vers la droite de la figure. Enfoncée par la tête de l'écrou, cette tige rompt un contact électrique. Mais celui-ci se rétablit automatiquement dès que l'on dévisse l'écrou, et le klaxon retentit. Le branchement se fait aisément en reliant la borne de l'appareil, par un fil *c*, au klaxon commandé par le circuit *a b*.

Signalons que les compagnies d'assurances, devant l'invisibilité, l'indéclabilité et l'infailibilité de cet appareil, garantissent les automobilistes contre le vol de la roue de secours en quelque lieu que ce soit, à condition qu'elle soit munie d'un « clebs ». On sait que, jusqu'à présent, les compagnies ne couvrent le risque de vol que si celui-ci a eu lieu dans un garage ou si la voiture elle-même a été volée.

Des silos pour tous

POUR tous ceux qui ont plus de quinze à vingt vaches, les silos-tours sont parfaits. Mais les avantages et les bénéfices de l'ensilage leur étaient jusqu'à présent réservés. Pour des exploitations moins importantes, n'importe quel silo, qu'il soit en tôle ou en béton armé, est d'un prix prohibitif, surtout que, grand ou petit, tout silo nécessite toujours une machine à ensiler, qui coûte cher, et un moteur de 10 ch.

Un nouveau type de silo, le silo Darrel, met cependant aujourd'hui l'ensilage à la portée des plus petits cultivateurs. Un propriétaire de deux ou trois

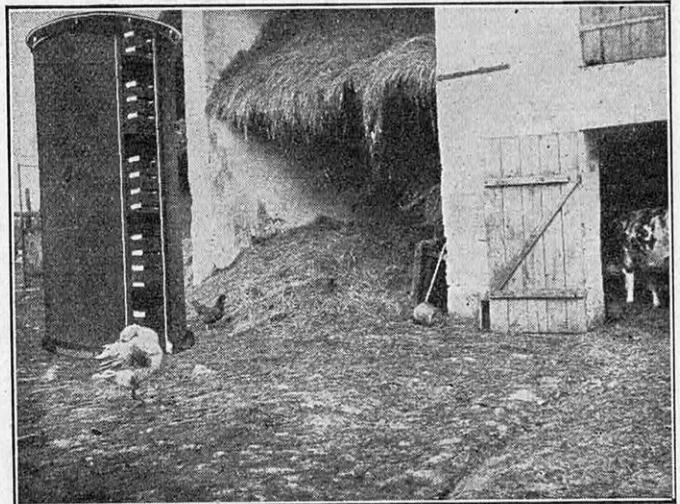
vaches ou de quatre à cinq vaches peut maintenant pratiquer l'ensilage sans déboursier une première mise de fonds disproportionnée avec le résultat à atteindre. Employé en batterie de deux ou trois, ces petits silos servent à tous ceux qui ont moins de quinze vaches. Grâce à la suppression de l'ensileuse et des parties accessoires inutiles pour un petit silo, ces petits silos sont entièrement soudés à l'électricité. Transportables en une seule pièce, ils sont conçus pour pouvoir être chargés sur wagon, sur camions ou voitures. En quelques minutes, ils sont facilement mis debout par le cultivateur lui-même.

Ces silos sont évidemment en tôle, non en tôle d'acier, mais en tôle de fer pur Armco. Par sa pureté absolue, ce fer empêche la rouille de se développer et résiste à la corrosion.

Enfin, les silos Darrel ont mis au point des ferments lactiques, qui vivent à la température ordinaire et se développent d'eux-mêmes dès la température de 25°, qui est provoquée et maintenue par l'action des ferments eux-mêmes. Plus besoin de thermomètre, ni de délais quelconques au moment de l'ensilage : il suffit de verser 1 demi-litre ou 1 litre de ce lacto-fourrage avec quelques litres d'eau et de répandre ce liquide sur le fourrage déposé dans le silo.

Bien entendu, pour les agriculteurs possédant plus de quinze vaches, les silos Darrel construisent de grands silos de 100 à 325 mètres cubes en fer pur Armco, qui nécessitent l'emploi de machines à ensiler tout à fait légitimes pour des exploitations de cette importance. Ces silos, bien qu'également soudés électriquement, sont facilement démontables et transportables.

Enfin, pour les grands propriétaires fonciers, les silos Darrel construisent des silos de grande capacité en béton armé monolithes, c'est-à-dire d'une seule pièce.

