

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

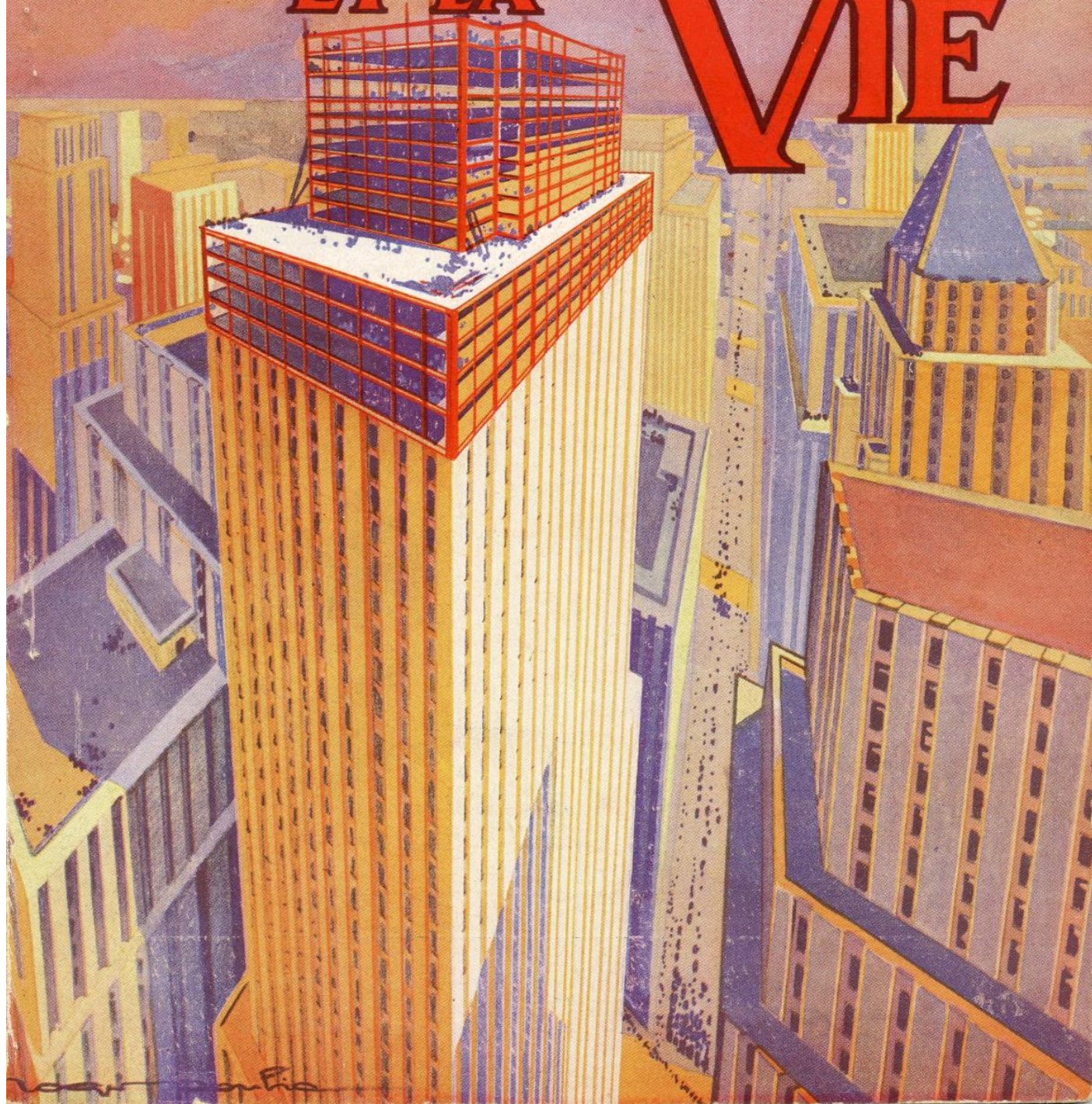
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 43. n. 192. Juin 1933
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1933
Collation	1 vol. (XXXII p.-p.[447]-540) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 192
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.192

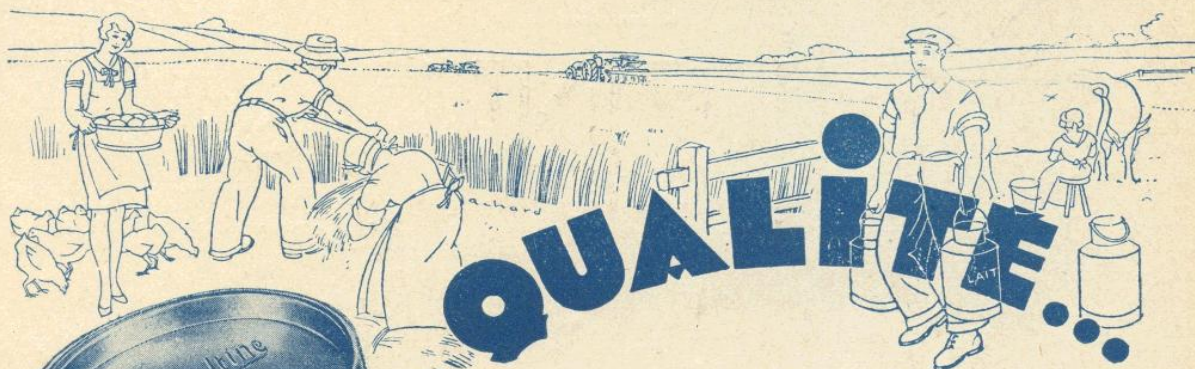
France et Colonies : 4 fr.

N° 192 - Juin 1933

LA SCIENCE ET LA VIE



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



"La qualité est toujours économique"

Acheter un aliment reconstituant, c'est acheter de quoi récupérer sûrement et rapidement des forces.

L'Ovomaltine a droit à votre confiance parce qu'elle a fait ses preuves dans tout l'univers, comme puissant régénérateur de l'organisme.

Les qualités de l'Ovomaltine sont dues à sa préparation scientifique qui concentre à l'état frais la substance nutritive pure de l'orge germée (malt) du lait et de l'œuf, riches de toutes leurs énergies vivantes.

Présentée sous la forme de paillettes solubles, l'Ovomaltine est aromatisée de cacao diastasé mais ne renferme ni farine, ni sucre, communément employés dans les préparations bon marché en raison de leur prix modique.

Différente par sa formule des produits similaires, l'Ovomaltine l'est aussi dans les résultats.

C'est ce qu'il importe de se souvenir à un moment où chacun est, plus que jamais, soucieux de sa santé comme de ses intérêts.

Pharmacies, Herboristeries et bonnes maisons d'Alimentation

BOITE D'ESSAI GRATUITE

sur demande aux Établissements Wander, Champigny-sur-Marne (Seine)

*L'Ovomaltine se consomme aussi en croquettes
forme pratique toujours à la portée de chacun.*

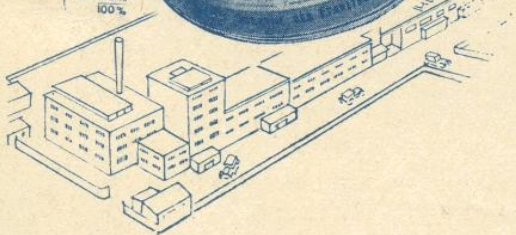
**CHAQUE MATIN
AU DEJEUNER**

OVOMALTINE

RENOUVELLE VOS FORCES.



ANALYSE
Extrait de
Malt 62%
Lait 25%
Œuf 5%
Cacao 8%
100%



143



ÉCOLE CIVIL **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°)

DU Cours sur place ou par correspondance

DES SITUATIONS

COMMERCE & INDUSTRIE

Obtention de Diplômes et
accès aux emplois de

**SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS**

Préparation aux Concours

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

Programme gratuit
N° 807

M A R I N E

Admission aux
**ÉCOLES DE NAVIGATION
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

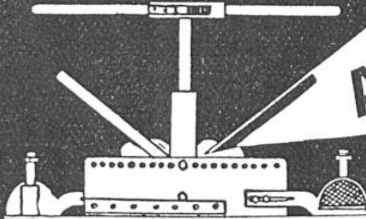
UBLI-ELGY

F. Peracine

CINTREUSE MINGORI

A FROID SANS REMPLISSAGE

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



A VIS ET A POMPE

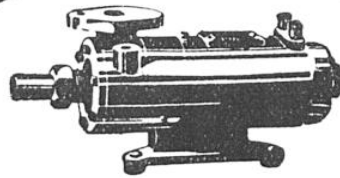
SUR N'IMPORTE QUEL PLAN

C. MINGORI - Const^r Breveté - 7 & 8, rue Jules VALLÈS - PARIS (X^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



SUCCÈS PRODIGIEUX POMPES ÉLECTRIQUES RECORD

(Sans Presse-étoupe, Monobloc, Blindées, Silencieuses)

IDÉALES POUR DISTRIBUER L'EAU DANS LA MAISON, LE GARAGE ET LE JARDIN

MODÈLES fonctionnant sur SIMPLE PRISE DE COURANT LUMIÈRE

1^o Avec Moteurs universels : 1/5 CV, débit 1.800 litres : **590 fr.** ;
1/4 CV, débit 2.400 litres : **690 fr.** ; 1/2 CV, débit 4.000 litres : **900 fr.** ;

2^o Avec Moteurs sans Collecteur : 1/3 CV, débit 4.000 litres : **1.400 fr.**

MODÈLES pour courant FORCE : 1/2 CV, débit 4.000 litres : **900 fr.** ;

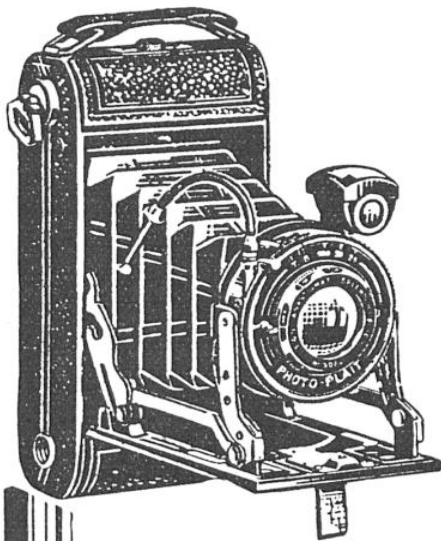
3/4 CV, débit 6.000 l. : **1.000 fr.** ; 1 CV 5, débit 15.000 l. : **1.200 fr.**

ASPIRATION AUTOMATIQUE, Supplément : 200 francs.

(Nous donner exactement vos hauteurs d'aspir. et de refoul., ainsi que le débit journalier nécessaire : pour une garantie incomparable^{le} supérieure, notre devis sera toujours le moins cher.)

A. GOBIN, Ing.-Constructeur

3, rue Ledru-Rollin, S^t-MAUR
(Seine)



*vous
aurez
pour* **50** *frs*
LE VOLTEX **PRIX 250'**

Automatique 6 x 9 - Anastigmat
"SPLENDOR" 1:4,5 - obturateur
1/100^e, 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 ÉTABLISSEMENTS

PHOTO-PLAIT

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

SUCCURSALES { 142, Rue de Rennes, 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^e

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 émerveillés !**

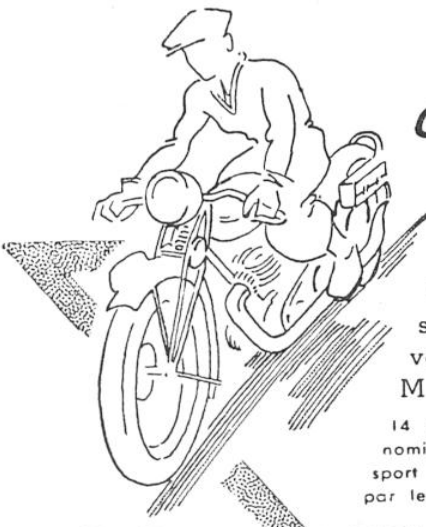
$\frac{4 \times 6 \frac{1}{2}}{4.95}$	$\frac{6 \times 9}{5.50}$	$\frac{6 \frac{1}{2} \times 11}{6.95}$
---------------------------------------	---------------------------	--

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.*



MAVAS 1

*une belle
construction*

une gamme parfaite
et bien complète, une
longue expérience
sont les avantages que
vous offre la marque
MONET-GOYON

14 Modèles, du vélomoteur éco-
nomique aux machines de grand
sport ou de tourisme, en passant
par les 2, 3 et 4 CV utilitaires.

MONET GOYON

Notice franco
sur demande

121, Rue du Pavillon
MACON

de la GAITÉ CHEZ VOUS

(12 mois de crédit)

Portatif "Erard"

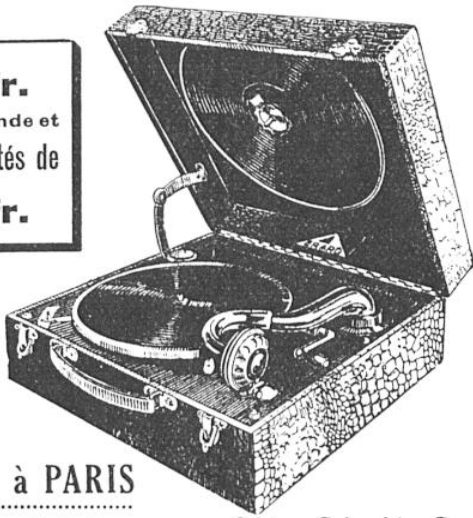
(la célèbre marque française de pianos), luxueux gainage simili-cuir, **marron, vert ou grenat**, diaphragme à aiguille, manivelle **intérieure fixe**. Ressort spécial double. **Arrêt automatique**, fonctionnant sans réglage préalable. Couvercle contenant 8 disques de 30 centimètres.

Avec cet appareil sont compris :
30 MORCEAUX « EDISON-BELL »
à choisir dans le répertoire de cette marque
ET UNE BOITE DE 200 AIGUILLES

L'INTERMÉDIAIRE, 17, rue Monsigny, à PARIS

Demandez notre Catalogue **110** de phonographes et disques de toutes marques : Odéon, Columbia, Gramophone, etc., vendus aussi avec 12 mois de crédit **sans aucune majoration.**

60 fr.
à la commande et
12 mensualités de
70 fr.



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'Ecole 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'Ecole 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 97) **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 Dépt

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 25 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 56.001, 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° 56.009, 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° 56.017, 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° 56.022, 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° 56.027, 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 de l'Université*.)

BROCHURE N° 56.033, 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° 56.037, 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° 56.046, 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° 56.050, 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° 56.055, 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° 56.060, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 56.067, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 56.072, 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° 56.079, concernant l'étude des Langues étrangères : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Portugais, Arabe, Esperanto. — Tourisme (Interprète).

(Enseignement donné par des Professeurs ayant longtemps séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 56.084, 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° 56.091, 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° 56.095, 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)

MINICUS



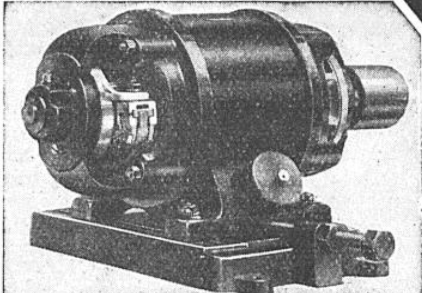
nos nouvelles créations :

MOTEURS/ UNIVERSELS
1 cv à 3.000 tours - 1/2 cv à 1500 tours

MOTEURS/ RÉPULSION
Répulsion Asynchrone et Répulsion Synchrone
1 cv à 3.000 tours 1/2 cv à 1500 tours

MOTEURS/ SILENCIEUX
A INDUCTION - 1400 tours

GROUPE/ ÉLECTROGÈNE/
Jusqu'à 1.000 Watts



AUTRES/ FABRICATIONS/ :
Moteurs tous voltages jusqu'à 1CV.
Dynamos jusqu'à 1kw.
Groupes convertisseurs pour tous usages

CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES MINICUS
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 450.000 frs
5, rue de l'Avenir - Gennevilliers (Seine) Tél.: Gréyillon 21-13

Office Technique de Publicité



180 frs

Personne
ne voudra
croire

que votre appareil JUBILAR ne coûte que 180 francs ! En voyant les épreuves que vous obtenez, tout le monde sera unanime à déclarer que vous possédez un appareil de prix.

Les photographies prises avec JUBILAR sont d'une netteté rigoureuse parce que l'anagismat Voigtar F/9 possède une profondeur de champ très étendue et que la mise au point par deux repères (proche et loin) évite toute erreur de manipulation..., même par un enfant.

Vous trouverez JUBILAR, ainsi que tous les autres modèles Voigtlander, chez tout bon marchand d'articles photo. Faites-les vous montrer ou demandez notre catalogue gratuit N° 85.

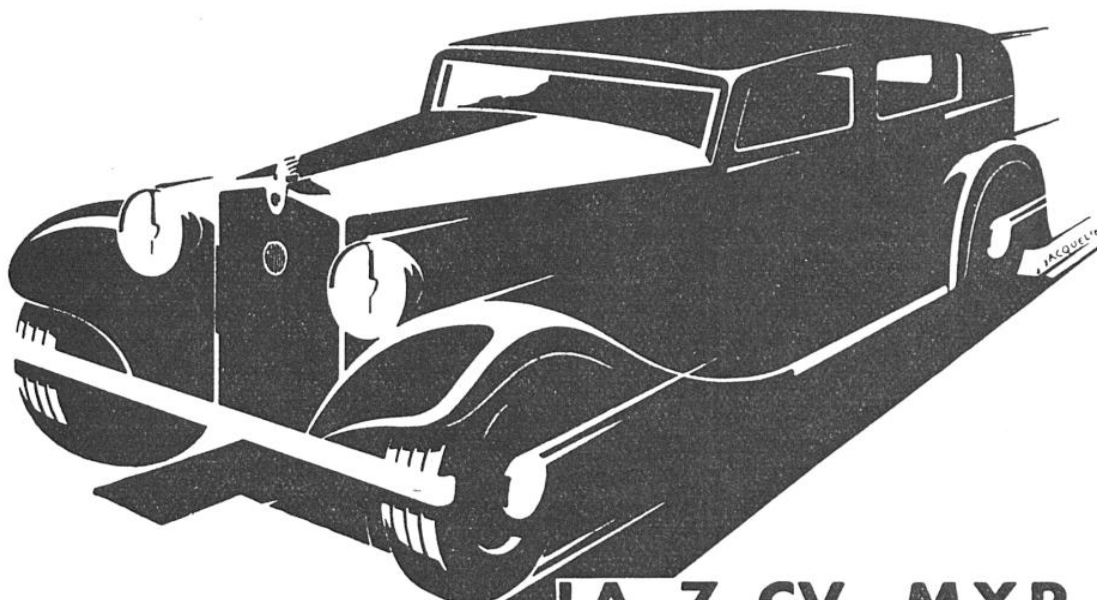
RIEN N'EST PLUS FACILE QUE DE FAIRE DE LA BONNE PHOTO avec l'appareil JUBILAR et la pellicule VOIGTLANDER.



VOIGTLANDER
SCHOBER & HAFNER
CONCESSIONNAIRES EXCLUSIFS
3, rue Laure-Fiot, ASNIÈRES (Seine)

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

SEULEMENT 9 LITRES AUX 100 KMS



LA 7 CV. MYP

comme tous les modèles de Mathis est une voiture irréprochable

De cylindrée moindre que la 8 CV. Emyquatre, la plus célèbre des voitures de même puissance, la MYP, avec son moteur 7 CV. (32 CV. effectifs) 4 vitesses - sa carrosserie profilée, de dimensions égales à celles de la 8 CV., (empattements 2 m. 770) - ses accessoires modernes - sa silhouette harmonieuse - contient tous les perfectionnements en mécanique et en confort de la technique moderne.

D'une tenue de route parfaite - des reprises énergiques - sa direction douce en font la voiture sûre, agréable, facile à conduire. D'entretien presque nul - d'impôts légers - de consommation très réduite, elle est d'un prix accessible à toutes les bourses. L'impeccable 7 CV. MYP, est la voiture économique sans égale.

Indispensable à tous

18.200 FRF

Cond. Int 4 pl., 4 port. Pneus super-confort Glace "Sécurité" Tous accessoires
La Fabrication Mathis est la garantie de la perfection



MATHIS

« Gamme complète de Véhicules Industriels de 400 kgs à 4 tonnes »

Usines et Siège Social : STRASBOURG.

Vente 12 et 18 mensualités par CREDIMA.

Annexe et Service-Station : PARIS-GENNEVILLIERS



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

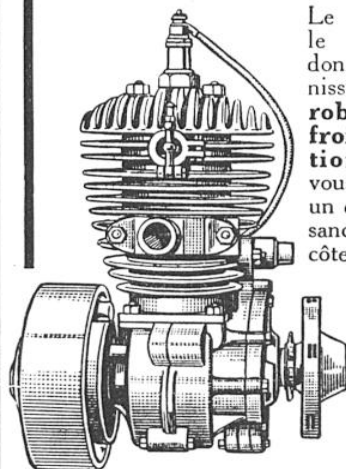
Ets H. DIÉDRICHS
13, rue Bleue, Paris
Tél : Prov. 16-98 - 19-28

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

**Sachez choisir votre VÉLOMOTEUR
si vous ne voulez pas de déboires**



Le point délicat est
le moteur. Exigez
donc de votre four-
nisseur un **moteur
robuste, bien re-
froidi, d'un fonc-
tionnement sûr,**
vous permettant par
un excédent de puis-
sance de gravir les
côtes sans le secours
des pédales.

En un mot, exi-
gez un

**MOTEUR
AUBIER
& DUNNE**

Cylindre à la chemise
acier trempé.

Type 100 C/M3 D avec débrayage.

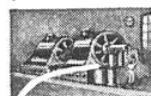
Liste des Constructeurs utilisant nos moteurs vous sera adressée
sur demande.

MOTEURS AUBIER & DUNNE
SAINT-AMAND-LES-EAUX (Nord)

Nouvelles Horloges synchrones

LEPAUTE

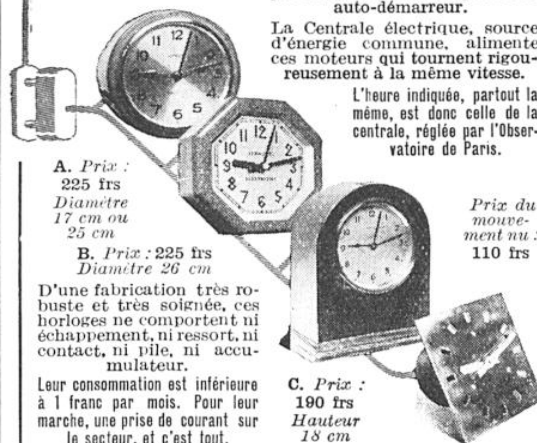
Maison fondée en 1740



Ces horloges sont actionnées
par un petit moteur synchrone
auto-démarrateur.

La Centrale électrique, source
d'énergie commune, alimente
ces moteurs qui tournent rigou-
reusement à la même vitesse.

L'heure indiquée, partout la
même, est donc celle de la
centrale, réglée par l'Obser-
vatoire de Paris.



A. Prix :
225 frs
Diamètre
17 cm ou
25 cm

B. Prix : 225 frs
Diamètre 26 cm

D'une fabrication très ro-
buste et très soignée, ces
horloges ne comportent ni
échappement, ni ressort, ni
contact, ni pile, ni accu-
mulateur.

Leur consommation est inférieure
à 1 franc par mois. Pour leur
marche, une prise de courant sur
le secteur, et c'est tout.

Tout mouvement mécanique peut
se remplacer par un mouvement
synchrone.

Si vous n'êtes pas branché sur un secteur contrôlé, demandez
les horloges secteur Lepaute, à remontage automatique et
réserve de marche de 40 h. - Modèle C. 250 F.; Modèle B. 375 F.

Soc. des Etab^{ts} HENRY-LEPAUTE, 17 à 23, rue Desnouettes, PARIS (XV^e)
Téléphone : Vaugirard 34-50 et la suite

En vente à l'O. C. E. L., 11, boul. Haussmann, PARIS

Prix du
mouve-
ment nu :
110 frs

D. Prix : 165 frs
Cadran carré chromé
13 cm 5

CONCOURS PRÉVU EN 1933 PAR DÉCRET DU 15 AVRIL 1933

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'Ecole Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris, 7^e.

MOTOGODILLE

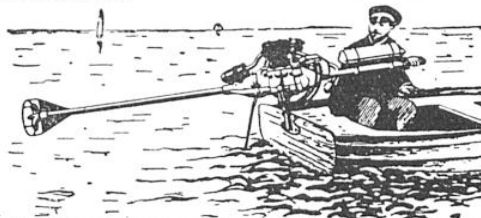
PROPULSEUR AMOVIBLE (COMME UN AVIRON) POUR TOUS BATEAUX
(Conception et Construction françaises)

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



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

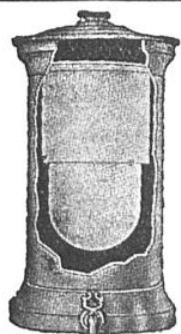
l'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

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



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)

PUBL.-ELGY

LES 3 AGES DU BALAI

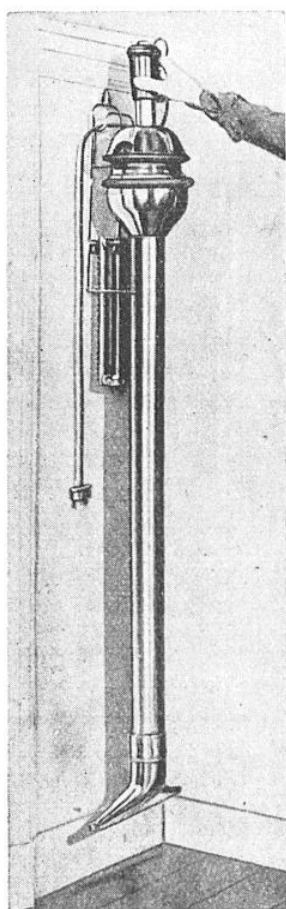


Pub. R. I. Dupuy

1780!
l'âge du balai...



1900!
l'âge de l'aspirateur...



...enfin 1933... l'âge de L'ELECTRO-BALAI ERA

C'est vraiment la découverte la plus remarquable qui ait été faite pour faciliter le ménage.

Infiniment simple puisqu'il se manie comme un balai, et comme lui, se place dans le moindre recoin.

Tout d'une pièce, sans rien à traîner, sans rien à pousser, sans rien à ajuster, on le prend, on s'en sert, on le vide, en un clin d'œil.

Il passe partout, sous les meubles, sur les meubles, sur les murs, le long des plinthes, le long des escaliers.

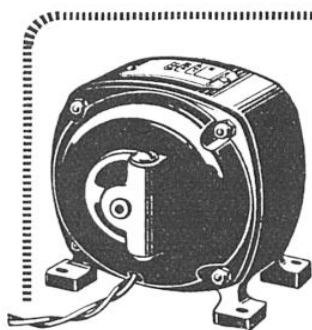
Et il aspire tout, poussière, déchets de fil, mie de pain, beaucoup mieux que les meilleurs aspirateurs car sa succion directe dans l'axe même du moteur, est à la fois plus puissante et mieux répartie, ce qui évite tout arrachement.

Demandez une démonstration de l'ELECTRO-BALAI ERA, et vous comprendrez immédiatement que tous les appareils inventés au cours des dernières années sont appelés à disparaître devant cette solution vraiment définitive du nettoyage d'appartement.

L'ELECTRO-BALAI

Chez tous les bons fournisseurs
Gros : ÉTABLISSEMENTS RAGONOT
15, Rue de Milan, PARIS - Tél. : Trinité 17-60

ERA



MOTEURS ÉLECTRIQUES

MONOPHASÉS DE FAIBLE PUISSANCE
TOUTES APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES

DÉMARRANT EN CHARGE — SANS ENTRETIEN — SILENCIEUX
— VITESSE FIXE — NE TROUBLE PAS LA T. S. F. —

R. VASSAL

Ingénieur-Constructeur

13, rue Henri-Regnault - SAINT-CLOUD (S.-et-O.)