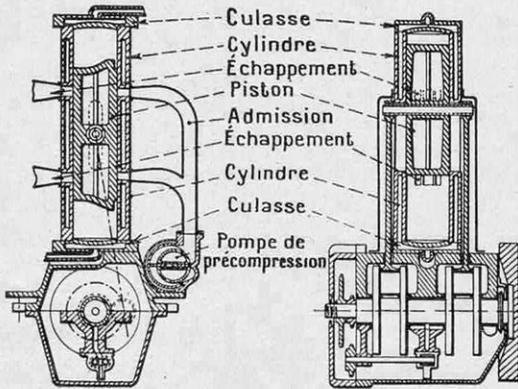


INSTALLATION D'UN SILO « DARREL » DANS UNE FERME

Nouveau moteur à double effet

Le moteur d'essais représenté ci-dessous est un moteur monocylindrique construit selon le cycle à deux temps, à balayage par déflecteur. L'alimentation en gaz frais se fait par une pompe rotative de précompression. L'allumage est assuré par une magnéto; les bougies sont placées à chaque extrémité du cylindre.

Ce moteur est caractérisé par l'emploi d'un piston de forme spéciale, travaillant sur ses deux faces, qui se déplace dans un cy-



VUES, EN COUPE, DU NOUVEAU MOTEUR A DEUX TEMPS ET A DOUBLE EFFET

lindre fermé à ses deux extrémités par une culasse rapportée et dans lequel sont aménagés, de part et d'autre de son axe, deux orifices d'admission et deux orifices d'échappement. Le piston est traversé en son milieu par un axe sur lequel sont montées deux bielles extérieures au cylindre, commandant chacune un maneton de même calage. Les explosions se produisant alternativement dans les deux sens, on a donc deux temps moteurs à chaque tour du volant.

La régularité cyclique de ce moteur est donc comparable à celle d'un moteur à 4 cylindres, 4 temps, de fabrication courante.

L'équilibrage peut être parfait, car l'inertie des pièces en mouvement alternatif est

directement compensée dans le même cylindre, l'effort moteur et l'effort résistant étant directement opposés à tout instant. Nous voyons, en effet, que lorsqu'une face du piston travaille utilement (détente), l'autre face est en période de compression (travail résistant). Il n'est donc transmis au vilebrequin que l'effort moteur seul.

Ce moteur d'essais, traité en deux temps pour simplifier la construction, bien qu'exécuté sans outillage spécial, a prouvé sa parfaite régularité et a pu atteindre la vitesse de rotation de 2.000 tours-minute, avec une consommation au cheval-heure permettant les plus grands espoirs au point de vue économie et rendement.

Il est à noter, en outre, qu'il peut être traité selon le cycle à 4 temps et en moteur à combustion, sans perdre aucune de ses qualités. Parmi celles-ci, on peut citer, en dehors de la grande régularité du couple moteur : une fabrication et un entretien peu coûteux; la suppression de pertes de compression grâce au centrage parfait et continu du piston; une consommation d'huile presque nulle (celle contenue dans le carter ne peut être polluée par les pertes de gaz et les résidus de combustion, le cylindre étant complètement séparé du carter).

Il faut noter aussi que ce moteur à double effet ne comporte aucune pièce délicate : soupapes, chemise intérieure, presse-étoupe.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté » de la science

Fer électrique : SOCIÉTÉ CALOR, 200, rue Boileau, Lyon (Rhône).

Entretien des toitures : SOCIÉTÉ D'APPLICATION DES PEINTURES INDUSTRIELLES, 2, rue de Vienne, Paris (8^e).

Contre le vol des roues de secours : CLEBS, 55, quai du Point-du-Jour, Billancourt (Seine).

Silos pour tous : SILOS DARREL, 25, rue Guersant, Paris (17^e).

Moteur à double effet : M. ALBIN, 18, boulevard Raimbaldi, Nice (Alpes-Maritimes).

Tant qu'en France le consommateur payera, rien qu'en impôts indirects : 1 fr 05 par kilogramme de sucre — 6 fr 40 par kilogramme de café — 5 fr par kilogramme de cacao — 6 fr 20 par kilogramme de poivre — 1 fr 10 par litre d'essence — 11 fr 43 par litre de rhum (pour ne citer que quelques denrées), il ne saurait être question de lutter efficacement contre la vie chère. — L'Etat en est le propre artisan en prélevant entre 40 et 50 % du prix de vente de ces denrées courantes. — Cela revient à dire que, sur 58 francs d'achat pour son alimentation, l'acheteur paye 22 francs de taxes d'impositions diverses! Dans la plupart des pays étrangers, la moyenne des impôts de consommation n'atteint pas la moitié de ceux qui frappent le consommateur français! Notre pays jouit maintenant du privilège peu enviable d'être celui où l'existence est la plus coûteuse, alors qu'il fut, il n'y a pas longtemps encore, le pays de la « vie bon marché ». — Comparez le budget des dépenses de l'Etat avant guerre et aujourd'hui : tout s'explique.

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

LES EXPLOSIFS : COMPOSITION, FABRICATION, PROPRIÉTÉS, APPLICATIONS, par W. Main. 1 vol. de 200 p., avec 53 fig. Prix franco : France, 26 fr 80 ; Etranger, 30 francs.

A côté des traités très développés destinés aux techniciens spécialistes dans la fabrication des explosifs, cet ouvrage donne aux techniciens des mines, de l'agriculture, des travaux publics, de la guerre, qui ont si souvent à employer les explosifs, la possibilité de se documenter succinctement sur la préparation, la composition, les propriétés de toutes les substances mises à profit ou susceptibles de l'être.

MATIÈRE ET ÉNERGIE, par Victor Henri. 1 vol. de 436 p. Prix franco : France, 113 francs ; Etranger, 118 francs.

Le livre de M. Victor Henri s'adresse à tous ceux qui veulent apprendre la chimie-physique moderne et à ceux qui s'intéressent aux progrès de cette science. L'auteur présente d'une façon systématique l'ensemble de nos connaissances actuelles sur la matière et l'énergie. L'idée directrice du livre entier est que la matière et l'énergie constituent un tout inséparable pouvant se transformer mutuellement l'une dans l'autre, ce qui constitue le but des conceptions actuelles sur l'origine, l'évolution et la mort des mondes.

MANUEL DE CHARPENTE EN FER, par Pierre Labarraque. 1 vol. de 410 p., avec 395 fig. Prix franco : France, 30 francs ; Etranger, 32 francs.

Les charpentes métalliques, qui caractérisent notre époque industrielle, s'imposent de plus en plus. Le fer s'est substitué au bois parce qu'il permet la réalisation de constructions importantes que le bois ne permettait pas ;

d'autre part, les dangers d'incendie sont moindres, et, si le prix de revient des charpentes en fer est plus grand, leur durée est considérablement accrue.

Dans cet ouvrage, l'auteur donne, au début, des notions élémentaires de résistance des matériaux, puis les conventions à peu près générales adoptées pour le dessin et le traçage des pièces de charpentes en fer, et les principaux assemblages et les différentes parties des constructions métalliques. Il donne ensuite quelques indications relatives au montage, notamment par soudure.

Le CINÉMA PARLANT, par Alfred Soulier. Prix franco : France, 15 fr. 50 ; Etranger, 19 francs.

Après avoir rappelé les principes du cinéma parlant et les propriétés du son, l'auteur étudie successivement l'enregistrement électrique, les amplificateurs, les divers procédés utilisés, les appareils de prises de vue et de sons. Puis il examine les appareils de reproduction : la lanterne de projection, la cellule photoélectrique, le pick-up, les amplificateurs, les haut-parleurs, etc...

La LIBRAIRIE LAROUSSE publie par fascicules un ouvrage relatif au progrès de la science, sous la direction de nos éminents collaborateurs : G. Urbain, membre de l'Institut, et M. Boll. — Le premier volume traitera de tout ce qui touche à la science jusqu'à la fin du XIX^e siècle. C'est un vaste inventaire du passé, susceptible d'intéresser tous ceux désirant suivre le mouvement scientifique contemporain qui en est le prolongement continu.

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par *La Science et la Vie*, au reçu du montant correspondant au prix indiqué pour chaque volume.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis...	{ 1 an 45 fr. { 6 mois... 23 —	Envois recommandés....	{ 1 an 55 fr. { 6 mois... 28 —
---------------------------------	---	------------------------	---

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, États-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affranchis...	{ 1 an 80 fr. { 6 mois... 41 —	Envois recommandés....	{ 1 an 100 fr. { 6 mois... 50 —
---------------------------------	---	------------------------	--

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis...	{ 1 an 70 fr. { 6 mois... 36 —	Envois recommandés....	{ 1 an 90 fr. { 6 mois... 45 —
---------------------------------	---	------------------------	---

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
 CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Si vous pouvez écrire Vous pouvez **DESSINER**

CRÉEZ-VOUS une source de profits en apprenant à dessiner. Ne croyez-vous pas que vous vaudriez plus si vous saviez dessiner ? N'avez-vous pas bien souvent regretté de ne pouvoir croquer une silhouette, un paysage ? 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 artiste dessinateur. La méthode appliquée par l'École A. B. C. utilise tout simplement l'habileté graphique que vous avez acquise en apprenant à écrire et vous permet ainsi d'exécuter, dès votre première leçon, des croquis fort expressifs d'après nature, même en mouvement. En dehors du dessin en général, vous pouvez vous spécialiser dans une des nombreuses branches du dessin, telles que : dessin d'illustration, publicité, affiches, catalogues, modes, décoration, caricature, etc. Cela vous sera permis, grâce à l'École A. B. C., qui, par sa lumineuse méthode, a mis l'enseignement du dessin à la portée de tous. Grâce à elle, vous pouvez, 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 éminents. Vous avez aujourd'hui une occasion unique de prendre une décision dont dépendra votre avenir. Un album d'art vous initiera complètement à notre méthode et constitue en lui-même une véritable première leçon d'un cours de dessin. Cet album vous est offert gratuitement. Vous ne vous engagez donc à rien en le demandant, et sa lecture sera pour vous une source réelle de plaisir. N'hésitez pas, mais demandez cet album aujourd'hui-même.