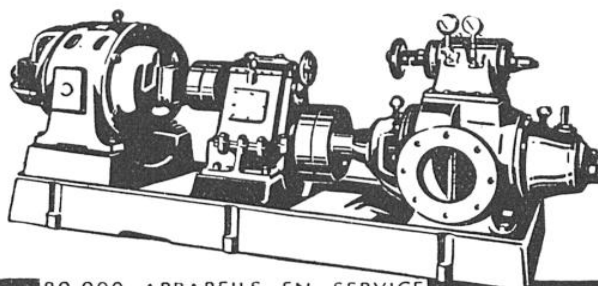
Pour la manutention des hydrocarbures

Huile, mazout, bitume,
essence, goudron, etc.

LES POMPES GUINARD

rotatives à pistons
et les Pompes immergées
à commande hydraulique

ont été adoptées par
la Marine Nationale



80.000 APPAREILS EN SERVICE

POMPES GUINARD



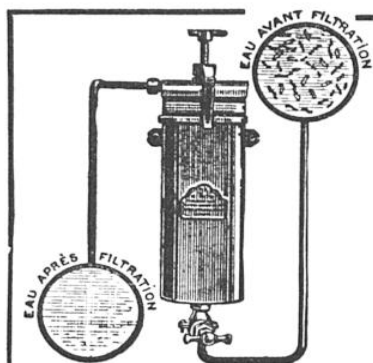
ROTATIVES A PISTONS

S. A. Capital 5.250.000 Francs

11, Chemin de la Fouilleuse

SAINT-CLOUD - (S.-et-O.)

TÉL - VAL D'OR 08-01, 08-02, 01-19



LE FILTRE CHAMBERLAND SYSTÈME PASTEUR

sans emploi d'agents chimiques

donne l'eau vivante et pure avec tous ses sels digestifs et nutritifs.

FILTRES A PRESSION FILTRES DE VOYAGE
ET SANS PRESSION ET COLONIAL

BOUGIES DE DIVERSES POROSITÉS POUR LABORATOIRES

80 bis, Rue Dutot, PARIS - Tél. : Vaugirard 26-53



Madame,

Jour de lessive !... jour de bonheur !...

Chassez les ennuis, les soucis de ce jour triste de la lessive, pensez combien vous serez heureuse d'avoir trouvé le moyen de vous libérer de tous les soucis du blanchissage en utilisant chez vous

La laveuse électrique

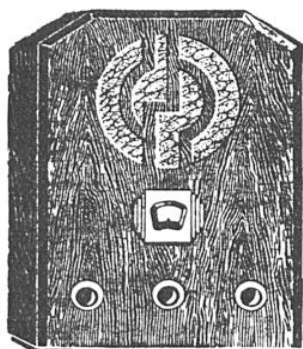
Calor

qui lave seule, rince et essore en quelques minutes, le linge le plus difficile à blanchir pour quelques centimes de courant.

Songez aux économies que vous réaliserez chaque semaine sur les notes de blanchissage et sur votre linge qui ne s'usera plus au lavage. Songez à l'économie de temps et aux nombreuses heures de loisirs que vous gagnerez.

Renseignez-vous à la Succursale Calor, 194, faubourg Saint-Martin, PARIS-X^e

Réclamez l'envoi gratuit de la notice " Le Lavage électrique " à Calor, 200, rue Boileau, LYON

T. S. F.

DEMANDEZ NOTICE ET PLAN
(Joindre un timbre de 50 centimes)

LE NOUVEAU POSTE TOUS RÉSEAUX CONTINUS et ALTERNATIFS

DÉCRIT DANS CETTE REVUE

*est en vente en pièces
détachées ou tout monté*

AUX ÉTABLISSEMENTS

RADIO-SOURCE

82, AVENUE PARMENTIER, PARIS (XI^e)



Contax

24 x 36 m/m

l'appareil F-miniature universel

convient pour

TOUS LES SUJETS
TOUS LES ÉCLAIRAGES
TOUS LES FORMATS
par agrandissement

Brochure CONTAX 77
(64 pages illustrées),
envoyée gratis par
Société IKONTA,
18-20, fg du Temple
PARIS — XI^e

Télémetre à grande base, couplé avec l'objectif
et encastré dans le corps de l'appareil.

Obturbateur à rideau métallique.

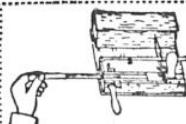
Vitesses : 1/2 — 1/1000^e seconde.

Objectifs Carl Zeiss Jena.

Ouvertures 1:1,5 à 1:6,3. - Distances focales : 2,8^c/_m à 18^c/_m.

INVENTEURS
Pour vos
BREVETS

Adressez-vous à : **ROGER PAUL**, Ingénieur-Conseil
35, rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratis !

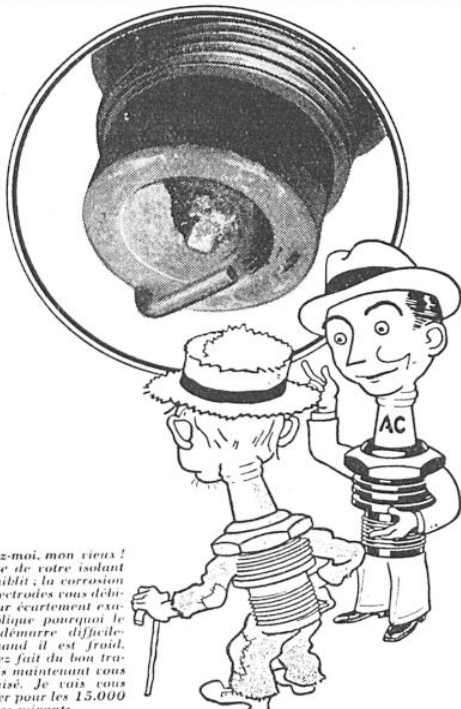


NOUVELLE MACHINE A CIGARETTES

Economise 50 % de tabac, 200 cigarettes à l'heure, emploie le papier en tubes dont la composition neutralise la nicotine. — Notice gratuite.

PRIX DEPUIS 45 ET 95 fr.

LEMAIRE. Fabric.. 5, r. Scribe, Paris En vente partout



**Les Bougies usagées
sont la cause...**
de DÉPARTS DIFFICILES
MAUVAIS RENDEMENT
GASPILLAGE D'ESSENCE

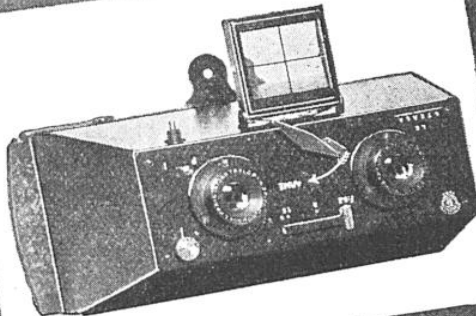
Remplacez vos bougies usagées
par des bougies neuves et vous
aurez de bonnes performances

Adoptez une marque qui a fait
ses preuves



BOUGIES A.C TITAN
88, Boulevard de Lorraine - CLICHY

— Croquez-moi, mon vieux !
La crasse de votre isolant
vous affaiblit ; la corrosion
de vos électrodes vous débilité
et leur écartement exagéré
explique pourquoi le
moteur démarre difficilement
quand il est froid.
Vous avez fait du bon travail,
mais maintenant vous êtes épuisé.
Je vais vous remplacer pour les 15.000
kilomètres suivants.



**le
Stéréa**
Un appareil photographique
stéréoscopique Jules Richard
pour **400 fr**

**le
Stéréa**
est le dernier-né sorti des
vastes ateliers des Éta-
blissements Jules Richard

Format 6x13
monté avec
des objectifs
anastigmat
F: 6,3 de pre-
mière marque

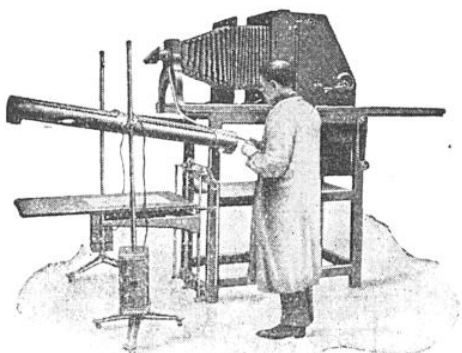
E" Jules RICHARD
25, Rue Mélingue, Paris — Magasins de vente : 7, Rue Lafayette, Paris

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

ACÉSAR CE QUI EST ACÉSAR. ...
... LA PRÉCISION AUX APPAREILS JULES RICHARD

R-29

LE REPROJECTOR



DÉMONSTRATIONS, RÉFÉRENCES, NOTICES FRANCO

donne directement et rapidement, sur le papier, donc sans clichés, des copies photographiques impeccables, en nombre illimité, de tous documents : dessins, plans, esquisses, pièces manuscrites, contrats, chèques, comptes courants, gravures, dentelles, tissus.

Il réduit ou agrandit automatiquement à l'échelle jusqu'à cinq fois ; photographie le document aussi bien que l'objet en relief ; utilise le papier en bobine aussi bien que la plaque sèche (le papier en bobine se déroule automatiquement devant l'objectif) ; projette les corps opaques aussi bien que les clichés sur verre. Simplicité de fonctionnement. Pas d'apprentissage spécial.

TRAVAUX D'ESSAI
aux firmes intéressées au tarif le plus réduit

DE LONGUEVAL & C^{ie}, constructeurs
17, rue Joubert, 17 — PARIS (9^e)



PRÉSENTE

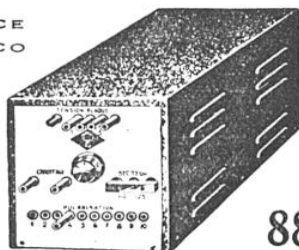
UNE ALIMENTATION TOTALE

des postes sur secteur

Type "CUIVREX" AT 3

Redressement par oxymétal

NOTICE
FRANCO



PRIX :

880 frs

Débit : 40 milliampères, 160 volts. — Prises à 40 - 80 - 120 volts. — Polarisation : 2 à 20 volts. — 4 volts, 0,6 ampère.

Etablissements ARNAUD S. A.
3, Impasse Thoréton, PARIS (15^e)

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

Établissements

LAUREYS FRÈRES

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

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



**PHOTOGRAVURE
GALVANOPLASTIE
CLICHERIE
COMPOSITION
D'ANNONCES
PHOTOS INDUSTRIELLES
DESSINS**



S. G. A. S.

Ing.-constr. br. S. G. D. G.

44, r. du Louvre, PARIS

"VOLT-OUTIL" (Marque) Qui que vous soyez, artisan ou amateur, VOLT-OUTIL s'impose chez vous si vous disposez de courant lumière. Il forme 20 petites machines-outils en une seule. Il perce, scie, tourne, lime, meule, polit, etc., bois et métaux pour 20 centimes par heure.

NOTICE FRANCO

MANUEL-GUIDE GRATIS

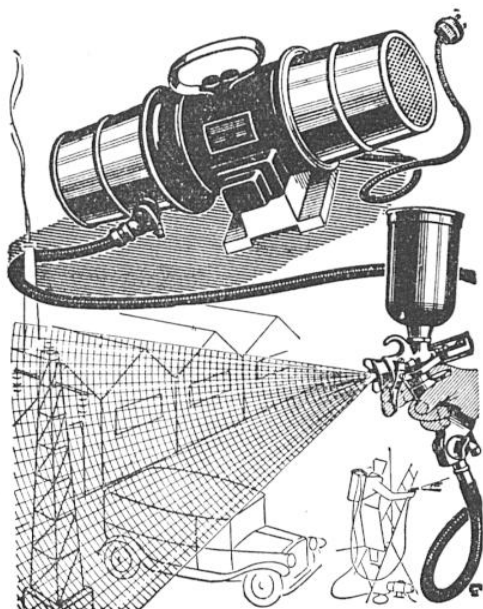
INVENTIONS

OBTENTION de BREVETS POUR TOUS PAYS

Dépôt de Marques de Fabrique

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

Carrossiers Entrepreneurs Industriels



la peinture pneumatique
à basse pression
constitue un progrès considérable

Le groupe LILO à basse pression

BREVETÉ S. G. D. G.

qui fonctionne sur courant lumière
vous offre les avantages suivants :

- Moteur 1/3 de CV ;
- Suppression des vapeurs de peinture, gênantes et dangereuses pour l'ouvrier ;
- Travail rapide avec toutes peintures ;
- Economie de force motrice et de main-d'œuvre (travail à 1/2 kg au lieu de 3 à 4 kg) ;
- Economie de peinture,

Etab^{ts} **LUCHAIRE**

Société anonyme au capital de 5.000.000 de francs

155, rue de la Chapelle, SAINT-OUEN

Téléphone : BOTZARIS 94-80

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

ANGLAIS, 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. »



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

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.

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 décuplés. 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.....

N 58

LA PROTECTION

LA PLUS EFFICACE ET
LA PLUS ÉCONOMIQUE

CONTRE LE **VOL**
ET L'**INCENDIE**



réalisée par l'appareil
ELECTRO-GARD'

7 bis, rue Sébastien-Gryphe, LYON

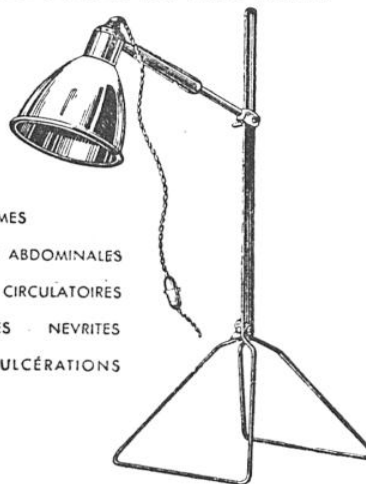
S. A. R. L., Capital : 150.000 francs
CONCESSIONNAIRES DEMANDÉS

L'INFRA-ROUGE

— A DOMICILE —

PAR LE PROJECTEUR
THERMO-PHOTOTHERAPIQUE

DU DOCTEUR ROCHU-MERY



RHUMATISMES

DOULEURS ABDOMINALES

TROUBLES CIRCULATOIRES

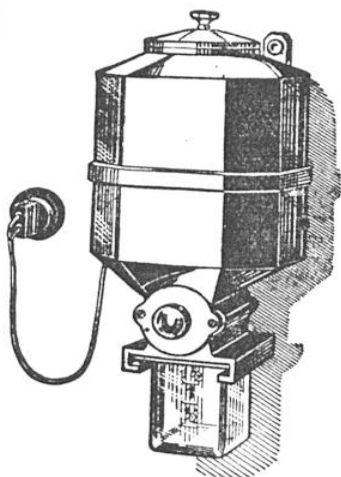
NÉVRALGIES - NEVRITES

PLAIES - ULCÉRATIONS

ETC., ETC.

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12, AV. DU MAINE, PARIS, XV^e T. LITRE 84-83

MOULIN A CAFÉ MÉNAGER



PRIX. 190 fr.

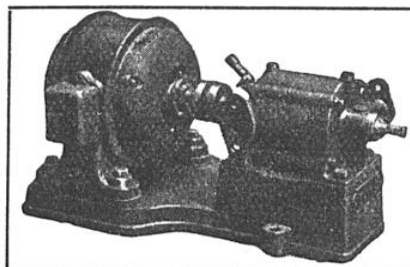
Type luxe. . . 240 fr.

sur tous courants 110 volts

GUERNET 245, av. G.-Clemenceau
NANTERRE

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

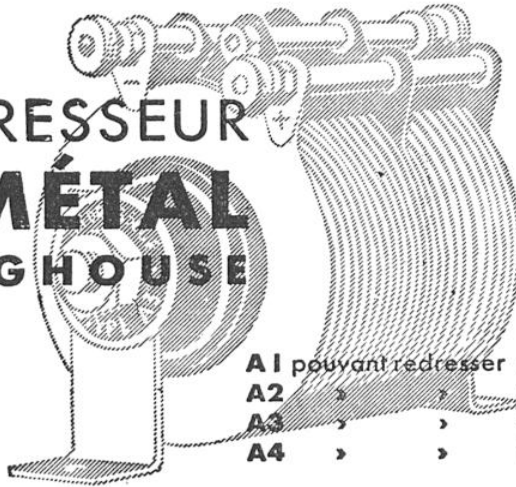
POMPES INDUSTRIELLES

tous débits, toutes pressions, tous usages



TOUTES APPLICATIONS
DURÉE ILLIMITÉE

LE REDRESSEUR OXYMÉTAL WESTINGHOUSE



A1	pouvant redresser	6 v. 0 amp. 5 Frs	80.
A2	»	6 v. 1 amp.	» 120.
A3	»	9 v. 1 amp.	» 140.
A4	»	9 v. 2 amp.	» 230.

Brochure
sur
demande



23, rue
d'Athènes
Paris

1 VOLT - 100.000 VOLTS
0,001 AMPÈRE - 1.200 AMPÈRES

Francis HUBENS

68, rue des Archives
PARIS (3^e)

crée et lance la mode du luminaire artistique!

L'EXCELLENTE AFFAIRE DU MOIS

**Dix salles
d'exposition
à votre
disposition.**

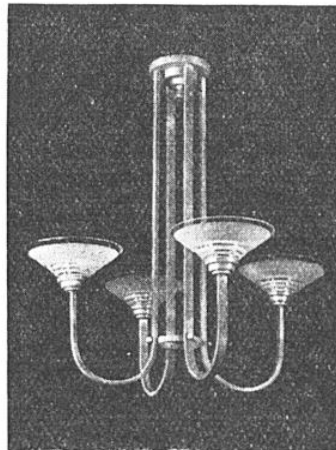
**DEUX MILLE MODÈLES
DU PLUS SIMPLE
AU PLUS LUXUEUX**

**TOUS PROJETS & DEVIS
SANS FRAIS
SUR DEMANDE**



**Pour être servi ra-
pidement, joindre, dans
la même enveloppe que la
commande, son montant en
mandat-poste.**

Compte chèques postaux
1097.70 Paris.



N° 68227

N° 68227. **LUSTRE en
bronze fondu à 4 lumières,**
2 allumages. Hauteur
0^m65. Diamètre 0^m60.

PRIX NET :

Décor or vif ou argent vif ou
Décor or mat ou argent mat... **250 fr.**
Décor nickel chromé véritable. **275 fr.**

EXPÉDITION franco de port et
d'emballage dans toute la France
continentale.

Le prix ci-dessus n'est va-
lable que du **1^{er} juin au
30 juillet 1933.** Le prix
de l'article-réclame ne compte
pas pour l'application du
franco aux autres articles.

s. v. **BON à découper**
et à nous adresser pour recevoir gratuitement
et sans engagement, notre
ALBUM "ART & LUMINAIRE"

REMISE de 25 00
sur tous les articles du catalogue est accordée aux lecteurs
de *La Science et la Vie*. Nous rappeler cette référence en
nous passant commande. — Le prix de l'Article-Réclame
ci-dessus s'entend NET.

PUBL. C. BLOCH



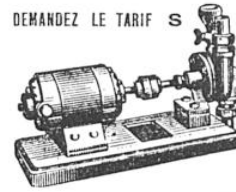
SOURDS

AUDIOS présente
pour 1933 deux nouveautés sensationnelles :
L'EXTRA-PLAT et le **SUPER-RÉSONNANT**
basés sur une récente découverte
révolutionnant la surdité

Demandez dès aujourd'hui le livre illustré du Docteur RAJAU
à DESGRAIS, fabricant, 140, rue du Temple, PARIS
(Joindre 3 fr. en timbres-poste.)

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'élévation totale.

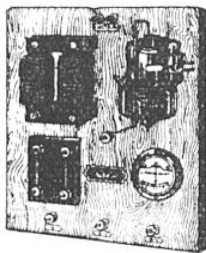
⊗ Pompes SNIFED ⊗

44, rue du Château-d'Eau - PARIS-X^e

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

CHARGEUR L. ROSENGART

B. F. 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. Soult, PARIS
TÉLÉPHONE : DIDEROT 07-21

10 ANS D'EXPERIENCE.
60.000 APPAREILS
EN SERVICE

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 ordi-
naire ce que le stylo est à la
plume d'oie, le rasoir méca-
nique 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'intoxi-
cation, vous fumez agréablement. —
Avec MAGE, vous appréciez au maxi-
mum l'arôme du tabac. — MAGE est
un progrès réel et indiscutable.

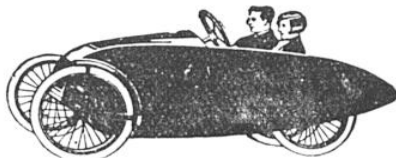
GRATUITEMENT : chez DUNHILL, rue
de la Paix ; chez LANCEL, boul. des Ita-
liens et place de l'Opéra ; dans toutes les
bonnes spécialités d'articles fumeurs ; dans
tous les Grands Magasins. — Il vous sera
démonstré que MAGE est indispensable au fu-

**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

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)

CONSERVATION parfaite des ŒUFS

PAR LES

COMBINÉS BARRAL

Procédé reconnu le plus simple
et le plus efficace
par des milliers de clients.

5 COMBINÉS BARRAL
pour conserver 500 œufs

FRANCO A DOMICILE 11 FRANCS

Adresser les commandes avec un mandat-
poste, dont le talon sera de reçu, à
M. Pierre RIVIER, fabricant des Combis-
nés Barral, 8, villa d'Alesia, PARIS-14^e.

PROSPECTUS GRATIS SUR DEMANDE



PUBL. C. BLOCH

LES DÉPOUSSIÈREURS ÉLECTRIQUES

ASPIRON

FONCTIONNEMENT SILENCIEUX
MOTEURS ROBUSTES, A FAIBLE CONSOMMATION
FORTE DÉPRESSION — HYGIÈNE ABSOLUE

GRANDE AISANCE POUR LE MANIEMENT
JEUX D'ACCESSOIRES TRÈS COMPLETS
ET TRÈS ÉTUDIÉS

ASPIRON "EXCELSIOR VI" 1350 Frs
de beaucoup le plus silencieux et le plus luxueux.

ASPIRON-BIJOU 645 Frs

SUPER-ASPIRON 1880 Frs
pour usages industriels et commerciaux.

CIREUSE 1590 Frs
avec dispositif d'aspiration.

FOURNISSEURS DES P.T.T., INTENDANCES,
GRANDS GARAGES, HOPITAUX,
ADMINISTRATIONS, ETC...

ET DES MILLIERS DE RÉFÉRENCES DE CLIENTS
SATISFAITS...

CONCEPTION ET FABRICATION
ENTIÈREMENT FRANÇAISES

Wallace-Draeger.

En vente chez tous les bons électriciens,
grands magasins, etc.

S^{TÉ} PARIS-RHÔNE
CONSTRUCTEURS
83, CHEMIN SAINT-PRIEST — LYON (VII^e)

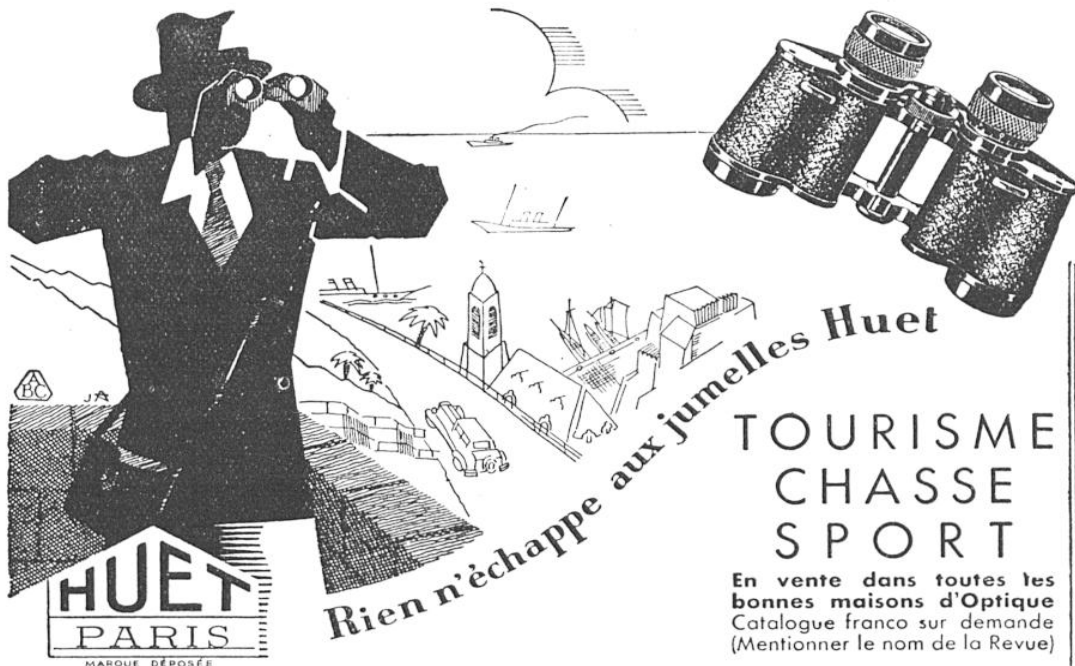
VISITEZ NOTRE STAND A LA FOIRE DE PARIS, GROUPE DE L'ÉLECTRICITÉ, DU 19 AU 29 MAI

UNIS-FRANCE

PARIS
23, AV. DES CHAMPS-ÉLYSÉES

LYON
11, QUAI J.-COURMONT

Par service toute documentation utile sur
nos appareils, nos références et nos prix.
N° _____
M. _____
rue _____
Ville _____



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

La Série 47 de nos Ossatures métalliques pour PAVILLONS D'HABITATION

est une de nos réussites parfaites. Quelques mots suffiront pour bien expliquer les caractéristiques spéciales de cette série.

Voulez-vous étudier la figure n° 1, s'il vous plaît ? Bon. Cette figure représente la charpente métallique de la **Série 47**, vue d'en haut. Elle diffère de la Série 46 dans le sens que la charpente, au lieu d'être faite de quelques travées symétriques sur toute la

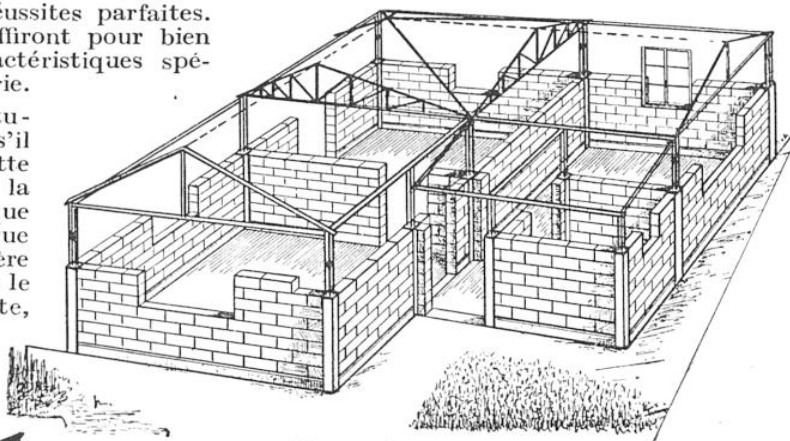
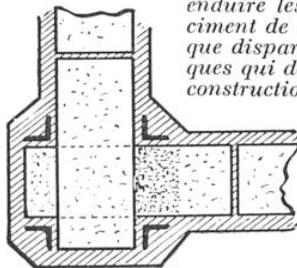


FIGURE 1

longueur du corps de pavillon, est composée de deux corps de pavillon pour ainsi dire faisant angle droit entre eux.

De nombreuses combinaisons heureuses résultent de cette disposition de la charpente. La seule règle à appliquer dans la **Série 47** est de respecter la même portée dans les deux pignons du pavillon — afin de conserver l'interchangeabilité de tous les éléments.