Ceux de nos élèves qui désirent se spécialiser dans une branche particulière du Dessin (Publicité, Illustration, Décoration, Mode, etc...) reçoivent de leurs professeurs un programme supplémentaire se rapportant à cette branche et suivant progressivement chaque cours étudié, sans supplément de prix.



Quelques traits décisifs ont suffi à l'un de nos élèves pour camper cette silhouette.

DÉCOUPEZ ET RETOURNEZ-NOUS CE COUPON

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (Studio R 120)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées) PARIS

Monsieur le Directeur,

Je vous prie de bien vouloir m'adresser gratuitement et sans engagement de ma part, votre brochure annoncée ci-dessus, donnant tous renseignements sur le Cours A. B. C. de Dessin.

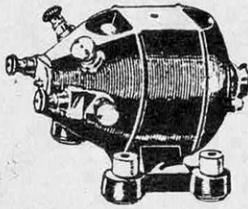
Nom.....

Adresse.....

Ville..... Dép^t.....

LE MICRODYNE

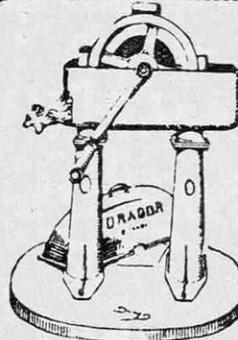
Le plus petit moteur industriel du monde



MOTEURS UNIVERSELS
DE FAIBLE PUISSANCE



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



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 1^{er} tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Contrairement aux autres systèmes n'utilise pas de poulie de fond. - Donné 2 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.

CHEMINS DE FER DE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE

Pour excursionner à bon compte

Quel meilleur délassement pouvez-vous vous procurer que de parcourir à votre gré la région où vous passez vos vacances ? Ne craignez pas que la dépense soit trop élevée ! Vous pourrez vous déplacer à bon compte grâce aux cartes d'excursion, valables 15 ou 30 jours, que toutes les gares P.-L.-M. délivrent. Votre carte vous permettra d'atteindre la région choisie : **Savoie, Dauphiné, Jura, Bourgogne, Morvan, Auvergne, Côte d'Azur, Cévennes, etc...**, d'y circuler à votre fantaisie et de revenir à votre point de départ en fin de vacances.

Ce régime de transport est très avantageux pour qui désire se déplacer beaucoup dans une région, et il supprime tout aléa dans l'établissement d'un budget de voyage. Des réductions supplémentaires sont consenties quand plusieurs cartes sont souscrites en même temps par les membres d'une famille.

Pour des indications plus détaillées, veuillez vous renseigner auprès des gares.

Recherches des Sources, Filons d'eau
Minerais, Métaux, Souterrains, etc.

par les

DÉTECTEURS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

L. TURENNE, ING. E. C. P.
19, RUE DE CHAZELLES, PARIS-17^e

Vente des Livres et des Appareils
permettant les contrôles.

POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE

INVENTEURS

Pour vos
BREVETS

Adressez-vous à : ROGER PAUL, Ingénieur-Conseil
35, rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratis !

MOTEURS à double effet
LICENCE A CÉDER

(Voir texte à la page 175 de ce numéro)

A. ALBIN, 18, boulevard Raimbaldi, 18 - NICE

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



Oui... mais
"CLEBS" veille

APPAREIL BREVETÉ, MARQUE DÉPOSÉE

vous assure contre la perte et le vol de vos roues de secours. Invisible, indérégable, Infaillible, se pose instantanément sur toutes roues. Seul, le **CLEBS** est admis dans un contrat d'assurance.

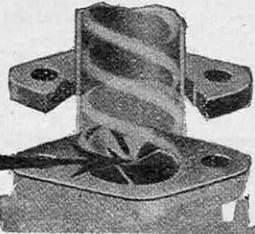
Demander les renseignements à notre **Service spécial d'Assurances** (accessoires autos), qui garantit la roue volée, même sans la voiture, si elle est gardée par un **CLEBS**.