POTEAUX ou MONTANTS. — Les ossatures de la **Série 47** étant faites — et faites **uniquement** — pour un remplissage en agglomérés, nous fabriquons pour cette série des poteaux ouverts sur les quatre côtés. Considérez pour un instant les avantages énormes de ces poteaux. Etudiez minutieusement la figure 2. Voyez-vous les quatre cornières dont le poteau est composé ? Cornières dont l'assemblage est fait par des goussets et des boulons afin d'être démontable à volonté ? Que signifie cet assemblage ? Il signifie ceci : *Les agglomérés faisant les coins de vos parois se mortaisent au centre du poteau ; une fois le travail fini, vous n'avez qu'à prendre votre truelle et enduire les poteaux d'une couche de mortier de ciment de 3 cm. d'épaisseur ; l'ossature métallique disparaît et il reste des colonnes très esthétiques qui donnent à votre pavillon le cachet d'une construction coûteuse bâtie en maçonnerie.*



Tous les poteaux sont maintenus entre eux en haut par des sablières. On peut poser toute la carcasse, sauf la toiture, avant de faire le remplissage. **Impossible de trouver un système de construction meilleur que la Série 47.** Il est si simple, que le premier venu pourra le monter, si pratique qu'il évite tout emploi de spécialiste et d'un coût si

abordable que tout le monde peut l'acheter — et il le fait. Notice explicative avec barèmes de prix, franco par retour du courrier ; s'adresser aux

Etablissements JOHN REID, Ing.-Const.
6 bis, PETIT-QUEVILLY-LÈZ-ROUEN (Seine-Inférieure)

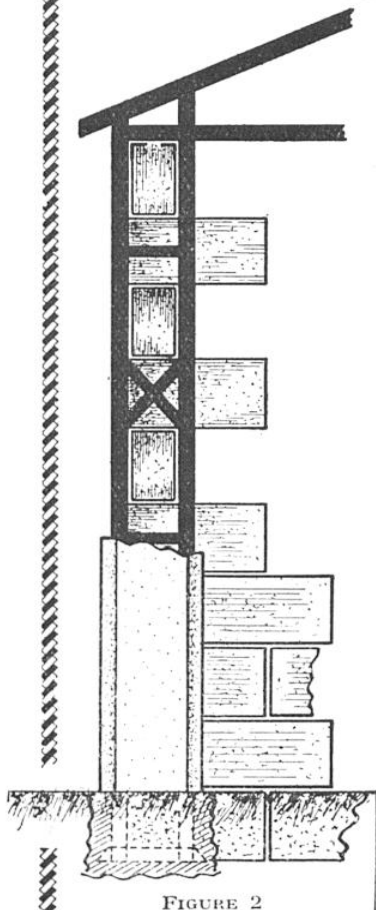
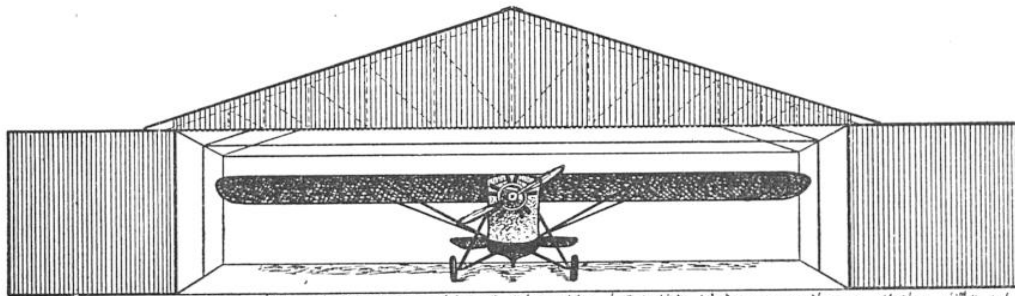


FIGURE 2

La série 39... et votre «Potez»



Si vous n'en avez pas, le jour viendra certainement où vous complèz votre bonheur — ou casserez votre figure — en devenant propriétaire d'un avion. Impossible de résister aux exigences du progrès — et aux besoins du transport rapide.

Déjà, les avions sont à la portée de la bourse moyenne — bientôt on les paiera moins cher que les automobiles de marque populaire. Le problème ne sera pas l'avion lui-même — ce sera son «logement « bon marché » qui vous tracassera. Disons plutôt qu'il pourrait vous tracasser si ce n'était pas pour la Série 39 de nos constructions métalliques, qui se prêtent admirablement bien aux besoins des aviateurs.

Prenons un exemple. La construction dont nous vous soumettons les caractéristiques ci-dessus a **douze mètres** de portée entre poteaux et **trois mètres** de hauteur sous l'entrait de la ferme. La toiture et trois côtés sont couverts en tôle ondulée galvanisée posée sur un chevronnage métallique. Le quatrième côté est muni de quatre portes roulantes de 3 mètres sur 3 mètres, se dégageant entièrement et dont deux se logent d'un côté et deux de l'autre dans les ailes du bâtiment — construction simple, entièrement démontable et **très bon marché**. Voilà son coût actuel :

Trois fermes n° 34 de la Série 39 au taux unitaire de Fr. 975 ..	Fr. 2.915
Deux séries d'entretoises à treillis de 4 m. 50, trois entretoises par série au taux de Fr. 656	Fr. 1.312
Couverture en tôle ondulée galvanisée complète avec toutes les pannes métalliques et accessoires de pose	Fr. 2.986
Armature des trois côtés en tôle ondulée galvanisée complète avec le chevronnage métallique et accessoires de pose	Fr. 2.652
Quatre portes coulissantes en tôle ondulée galvanisée montée sur des cadres métalliques au taux unitaire de Fr. 430	Fr. 1.720
Rails de roulement des portes — haut et bas — ainsi que les ailes de logement	Fr. 1.332
TOTAL	Fr. 12.917

Mais on ne se ruine pas. Admettez que la Série 39, tout en étant le système de construction métallique le plus pratique et le plus robuste du siècle, n'est pas coûteuse. C'est cela, d'ailleurs, qui fait son charme — pratique, robuste et bon marché. De fabrication exclusivement française et produite par nous-mêmes dans notre propre usine à Petit-Quevilly, elle jouit d'une popularité que seule son mérite lui vaut. Elle comporte 53 modèles distincts. Documentez-vous aujourd'hui, en demandant la brochure 144 que nous vous ferons le plaisir de vous adresser par retour du courrier.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs
Aux Ateliers de la Couronne, 6 bis, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inf.)

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

M. Léon L'YROLLES, C.  I., Ingénieur-Directeur

12, rue Du Sommerard et 3, rue Thénard
PARIS (V^e)

Polygone et Ecole d'Application
CACHAN, près Paris

1° ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE

RECONNUE PAR L'ÉTAT, AVEC DIPLOMES OFFICIELS D'INGÉNIEURS

146 professeurs

CINQ SPÉCIALITÉS :

- | | |
|---|--|
| <p>1^o Ecole supérieure des Travaux publics : Diplôme d'Ingénieur des Travaux publics ;</p> <p>2^o Ecole supérieure du Bâtiment : Diplôme d'Ingénieur-Architecte ;</p> <p>3^o Ecole supérieure de Mécanique et d'Electricité : Diplôme d'Ingénieur-Mécanicien-Electricien ;</p> <p>4^o Ecole supérieure de Topographie : Diplôme d'Ingénieur-Géomètre ;</p> | <p>5^o Ecole supérieure du Froid industriel : Diplôme d'Ingénieur des industries du Froid.</p> |
|---|--|

Cette Ecole est placée sous un régime spécial

Le titre d'Ingénieur diplômé de l'Ecole des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie permet de se faire inscrire dans les Facultés des Sciences, en vue du diplôme

D'INGÉNIEUR-DOCTEUR

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

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

Les Concours d'admission ont lieu, chaque année, en deux sessions. Pour l'année scolaire 1933-1934, ils auront lieu : Pour la première session, du 17 au 26 juillet ; pour la seconde, du 27 septembre au 6 octobre.

2° L' "ÉCOLE CHEZ SOI"

(ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE)

25.000 élèves par an - 173 professeurs spécialistes

La première Ecole d'enseignement technique par correspondance fondée en Europe, il y a 42 ans, et la seule qui s'appuie sur une Ecole de plein exercice, aussi indispensable à l'enseignement par correspondance que le Laboratoire l'est à l'Usine.

DIPLOMES ET SITUATIONS AUXQUELS CONDUIT L'ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE
" L'ÉCOLE CHEZ SOI " :

- 1^o Situations industrielles : Travaux publics - Bâtiment - Electricité - Mécanique - Métallurgie - Mines - Topographie - Froid industriel ;
- 2^o Situations administratives : Ponts et Chaussées et Mines - Postes et Télégraphes - Services vicinaux - Services municipaux - Génie rural - Inspection du Travail - Travaux publics des Colonies - Compagnies de chemins de fer, etc., etc...

NOTICES, CATALOGUES ET PROGRAMMES SUR DEMANDE ADRESSÉE A L'

ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS

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

LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

L'une des plus importantes maisons d'édition de Paris. Ouvrages techniques de tout premier ordre, dont un grand nombre sont la reproduction de cours professés.

Catalogue gratuit sur demande, 3, rue Thénard, Paris (5^e).

Les ultrapressions révolutionneront-elles la science et l'industrie ?

Les expériences récemment réalisées à des pressions dépassant 25.000 atmosphères, sous lesquelles les corps présentent de curieuses propriétés, permettent d'entrevoir déjà la transformation de l'industrie chimique et ouvrent des horizons nouveaux sur la biologie et la constitution de la matière

Jean Labadié 449

Evolution des conceptions de la science moderne : Equivalence de la masse et de l'énergie.

Les grands principes scientifiques du siècle dernier ont été bouleversés par nos connaissances sur la constitution de la matière et de l'univers. Voici les nouvelles théories aujourd'hui admises dans le domaine de la mécanique et de la physique

L. Houllevigue. 460

Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Comment a évolué la lampe de T. S. F. depuis son invention.

Pour comprendre les perfectionnements tant attendus du récepteur de T. S. F., il faut connaître le fonctionnement des divers types de lampes modernes. A chacune d'elles est dévolu un rôle essentiel et spécialisé.

C. Vinogradow. 465

Ingénieur Radio E. S. E.

Les chalutiers modernes sont de véritables usines flottantes.

Le plus grand chalutier du monde, le Marcella, vient d'être lancé en France. Son équipement, tant au point de vue scientifique (T. S. F., sondeurs) qu'au point de vue industriel (cales frigorifiques, installation pour le traitement du poisson) est aujourd'hui sans rival

Henri Le Masson. 477

Une curieuse conséquence de l'établissement du canal des « Deux-Mers » : le nettoyage automatique des coques de navires.

Le passage en eau douce des navires débarrasserait leurs coques des organismes qui s'y accrochent. Or, pour un paquebot de 40.000 tonnes, cette opération revient normalement à 2 millions de francs !

P. Nicolardot 485

Profes. à l'Académie Commerciale des Etrangers.

La nouvelle station de T. S. F. « Radio-Toulouse » sera-t-elle autorisée ?

Après le récent incendie de « Radio-Toulouse », la nouvelle station à grande puissance est prête à fonctionner régulièrement mais pas administrativement.

Jean Marival 488

Comment et pourquoi on construit des gratte-ciel en Amérique.

Si le gratte-ciel a été en honneur en Amérique au temps de la prospérité, son prix de revient est devenu très élevé et l'immeuble ne « paye » plus.

André Charmeil 492

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

Après la perte du dirigeable « Akron », voici le nouveau rigide « Mâcon ».

Muni des derniers perfectionnements de la technique aéronautique, le Mâcon, qui vient de procéder à ses premiers essais, est le plus grand dirigeable du monde. Les Américains, à juste titre, ne se rebutent jamais devant un échec.

Y. Leimarch 500

Une nouvelle méthode pour déterminer les propriétés des matériaux.

Comment l'application rationnelle du pendule permet de mesurer la rigidité et la dureté des matériaux et même la résistance d'organes, tels que les ailes d'avions, etc.

Charles Brachet 507

Chicago : cent ans de progrès scientifique et technique.

L'Exposition de Chicago, qui ouvre ses portes, est une synthèse des progrès accomplis depuis un siècle dans tous les domaines de l'activité scientifique et industrielle.

A. C. 515

Les microchambres d'ionisation et la radiothérapie

Victor Jouglia 520

La centrale électrique qui donne l'heure

Jean Marton 523

Une élégante solution pour le pompage des liquides visqueux

Jacques Maurel 525

Les machines modernes à perfore les métaux.

J. M. 529

L'électricité a rendu la Bourse silencieuse.

C. A. 531

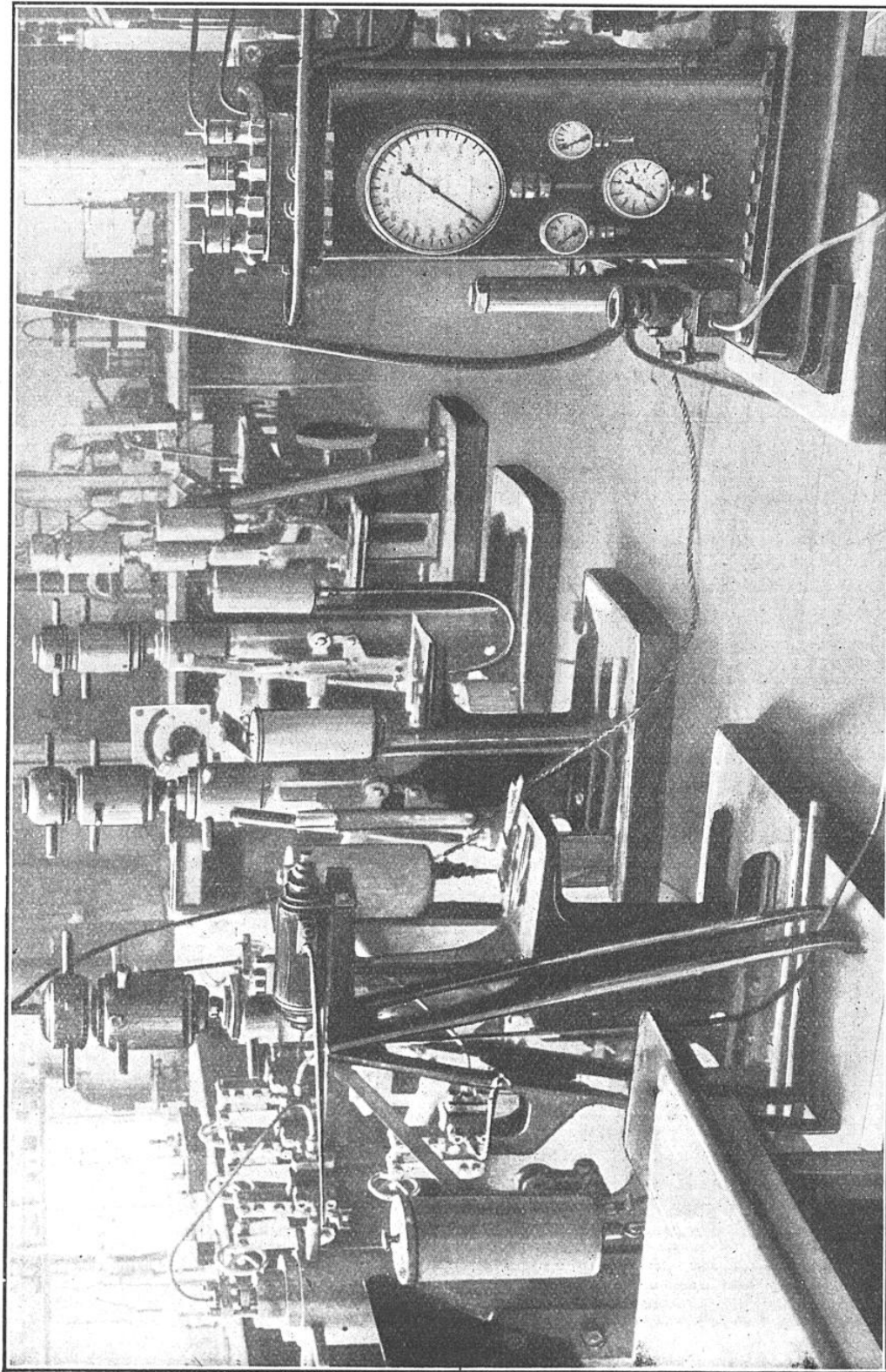
La T. S. F. et les constructeurs.