Pour les lecteurs de *La Science et la Vie* : franco, **35 francs** ; contre remboursement, **37 francs**. Agents et Concessionnaires demandés à l'étranger.

En vente chez les grossistes et grands magasins, et aux **Etabl. CLEBS, 55, quai du Point-du-Jour, Billancourt-Paris**. Téléph. : Molitor 15-15.



Un accessoire vraiment moderne
"GAZOGYR"



SPECIALITÉS
A. M.

Le kilomètre plus vite, plus aisé et moins cher.

GAZOGYR A. M.
Marque déposée
Gazéificateur fx breveté S. G. D. G.

Nouveau mode d'application de la turbulence.

Rien de commun avec les turbines rotatives qui s'usent rapidement dans le courant gazeux qu'elles freinent en affaiblissant le moteur.

Meilleur rendement thermique, économie de carburant 10 à 20 %, réduction de la consommation d'huile, suppression de la calamine, alimentation rationnelle et régulière de tous les cylindres.

Livré prêt à monter **42. »**

à la commande

Livré prêt à monter **45. »**

contre remboursement

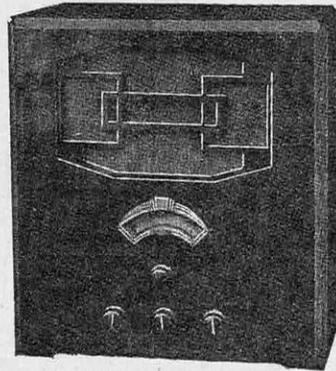
(Indiquer la marque et le type du véhicule)

GARANTIE. — Remboursement sous 8 jours en cas de non satisfaction.

**SPECIALITÉS A. M., 54, r. Louis-Blanc
COURBEVOIE (Seine)**

Voir l'article dans ce numéro, page 84

UNION-RADIO RÉCEPTEUR



TYPE C 4

Prix imposé, prêt à fonctionner : **1.475 fr.**

TYPES C 44, avec la nouvelle lampe américaine 58
Présentation de luxe. Prix imposé : **1.680 fr.**

TYPE S 7, superhétérodyne 7 lampes
ENSEMBLE RADIO-PHONO

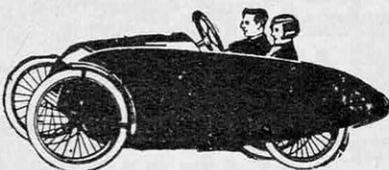
Notices gratuites sur demande à

**UNION-RADIO, 80, boul. Gallieni
ISSY-LES-MOULINEAUX**

Démonstrations : **RAD.ON, 61, r. du faub.-Poissonnière, PARIS**

Téléphone : TAITBOUT 42-53

UN VÉLO-VOITURE



LE VÉLOCAR

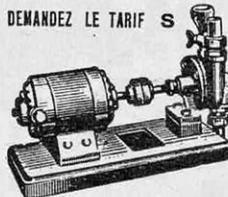
Plus rapide et plus confortable qu'une bicyclette
2 PERSONNES, 3 VITESSES

Demandez notice détaillée (Envoyez timbre pour réponse)

MOCHET, 68, Rue Roque-de-Fillol, PUTEAUX (Seine)

La Pompe Electrique SNIFED

remplacera avantageusement votre pompe à main et vous donnera l'eau sous pression automatiquement.



Groupe n° 1
110 ou 220 volts

675 FR.

Pour 1.000 litres-heure à 20 mètres d'élevation totale.

⊗ Pompes SNIFED ⊗

44, rue du Château-d'Eau - PARIS-X'

LE MEILLEUR ALIMENT MÉLASSÉ

8 GRANDS PRIX
8 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
DEPUIS 1910

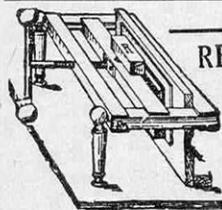
PAÏL' MEL

EXIGER SUR LES SAC

PAÏL' MEL
M. L.
TOURY
MARQUE DÉPOSÉE

POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL

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



RELIER tout SOI-MÊME
avec la RELIEUSE-MÉREDIEU
est une distraction
à la portée de tous
Outillage et Fournitures générales
Notice illustrée franco contre 1 fr.
V. FOUGÈRE & LAURENT, à ANGOULÈME

CHEMINS DE FER DE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE

**Comment retrouver
ses bagages chez soi,
sans avoir à s'en soucier
à la gare d'arrivée.**



Ecoutez ce conseil au moment où vous préparez votre départ en vacances. Si vous expédiez des bagages d'une gare quelconque du P.-L.-M. à destination de Paris, Lyon, Aix-les-Bains, Vichy, Marseille, Cannes, Nice, Monte-Carlo et Menton, demandez, au moment de l'enregistrement, que ces bagages soient livrés à domicile.