J. M. 533

Les « A côté » de la science

V. Rubor. 534

Bien que la construction des gratte-ciel, aux Etats-Unis, ait été la conséquence logique du manque de place dans la cité et de la recherche de la concentration des affaires qui s'y développent, certains les condamnent déjà car ces constructions géantes ne rémunèrent plus les capitaux investis. Quoiqu'il en soit, la technique de leur établissement, dont la couverture de ce numéro représente une phase caractéristique, est un chef-d'œuvre du genre. Il en est de même de leur organisation intérieure au point de vue, notamment, du « conditionnement » de l'air, de la protection contre l'incendie, des ascenseurs automatiques ultra rapides, etc. (Voir l'article à la page 492 de ce numéro.)



VUE D'ENSEMBLE DU LABORATOIRE DES ULTRAPRESSIONS A 25.000 ATMOSPHERES OU M. JAMES BASSET POURSUIT SES EXPERIENCES
Dans l'usine chimique future, les appareils ne seront peut-être guère plus volumineux que ceux-ci, grâce à la vitesse des réactions aux hautes pressions.

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, Juin 1933, R. C. Seine 116.544

Tome XLIII

Juin 1933

Numéro 192

LES ULTRAPRESSIONS RÉVOLUTIONNERONT-ELLES LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE ?

Par Jean LABADIÉ

Les récents progrès de la physique et de la mécanique appliquées ont permis d'atteindre au laboratoire des pressions supérieures à 25.000 atmosphères. Ces « ultrapressions » offrent, aussi bien au savant qu'à l'ingénieur, un champ d'investigations et de réalisations d'une richesse insoupçonnée. C'est qu'en effet, aux très hautes pressions — comme aux très basses températures (1) — les propriétés physiques et chimiques de la matière s'écartent de tout ce que nous avons eu l'habitude d'observer jusqu'ici, et s'orientent vers des phénomènes imprévisibles. En voici un exemple : la température de congélation de l'eau, qui s'abaisse normalement quand on accroît la pression dans les limites usuelles, se relève au contraire aux très hautes pressions, de telle sorte qu'on a de la glace à la température de 80° au dessus de 0° C., sous 12.000 atmosphères. La biologie, elle aussi, nous présente des exemples non moins curieux. Certaines bactéries ont résisté, en effet, à des pressions supérieures à 17.600 atmosphères. Dès maintenant, on a pu ainsi enregistrer des observations extrêmement précieuses. Ces expériences audacieuses ne font, du reste, que commencer. Le champ ainsi ouvert à la curiosité du chercheur peut, non seulement être fécond au point de vue pratique, mais encore nous laisser entrevoir des horizons nouveaux sur la constitution de la matière elle-même. Il y a peut-être là un outil inemployé qui nous permettra de scruter plus profondément les mystères de la microénergétique.

IL existe, aux yeux des physiciens, un « phénomène-type » qui englobe tous les autres, possibles et imaginables. Ce phénomène, que vous ne trouverez jamais complet dans la nature, si, du moins, nous en croyons nos sens et qu'au laboratoire il faut se résigner à produire par fractions isolées par bribes, les savants les décrivent au moyen d'une seule « équation » générale, composée de sept termes. Combinez de toutes les manières que vous l'entendrez : une *force* sur sa trajectoire (I) ; une *tension* superficielle appliquée à une surface (II) ; une *pression* appliquée à un volume (III) ; une quantité de chaleur prise à certaine *température* (IV) ; une quantité d'électricité prise à certain

potentiel (V) ; une réaction *chimique* (VI) et, finalement, un rayonnement électromagnétique (lumière) pris à certaine *fréquence* (VII) ; agencez ces sept termes deux à deux, de façon que l'un se dépense pour « créer » l'autre, et, chaque fois, vous obtiendrez un ou plusieurs des phénomènes que la physique et l'industrie utilisent dans leurs appareils (1).

Voici quelques exemples entre mille : avec le travail d'une *force* (poids d'une colonne d'eau), vous pouvez obtenir la *compression* d'un gaz ou, encore, un courant *électrique* (par turbogénérateur). Réciproquement, avec

(1) Remarquons que le phénomène radioactif, tenu en dehors de notre série, peut se ramener à l'un ou l'autre des termes par analogie électrique ou électromagnétique.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 180, page 439.

un gaz comprimé, ou mieux avec un courant électrique, vous pourrez renvoyer l'eau à son précédent niveau, c'est-à-dire lui rendre son énergie potentielle. Avec une combinaison chimique développant de la chaleur (combustion) et celle-ci créant une pression (dans une machine à vapeur) vous obtiendrez finalement le travail mécanique d'une force matérialisée par la bielle motrice.

Pareillement, vous ferez de l'électricité avec une réaction chimique (pile) que, réciproquement, vous pourrez rétablir en dépensant un courant (accumulateur). Vous ferez de la lumière avec de la chaleur et, réciproquement, échaufferez un corps avec ce même rayonnement. Vous transformerez aussi l'électricité en rayonnement (émission hertzienne) et le rayonnement en électricité (réception), etc., etc... Les combinaisons possibles se comptent par centaines et, d'ailleurs, sont d'un intérêt pratique bien inégal.

La pression, facteur jusqu'ici méconnu

Cette merveilleuse synthèse théorique, en une même série, de tous les phénomènes physiques possibles et de toutes leurs applications éventuelles, nous permet de situer exactement à son rang d'importance théorique et pratique l'un des sept facteurs en question, la *pression*, dont nous allons traiter et qu'un ingénieur technicien, M. James Basset, est en voie de porter aujourd'hui à son plus haut degré d'efficacité.

Jusqu'ici, on s'était préoccupé d'obtenir de hautes températures (arc électrique, chalumeau à hydrogène atomique); de hautes tensions électriques (plusieurs millions de volts au laboratoire, 220.000 en lignes de transport); de hautes fréquences (ondes

courtes, rayons X); mais il y avait malentendu sur ce qu'on était convenu d'appeler de « hautes pressions ».

Sans doute, les canons d'armes à feu utilisent depuis longtemps des pressions qui s'échelonnent de 400 kilogrammes par centimètre carré (armes de chasse) à 4.000 kilogrammes (canons de marine), mais ce ne sont là que des pressions instantanées (ne

durant qu'un centième de seconde ou moins encore). En travail continu, la pression la plus élevée qu'utilisent les machines motrices n'est autre que celle de la chaudière Benson qui vaporise l'eau à sa pression critique (224 kilogrammes par centimètre carré).

Quant à l'industrie chimique, cette pression est également mise en jeu, à peu de chose près (250 kilogrammes par centimètre carré, dans le procédé Haber, pour obtenir la synthèse massive de l'ammoniaque. Et ce fut un véritable coup de théâtre lorsqu'en 1920, M. Georges Claude annonça qu'il entamait la même fabrication sous une pression de 800 à 1.000 kilogrammes par centimètre carré. Ce qui fut pleinement réalisé, avec le succès que l'on sait.

Mais, sept ans plus tard, dans son modeste laboratoire privé, M. James Basset, mécanicien aussi habile qu'obstiné, réalisait des pressions de 25.000 atmosphères (1) sur des volumes de quelques centimètres cubes, tandis qu'un Américain, M. Bridgmann, avait déjà réalisé de son côté 40.000 atmosphères.

Ces premières incursions du laboratoire dans le domaine des « ultrapressions », comme l'on dit aujourd'hui, suivant le terme préconisé par M. Basset, correspondent à ce qu'était le premier four électrique de Moiss-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 127, page 67.

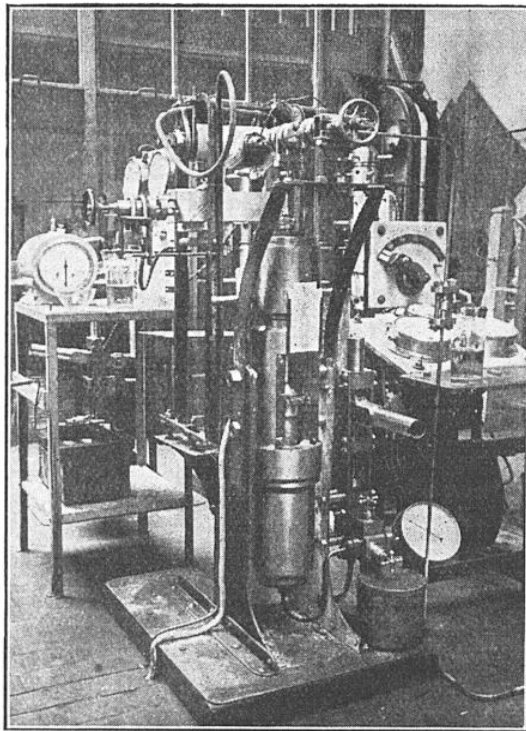


FIG. 1. — UN GROUPE DE POMPES DU LABORATOIRE BASSET POUR L'ÉTUDE DES ULTRAPRESSIONS SUR LES MILIEUX GAZEUX

Le compresseur préalable portant la pression à 1.000 atmosphères est situé hors de la figure. L'appareil figuré fonctionne comme l'indique le schéma ci-après.

san (3.500° centigrades) dans le domaine des hautes températures. On sait comment le four de Moissan est passé du laboratoire à l'usine, et avec quel succès. Pareillement, les presses de M. James Basset s'appêtent à franchir aujourd'hui le seuil de l'industrie et c'est un événement considérable, dont il convient de souligner la portée.

Les « facteurs d'intensité » (force, tension superficielle, pression, température, potentiel électrique, affinité chimique et fréquence) que le physicien met à la disposition de l'industriel, ne sont, disons-nous, qu'au nombre de sept. D'autre part, certains de ces facteurs (la température, la fréquence) touchent évidemment, dès maintenant, à leurs plafonds, tandis que d'autres échappent à l'action directe du physicien (l'affinité chimique de deux corps, la tension superficielle d'un liquide sont des caractères propres à la matière traitée). Cela permet d'apprécier l'exceptionnelle importance de la conquête des ultrapressions. On peut dire, en un mot, qu'avec les tensions électriques (qui peuvent et doivent croître encore très sensiblement), l'arrivée des « ultrapressions » dans l'industrie marque le dernier progrès technique de grande envergure que l'on pouvait encore légitimement espérer des machines. Voyons donc comment on a réussi à les réaliser.

Comment les presses en série de M. Basset multiplient par 10, 20 ou 30 une pression initiale de 1.000 atmosphères

Rappelons tout d'abord le schéma général utilisé par M. James Basset pour obtenir des pressions aussi élevées.

Il n'y a rien de changé au principe exposé

ici même en 1928, sinon que les appareils se sont perfectionnés et que leur inventeur peut affirmer aujourd'hui qu'après avoir atteint le taux de 38.000 kilogrammes par centimètre carré, il se fait fort de l'élever jusqu'à 100.000 et davantage si les métallurgistes lui procurent des aciers de plus en plus résistants.

Une presse Basset à « ultrapressions » n'est autre chose qu'une presse hydraulique de Pascal. Mais, alors que la presse de Pascal agit d'ordinaire en développant sur une large surface — en « démultipliant » — la pression obtenue sur un très petit piston, la presse de M. James Basset est agencée, au contraire, pour « multiplier » la pression initiale, qui est prise à 1.000 atmosphères sur un large piston solidaire du petit piston multiplicateur.

Le schéma ci-contre (qui représente une de ces presses en coupe), suffit pour en saisir le mécanisme. Une pompe capable de donner 1.000 kilogrammes par centimètre carré, alimente un premier réservoir qui constitue comme le vestibule de la machine proprement dite. Le réservoir contenant le liquide (maintenu constamment au taux de 1.000 kilogrammes) communique par une valve et un tube de petit diamètre avec

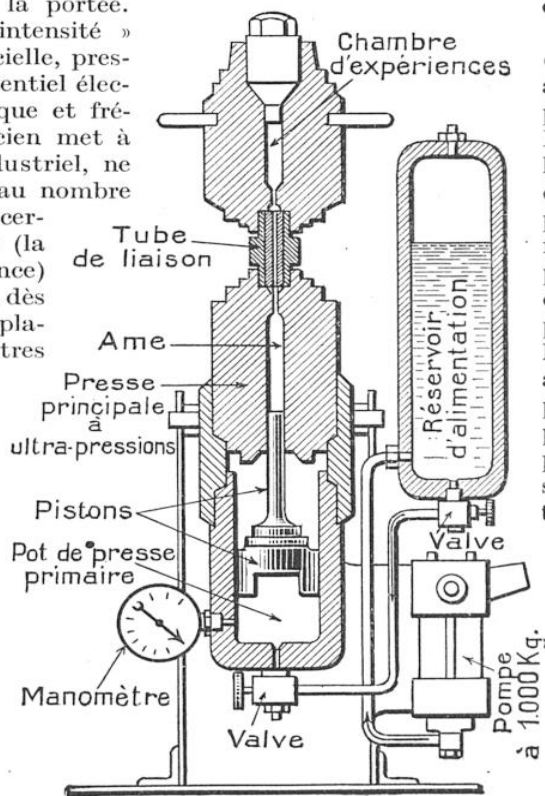


FIG. 2. — COUPE D'UNE POMPE A ULTRAPRESSIONS JAMES BASSET

La pompe à 1.000 kilogrammes (en bas, à droite) entretient un réservoir d'alimentation hydraulique, lequel actionne, par une tubulure de petit diamètre (à valves), le « pot de presse » primaire. Deux pistons solidaires, aux sections démultipliées, assurent la liaison du pot de presse primaire et de l'« âme » de la presse à ultrapressions proprement dite. Sur celle-ci est greffée la chambre d'expériences au moyen d'un tube de liaison, fretté comme d'ailleurs la chambre elle-même.

un premier corps de pompe, « pot de presse primaire », dans lequel se meut un piston assez large mais prolongé, d'une seule masse, par un second piston beaucoup plus mince. Celui-ci pénètre dans la « chambre principale à ultrapressions », c'est-à-dire dans un cylindre de même diamètre que lui, alésé au cœur d'une masse d'acier spécial et rempli de liquide. Il est évident que, dans ces condi-

tions, ce second liquide reçoit du petit piston une pression égale à la pression appliquée au grand piston dont il n'est que le prolongement (soit 1.000 kilogrammes par centimètre carré), *multipliée par le rapport qui existe entre les surfaces respectives des deux pistons*.

Si le rayon du petit piston est trois fois moins grand que celui du grand piston, la pression finale sera de 9.000 kilogrammes par centimètre carré; s'il est quatre fois plus grand, l'ultrapression résultante sera de 16.000 kilogrammes; avec un rapport de 5 à 1, on aura 25.000 kilogrammes et pour obtenir 36.000 kilogrammes au centimètre carré, il suffira que les pistons aient des rayons démultipliés de 6 à 1. Le principe, d'une extrême simplicité, ne connaît, théoriquement, pas de limites.

Son application, par contre, est très ardue.

Il faut d'abord trouver des aciers qui résistent à ces pressions. Tels que les livre l'industrie, les meilleurs aciers destinés à la fabrication des armes sont insuffisants. M. James Basset a dû leur faire subir un traitement physique et thermique spécial. Après quoi, imitant les armuriers, après avoir construit la « pièce » et creusé son « âme », il l'a *frettée* suivant une technique qui lui est propre. Ainsi est obtenue la résistance passive du métal, sous réserve de « pailles » invisibles et de pépins imprévisibles... Dans ce cas, la pièce éclate (voir figure de la page 455).

Mais ce n'est que le premier pas. Il faut s'occuper de faire glisser le piston en tige mince dans le tube alésé à son intention. Or, plus les surfaces en contact sont courbées et plus considérable est leur friction.

Quand il a voulu établir un « manomètre » capable de mesurer exactement les ultra-

pressions, M. James Basset a dû recourir nécessairement à une tige encore plus menue que le piston effectif de son ultra-presse. Cette tige, plongeant dans le milieu comprimé et poussée par lui, pousse à son tour le fléau composé d'une balance. La section minime donnée à cette tige facilite le « jointoiment » des orifices qui lui livrent passage, mais son glissement dans ces orifices exige

qu'elle soit maintenue constamment en rotation partielle sur elle-même par un petit moteur, afin d'empêcher le grippage. Ce curieux appareil, représenté page 454, donne une idée de ce que peut être le problème des « joints » dans une « ultra-presse ». Contentons-nous de savoir que ce problème est résolu, puisque l'appareil demeure étanche et conserve en permanence, pendant huit jours sans aucune fuite, une atmosphère comprimée à 25.000 kilogrammes.

L'utilisation des ultrapresses Basset exige que l'on greffe sur leur « âme » une « chambre d'expériences », exactement construite comme le corps principal et qui soit capable de contenir les « creusets » ou même les « fours électriques » en mi-

niature, nécessaires aux expériences. Ces chambres d'expérience, amovibles et vissées sur la presse à laquelle les relie un tube quasi-capillaire (7 dixièmes de millimètre) varient légèrement suivant la destination qu'on leur assigne.

Désormais on peut « voir » oculairement, photographier et cinématographier les phénomènes obtenus sous 15.000 kg par centimètre carré

L'une des plus audacieuses chambres à expériences qu'ait établies M. James Basset est certainement celle que présentait, le mois dernier, à l'Académie des Sciences,

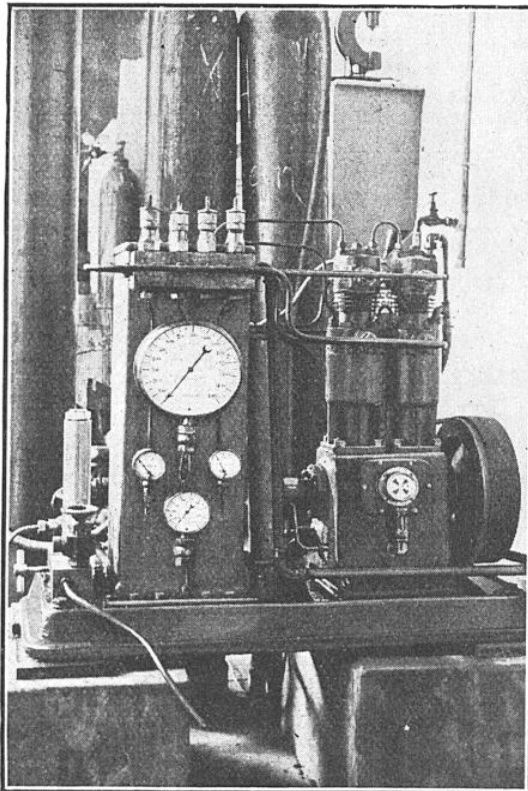


FIG. 3. — LE COMPRESSEUR PRÉALABLE QUI FOURNIT LE GAZ A 1.000 ATMOSPHÈRES AUX POMPES A ULTRAPRESSIONS

M. Camille Matignon, professeur au Collège de France (figure et schéma page 458). Elle est percée d'orifices ingénieux qu'obturent des blocs de verre dur, de 2 centimètres d'épaisseur seulement, mais si parfaitement rodés et si bien maintenus (par joints élastiques) que le diaphragme ménagé par ces joints laisse passer un faisceau lumineux très suffisant pour que l'œil puisse distinguer (au microscope) les phénomènes qui se déroulent dans l'âme centrale (20 millimètres de diamètre sur 130 millimètres de longueur).

Le trajet optique du rayon visuel est prudemment dévié (à angle droit) par un système de prismes, de telle manière que l'observateur soit à l'abri du danger, au cas où le bouchon transparent céderait sous la pression atteignant le double ou le triple de la pression interne d'un canon au départ du coup. Les débris projetés seraient donc beaucoup plus pénétrants que des balles de schrapnell. Dans cette chambre, pénétrée par la vision directe de l'observateur, on a pu réaliser au moyen d'arcs électriques une température de 3.500° sans que le dispositif optique fût ébranlé.

Un système d'éclairage transversal avec source lumineuse extérieure permet, d'ailleurs, de photographier et même de cinématographier l'évolution d'un phénomène intérieur à la chambre et — ce qui est au moins aussi important — d'obtenir l'analyse spectrale des corps traités aux ultra-pressions. On sait que le spectre lumineux constitue, à l'heure présente, l'instrument le plus sensible de l'investigation physico-chimique, tant moléculaire qu'atomique. En particulier, les spectres des gaz sous pression se modifient par un déplacement très sensible de leurs raies. Quelle amplitude, quelle allure prendra ce déplacement aux ultrapressions ? C'est ce que nous saurons bientôt. L'appareil tout

récemment établi n'a pas encore fonctionné sous le spectrographe — dont le montage a été conseillé par un opticien notoire entre tous, M. Charles Fabry, de l'Académie des Sciences.

La compressibilité des gaz aux ultra-pressions échappe aux prévisions classiques

Le volume occupé par une masse de gaz à la pression de 5.000 kilogrammes est environ le *millième* du volume de cette même masse gazeuse, considérée à la pression atmosphérique. A cette pression, l'air se trouve avoir une densité supérieure à celle de l'eau. Et pourtant, cet air ultra-comprimé reste gazeux si l'on maintient la température au-dessus de son « point critique » de liquéfaction.

A 15.000 kilogrammes de pression, le litre d'azote pèse 3 kilogrammes. Sa densité équivaut donc à celle de la pierre. D'ailleurs, à partir de la pression de 12.000 kilogrammes et au-delà, la compressibilité des gaz devient indiscernable de celle des liquides. Cette compressibilité n'existe pratiquement plus quand on atteint des pressions de 25.000 atmosphères.

Ceci s'explique par le rapprochement des molécules venues presque au contact — condition-limite qui réaliserait le « co-volume » du gaz expérimenté. Quand cette limite est réalisée, les molécules ne peuvent plus se rapprocher : il n'y a plus de compression possible. Le co-volume marque le volume au-dessous duquel un gaz ne peut plus descendre.

Ce co-volume (que certains physiciens calculent comme devant offrir quatre fois le volume propre des molécules) ne peut être réduit à son tour que par la désagrégation de l'édifice atomique lui-même, c'est-à-dire par *transmutation de la matière*. Mais les efforts à mettre en jeu pour obtenir ce résultat se représentent par millions d'atmosphères.

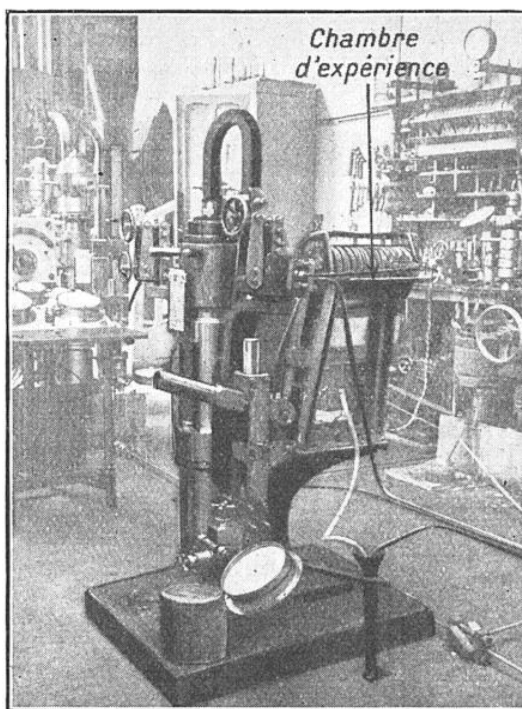


FIG. 4. — UN GROUPE DE POMPES A 6.000 ATMOSPHÈRES, A MARCHÉ CONTINUE, POUR LES RECHERCHES CHIMIQUES

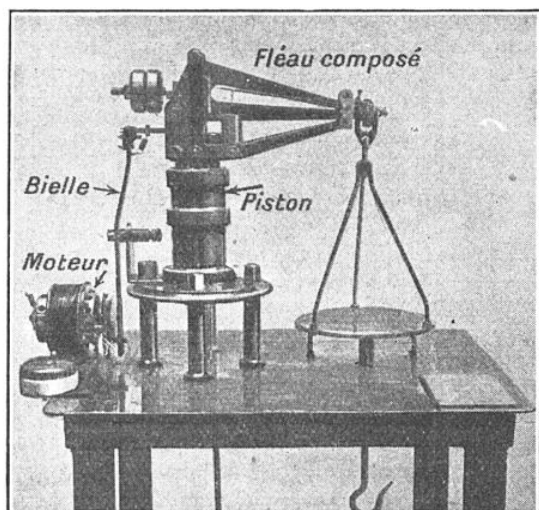


FIG. 5. — LE MANOMÈTRE A ULTRAPRESSIONS DONT LE FONCTIONNEMENT EST EXPOSÉ DANS LE SCHÉMA CI-DESSOUS

Et pourtant, l'atome le plus dense est encore aussi « vide » que la nef du Grand Palais dans laquelle voltigeraient seulement quelques grains de sable, les électrons. N'empêche que, si, un jour, les très hautes tensions électriques appliquées à un corps tel que le plomb parviennent à le rendre « radioactif », il se pourrait que l'application des ultrapressions facilitât ce phénomène, tant attendu, de la radioactivité artificielle.

Un précieux encouragement à la technique des ultrapressions réside dans cette observation que, pour comprimer un gaz de 1.000 à 5.000 kilogrammes, il n'est pas nécessaire de mettre en jeu une puissance quintuple. Il suffit d'appliquer aux compresseurs une augmentation de puissance de 24 % seulement.

Ceci va à l'encontre de la loi de compression des gaz « parfaits » qui est celle de Mariotte : « Le produit de la pression par le volume demeure constant. » Mais, même l'hydrogène (gaz le plus voisin de l'état « parfait ») occupe, à l'ultrapression de 5.000 kilogrammes, un volume de 4 à 7 fois plus grand que ne le faisait prévoir cette loi grossière. Sans attendre que l'auteur ait terminé son étude en cours, de la compressibilité des gaz

entre 10.000 et 25.000 atmosphères, constatons que les ultrapressions apportent à la physique des faits probablement aussi révolutionnaires que la découverte des supra-conducteurs électriques (1). De même qu'aux basses températures, la résistivité des métaux décroît brusquement, de même, aux ultrapressions, la résistance à l'effort compresseur tend à s'effacer : si l'on représente par 1 le travail nécessaire pour comprimer un gaz à 100 kilogrammes, un travail double de celui-là suffira pour faire passer le gaz de 100 à 1.000 kilogrammes. Et le travail dépensé pour le comprimer à 5.000 kilogrammes sera multiplié seulement par 2 1/2, car l'expérience montre que le travail est proportionnel au logarithme de la pression.