Vous paierez les frais de livraison à domicile, en même temps que la taxe d'enregistrement, et vous n'aurez plus à vous occuper, par la suite, de vos bagages, que vous retrouverez, à l'arrivée, chez vous ou à votre hôtel.

SILOS DARREL

EN FER PUR ARMCO
SANSEMPLOI DE MACHINE
A ENSILER POUR

2 à 15 vaches

CHEZ TOUS LES MARCHANDS
DE MACHINES AGRICOLES ET
A. DARREL, 25, r. GUERSANT, Paris

P. B. P. GOUY, PARIS.

Voici, d'après la « Statistique générale de la France », quelques chiffres à méditer :

Baisse de l'indice or des prix de détail de 1930 à 1933 : Angleterre, 43 % ; Allemagne, 26 % ; Etats-Unis, 38 % ; Italie, 19 % ; Belgique, 25 % ; Suisse, 23 % ; Suède, 46 % ; en France : à peine 15 % !

La France est donc le pays où le prix de l'existence est le plus cher. Les économistes attribuent cette situation désavantageuse à l'abondance des signes monétaires, aux droits protecteurs, au nombre et à la rapacité des intermédiaires, au nombre et à la lourdeur des impôts.

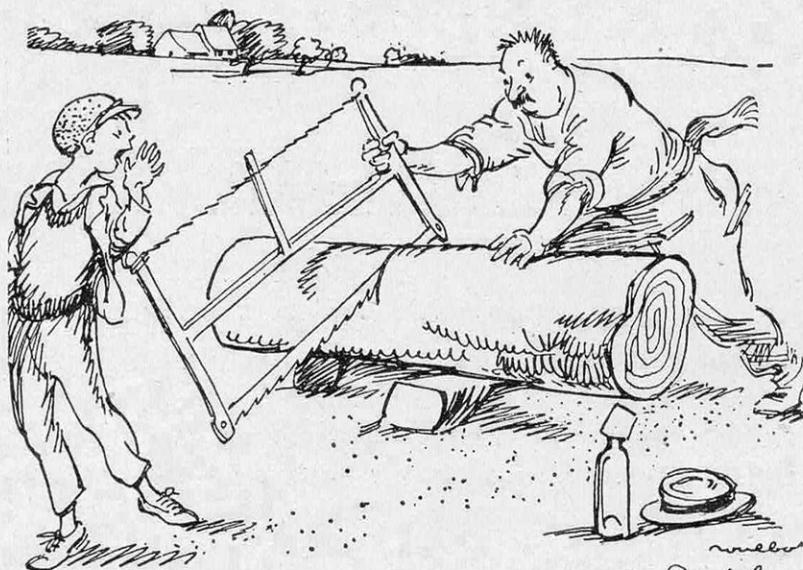
De tous les pays qui ont le mieux rétabli leurs finances, l'Angleterre vient au premier rang, car elle a toujours su faire prédominer le système de la déflation sur celui des impôts. « Il n'existe pas de prix mondiaux, mais des régimes de prix qui varient pour chaque Etat. » (Bung S., Secrétaire d'Etat des Affaires Economiques du Reich.)

BREVETS D'INVENTION

■ MARQUES DE FABRIQUE - MODÈLES ■

A.-J. VAREILLE INGENIEUR-CONSEIL

10, PL. DE LA P^{TE} CHAMPERRET, PARIS (17^e) • TÉL. : GAL. 49-56



- Elle a mal aux dents, ta scie, essaye le 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 est tout particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur très persistante.

Dentol

CADEAU Pour recevoir gratuitement et franco un échantillon de **DENTOL** il suffit d'envoyer à la Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris, son adresse exacte et bien lisible, en y joignant la présente annonce de *La Science et la Vie*.

CHEMINS DE FER DE PARIS - LYON - MÉDITERRANÉE

Vacances 1933

TRAINS SPÉCIAUX à PRIX RÉDUITS

VOUS désireriez passer vos vacances en Savoie, Auvergne, Franche-Comté, Jura, Morvan, Avallonnais, Nivernais, Bourbonnais, Ardèche, Drôme, Gard, Hérault, Côte d'Azur. Mais vous craignez que le prix du voyage ne soit trop élevé. Rassurez-vous ; vous pouvez vous rendre à bon compte dans ces régions en utilisant les trains spéciaux de vacances, à prix réduits, qui sont mis en marche au départ de Paris :

- les 28 et 29 juillet, 1^{er}, 5, 11, 13, 19 et 31 août, sur la SAVOIE et les ALPES ;
- les 27 et 30 juillet ; 1^{er}, 3, 5, 11, 13, 19, et 31 août, sur l'Auvergne ;
- les 14 juillet ; 6 et 14 août, sur la COTE d'AZUR ;
- les 23 juillet et 4 août, sur la FRANCHE-COMTÉ et le JURA ;
- les 30 juillet et 6 août, sur le MORVAN et l'AVALLONNAIS.
- le 2 août, sur le NIVERNAIS et le BOURBONNAIS ;
- le 2 août, sur le GARD et l'HÉRAULT ;
- le 5 août, sur l'ARDÈCHE et la DROME.

Les trains pour la Savoie, l'Auvergne, la Côte d'Azur et la Franche-Comté-Jura offrent des places de 2^e et 3^e classes ; les autres trains des places de 3^e classe seulement.

Les billets sont valables pour le retour jusqu'au 1^{er} novembre 1933.

Pour des renseignements plus détaillés, veuillez vous adresser au Bureau de renseignements de la gare de Paris-P.-L.-M., 20, boulevard Diderot (tél. : Diderot 85-10).

LA CARRIÈRE DE VÉRIFICATEUR DES POIDS ET MESURES⁽¹⁾

La Fonction

Le service des Poids et Mesures a pour but d'assurer la loyauté des transactions commerciales.

La mission peut se résumer ainsi :

- 1° Maintenir l'emploi exclusif d'un seul système de mesures : le système métrique décimal ;
- 2° Vérifier les instruments de mesure neufs, avant leur mise en vente ;
- 3° Contrôler périodiquement les instruments de mesure en service chez les commerçants et industriels et ordonner la réparation des instruments défectueux ;
- 4° Surveiller l'emploi des appareils de mesure dans le débit des marchandises et réprimer les fraudes quantitatives.

A ce rôle, à la fois technique et répressif, s'ajoute un rôle fiscal : taxation des poids et mesures possédés par les personnes assujetties à la vérification. Le service des Poids et Mesures est aussi chargé de la surveillance des appareils susceptibles d'être employés à la frappe des monnaies, et ses agents sont compris parmi ceux qui peuvent relever les infractions aux règlements concernant la police du roulage.

Avantages de la carrière

Travail intéressant. — Le travail des Vérificateurs des Poids et Mesures présente un réel intérêt. L'étude des dispositifs nouveaux et souvent très ingénieux employés dans les appareils de mesure (exemple : balances et bascules automatiques, appareils de pesage continu sur transporteurs, distributeurs d'essence automatiques, etc.), est une des plus attrayantes pour un esprit curieux et amateur de mécanique. La visite des usines assujetties au contrôle du Vérificateur lui permet d'acquérir une foule de notions utiles sur les produits fabriqués, les machines employées, les procédés de fabrication, etc...

Travail sain. — La profession réunit, dans une juste proportion, l'exercice physique et le travail de bureau, pour le plus grand bien de la santé des agents.

Déplacements en automobile. — Pour effectuer leurs tournées dans les communes rurales, les Vérificateurs ont une carte de circulation sur les chemins de fer (2^e classe), mais beaucoup d'entre eux possèdent une automobile et il est question d'augmenter les indemnités actuelles pour frais de tournées, de manière à généraliser ce mode de transport. A noter que l'Administration met à la disposition des agents chargés du contrôle des distributeurs d'essence, une voiture 10 ch, conduite intérieure.

Indépendance. — Le Vérificateur des Poids et Mesures est, dans sa circonscription, un véritable Chef de Service. Jouissant d'une grande indépendance, il organise ses tournées comme il l'entend, sous la seule réserve d'en faire approuver l'itinéraire par l'Inspecteur Régional.

Considération. — Le Vérificateur jouit d'une grande considération près des industriels et commerçants d'une part, près du public, d'autre part. Pour les premiers, il est le conseiller technique qui renseigne sur la valeur et l'exactitude des instruments ; pour le second, il est le défenseur des intérêts du consommateur, l'agent qui veille au bon poids et à la bonne mesure. Le Vérificateur a d'ailleurs le sentiment d'assurer une tâche utile et il en éprouve une légitime satisfaction qui a bien son prix.

Choix d'un poste. — L'Administration s'est efforcée jusqu'ici de donner, dans la plus large mesure, satisfaction aux agents qui demandent à être nommés dans une région de leur choix. Lorsqu'un Vérificateur se trouve dans un poste à sa convenance, il peut y passer toute sa carrière, s'il le désire, car l'avancement n'entraîne pas un changement de résidence : la classe de l'agent est attachée à la personne et non au poste occupé.

Congés. — Comme tous les fonctionnaires, les Vérificateurs des Poids et Mesures ont droit à trois semaines de congé par an.

En cas de maladie, ils peuvent obtenir trois mois de congé à plein traitement et trois mois à demi-traitement.

Emoluments (1).

Avancement (1).

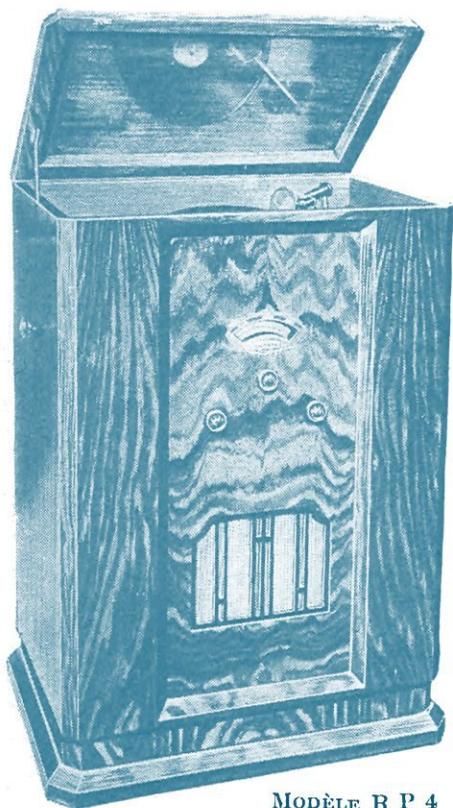
Retraite (1).

(1) La nature de la fonction de Vérificateur des Poids et Mesures aux Colonies est la même que celle de Vérificateur des Poids et Mesures en France. Pour le Maroc, les limites d'âge sont de 21 à 40, ou plus, suivant les services militaires. **AUCUN DIPLOME EXIGÉ.** Renseignements gratuits par l'École Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris, 7^e.

LES RADIO-PHONOS COMBINÉS

Sonora

CLEAR AS A BELL 



MODÈLE R P 4

7 LAMPES SUPERHÉTÉRODYNE

(R P 4). Le poste de radio qui, par sa sélectivité et sa musicalité, a été l'événement sensationnel de l'année dans toute l'Europe, se trouve ici combiné avec un phonographe d'aussi splendide qualité. Ce nouvel appareil est présenté dans un meuble en palissandre massif, de lignes sobres et élégantes, qui s'harmonisent avec n'importe quel décor.

Prix imposé..... **3.500 fr.**

10 LAMPES ANTI-FADING

(R P 5). Ce chef-d'œuvre de « Sonora » reçoit les émissions du monde entier et les transmet au volume choisi et fixé par un premier réglage, sans aucune diminution ou déformation. Il se trouve ici combiné avec le phonographe dans un meuble luxueux et moderne, en beau noyer.

Prix imposé..... **4.500 fr.**

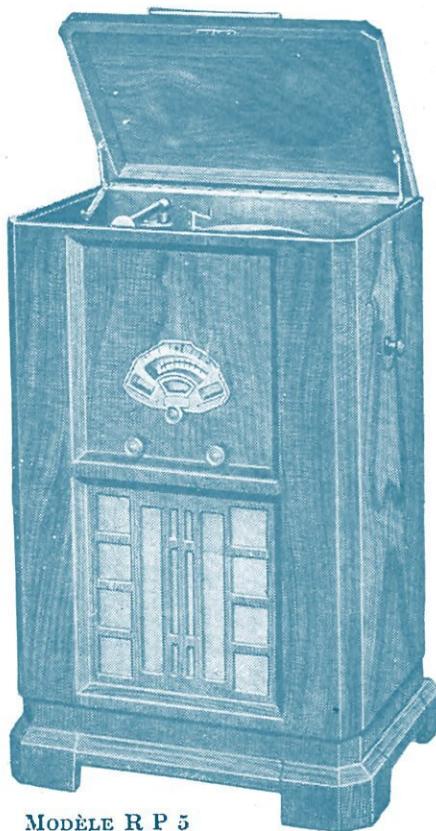
SONORA-RADIO S. A.

5, rue de la Mairie, 5 - PUTEAUX

Il y a une vingtaine d'années, ou presque, un groupe d'amateurs de musique fonda une Société et entreprit la fabrication de machines parlantes. L'ambition de ces fabricants était de produire des appareils de premier ordre, pouvant être lancés et vendus comme étant de « la plus haute qualité » au monde.

Ils appelèrent leur appareil « SONORA » parce que ce néologisme exprimait pour eux les qualités de beauté, d'exactitude et de clarté de son.

Et, depuis ces nombreuses années, les Phonographes SONORA ont pénétré dans les moindres coins du globe, des jungles de l'Afrique et des savanes de l'Amérique du Sud aux salons les plus raffinés de l'Angleterre et de la France.



MODÈLE R P 5