Autres effets « physiques » des ultrapressions

Sous 25.000 atmosphères, une colonne d'eau de 1 mètre se voit réduite à 65 centimètres, comme un vulgaire bloc de caoutchouc que l'on soumettrait à la presse hydraulique. Et l'eau passa longtemps pour un fluide incompressible. Mais il faudrait un océan profond de 250 kilomètres pour rivaliser avec l'ultrapresse.

Nous ne pouvons entrer ici dans les transformations internes que subit un liquide

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 109, page 37.

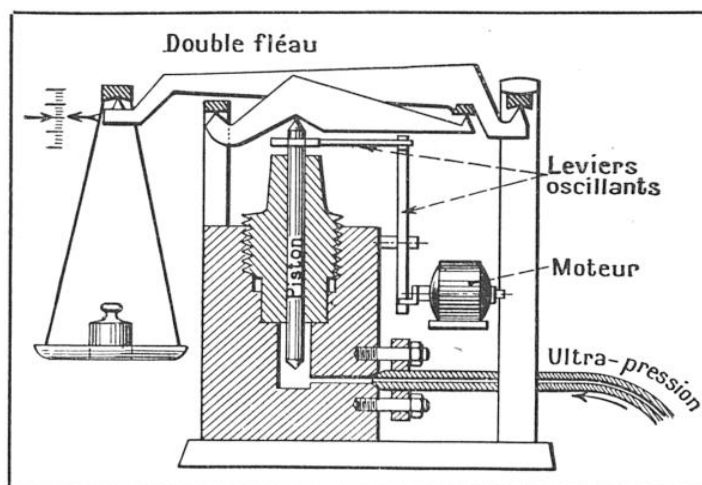


FIG. 6. — SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DU MANOMÈTRE PERMETTANT DE MESURER LES ULTRAPRESSIONS

La pression est communiquée, par un piston de petit diamètre, à une balance à double fléau dont le plateau est équilibré par un poids. Ce poids, multiplié par l'énorme coefficient qu'exige le dispositif spécial des fléaux, mesure la pression. Le piston de petit diamètre est si exactement ajusté qu'il doit être animé d'un constant mouvement oscillant autour de son axe afin de ne pas « gripper ». Un moteur électrique assure cette agitation perpétuelle.

soumis aux ultrapressions, en fonction de sa *viscosité*. Mais un exemple va nous montrer l'importance et l'inattendu du phénomène. Une substance visqueuse (l'huile épaisse de graissage, par exemple) ultracomprimée, prend une rigidité supérieure à celle de l'acier constituant la chambre ou les montages qu'on y introduit, et c'est le métal qui cède, se déforme. A 25.000 atmosphères, les métaux les plus durs que l'on connaisse sont *sectionnés* par une lame d'huile. Curieuse revanche de l'huile de graissage sur l'acier, au service duquel elle se dépense tous les jours dans nos machines courantes.

Et les corps solides, comment réagiront-ils aux ultrapressions ?

Le « corps solide » par excellence sera toujours un cristal. A ce titre, le diamant (carbone cristallisé) est le roi des corps solides, le plus dur. On compte sur les ultrapressions pour obtenir en masses compactes le carbone à l'état cristallin. Le carbone *fond*, en effet, à la température de l'arc électrique (3.500° centigrades) ; il fond, mais se volatilise, se « sublime » pour parler scientifiquement, et retombe à l'état de poussière « amorphe ». Autrement dit, si personne ne connaît le carbone à l'état liquide fondu, ce n'est pas la faute des températures réalisables mais celle des *pressions*, qui furent insuffisantes jusqu'ici pour le maintenir à l'état fluide. Cette « pression critique » de la liquéfaction du carbone n'en existe pas moins cependant. Elle est très élevée. Il ne s'agit que de l'atteindre. Une fois le carbone obtenu (et maintenu) à l'état de fusion par l'arc électrique à l'intérieur de l'ultrapresse, il semble légitime d'espérer que sa solidification par refroidissement donnera de beaux cristaux de diamant — sans doute plus utiles à l'industrie, pour cent usages, qu'aux joailliers dont c'est le métier de ne rechercher que le rare.

Mais le cas du diamant (qui nous hypnotise un peu comme la fabrication de l'or par tradition historique plus que par intérêt réel, car la « fabrication » de ces corps équi-

vaudrait à l'annulation de leur valeur actuelle), le cas du diamant n'est que l'un des mille appelant l'attention des physiciens. Un chapitre nouveau de la science appliquée, « la synthèse minéralogique » (rappelez-vous la synthèse, déjà acquise, du rubis et de quelques autres pierres précieuses) prendra, grâce aux ultrapressions, un essor insoupçonné. Les synthèses qu'on réalise pour l'instant, au compte-goutte, prendront une allure singulièrement plus accélérée et

de nouvelles apparaîtront. L'avenir connaîtra probablement des bijoux artificiels plus « vrais » que nature, en ce sens que leurs gemmes seront grosses à souhait et sans « crapauds ».

D'ailleurs, ne croyons pas que l'opération ira toute seule, car aux ultrapressions le point de fusion des corps se trouve considérablement modifié : c'est ainsi que le potassium, qui fond à 60° sous la pression atmosphérique, ne fond plus qu'à 180° sous 12.000 kilogrammes et l'eau, à cette pression, reste solide à 80° centigrades ! Par contre, par suite de sa contraction en passant à l'état solide, le point de fusion du carbone doit se trouver *abaissé* aux ultrapressions. Et ceci facilitera la victoire.

De plus, des états « allotropiques » inconnus peuvent apparaître aux ultrapressions, qui apportent des surprises telles que celles-ci : entre 7.000 et 10.000 atmosphères, le phosphore devient un corps très dense et

bon conducteur de la chaleur comme de l'électricité, ce qu'il est loin d'être à pression normale.

La révolution, en perspective, de l'industrie chimique

Mais, quelles que soient les surprises d'ordre physique que nous réservent les ultrapressions, c'est en chimie qu'elles introduisent une véritable révolution, cette fois, immédiate.

Les premiers appareils industriels sont en construction, qui accompliront à une vitesse très multipliée les réactions des synthèses déjà acquises et qui, probablement, permettront d'en réussir de nouvelles.

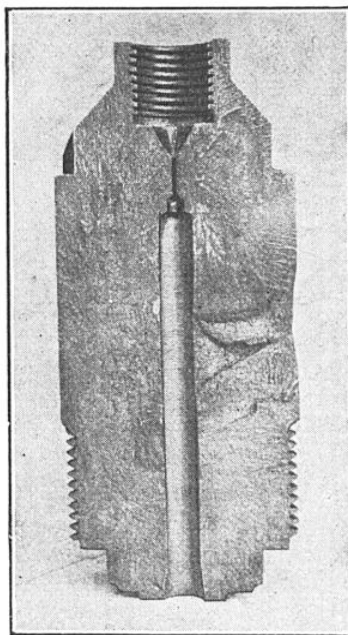


FIG. 7. — UNE « AME » DE PRESSE ÉCLATÉE SOUS L'INFLUENCE D'UNE PRESSION DE 14.000 ATMOSPHÈRES

Remarquez la netteté du sectionnement transversal.

L'effet chimique des ultrapressions est très facile à saisir. Par suite du rapprochement moléculaire, « l'affinité chimique » des corps comprimés ensemble se trouve considérablement accrue surtout dans les réactions où interviennent des gaz. La vitesse de combinaison peut se trouver augmentée dans des proportions considérables (plusieurs millions de fois) relativement à la vitesse de réaction constatée aux pressions usuelles. En sorte que des appareils réduits en volume, mais travaillant sous ultrapressions, doivent fournir logiquement une production *incomparablement* plus abondante que les anciens et avec un rendement accru.

Les progrès déjà réalisés à ce point de vue par le procédé Claude sur le procédé Haber, dans la synthèse de l'ammoniaque, sont très significatifs ainsi que le montre notre tableau ci-dessous.

On remarquera, dans ce tableau, que le rendement croît (tant chez Haber que chez Claude) à mesure que la pression augmente et malgré que la température baisse. C'est là une des plus admirables conséquences du principe de

Carnot. Ecoutez plutôt à ce propos le grand savant Henry Le Châtelier :

« De nombreux chimistes et parmi eux des savants éminents, Thenard, Sainte-Claire-Deville, Berthelot, s'étaient efforcés de réaliser la combinaison directe de l'azote et de l'hydrogène (synthèse de l'ammoniaque). Le problème fut classé comme inso-

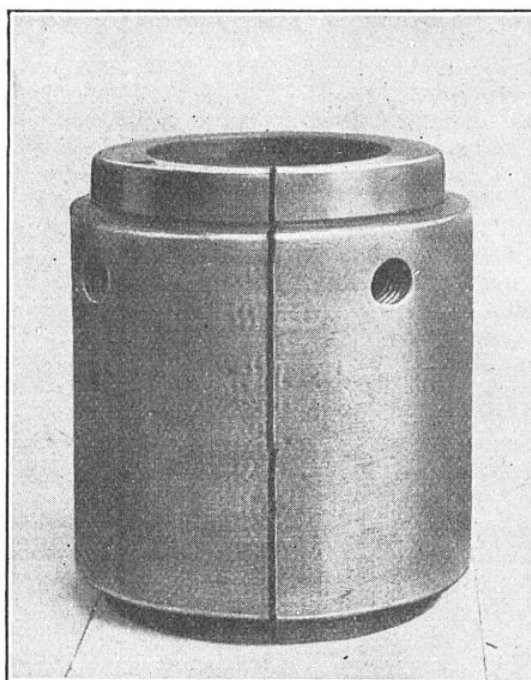


FIG. 8. — FRETTE BRISÉE PAR LA RUPTURE, SOUS 20.000 ATMOSPHÈRES, DU « POT DE PRESSE » QU'ELLE RENFORÇAIT

luble. Mais, en appliquant à cette réaction les raisonnements de Carnot, on s'aperçut que les rendements en ammoniaque devaient être d'autant plus élevés que la pression serait plus forte et la température plus basse. Pour opérer à de basses températures et vaincre l'inertie des réactions chimiques, il fallait recourir à l'intervention des catalyseurs. On essaya le fer, parce que ce métal avait donné à Thénard la décomposition plus rapide de l'ammoniaque; le résultat fut excellent. »

« Ce sont là, ajoute le célèbre chimiste, des débuts extrêmement brillants, mais

seulement des débuts... Voici la synthèse de

l'alcool méthylique qui est sur le point de

devenir industrielle. Un jour prochain, les

combustibles solides (hydrogénation de la

houille) seront transformés en carbures

volatils nécessaires pour remplacer le pétrole

bientôt déficitaire. Cela résultera encore de

l'admirable découverte de Carnot. »

La mécanique chimique selon Carnot dispose maintenant des pressions les plus élevées qui permettront d'éliminer les merveilleux mais empiriques « catalyseurs » ; qui

permettront même de renverser le sens de certaines réactions (exemple : création de l'acide arsénieux par oxydation directe de l'acide arsénieux, produit de base, bon marché, sans passer par l'action de l'acide sulfurique qui est le produit cher de la fabrication présente).

Il ne nous est pas encore donné de con-

TEMPÉRATURES	PROCÉDÉ HABER à 200 kg/cm ²	PROCÉDÉ CLAUDE	
		à 500 kg/cm ²	à 1000 kg/cm ²
740°	3 %	7 %	13 %
670°	4 %	10 %	20 %
600°	8 %	16 %	29 %
535°	12 %	30 %	42 %

LE RENDEMENT MAXIMUM DE LA RÉACTION DE SYNTHÈSE DE L'AMMONIAQUE CROÎT AVEC LA PRESSION

naître les résultats obtenus au laboratoire James Basset en matière de réactions chimiques. Mais nous savons que leur publication provoquera une surprise considérable. Les résultats expérimentaux obtenus aux plus hautes pressions industrielles connues jusqu'ici (1.000 kilogrammes par centimètre carré) ont servi à établir des lois de combinaison que l'on se croyait en droit d'extrapoler. Il n'en est rien, paraît-il. L'action des très hautes pressions apporte dans les combinaisons chimiques des éléments jusqu'ici mal connus, que les formules classiques n'ont pas réussi à intégrer.

Il s'agit donc bien ici d'une véritable révolution. Nous en avons donné, en débutant, la raison profonde : la pression était, jusqu'ici, parmi les sept facteurs « d'action » constituant les phénomènes physiques, le seul négligé. Arrivant à la manière d'une réserve inattendue dans la bataille de l'homme contre la nature, ce facteur va certainement déclencher des victoires décisives.

L'usine chimique actuelle, aux « colonnes » immenses, aux « chambres » énormes, aux cheminées volumineuses, va peut-être céder la place à des batteries d'appareils évoquant précisément, par leur forme extérieure, autant que par leur « âme » intérieure, de puissants canons. A ces canons aboutiront des tubes extrêmement étroits (au moins intérieurement) par lesquels les matières

arriveront, à des vitesses et sous des densités colossales, au cœur tantôt d'un four électrique et tantôt d'un cryostat refroidi aux plus basses températures pour fournir les réactions les plus fécondes et... les plus simples.

Mais ceci est encore du domaine de l'avenir. Observons encore le présent.

Le comportement de la vie aux ultrapressions

Nous ne saurions passer en revue tout le programme de la recherche scientifique aux ultrapressions ; nous devons cependant signaler l'un des plus curieux résultats touchant les êtres vivants, obtenus au laboratoire James Basset, en collaboration avec des spécialistes de l'Institut Pasteur (le docteur Machebeuf en particulier),

Certes, il ne peut s'agir que de microbes, aucun organisme complexe ne devant résister aux ultrapressions. Mais il

est intéressant de savoir que certains micro-organismes résistent aux ultrapressions au-delà d'une limite véritablement fantastique, de même qu'ils supportent des froids voisins du zéro absolu. Des émulsions de microbes divers soumises, dans des récipients hermétiques mais souples, à des pressions très élevées pendant des temps variables, à la température ordinaire, ont ensuite servi à ensemercer des milieux appropriés. La semence s'est développée ; les germes, ayant survécu à 3.000 et 4.000 kilogrammes de

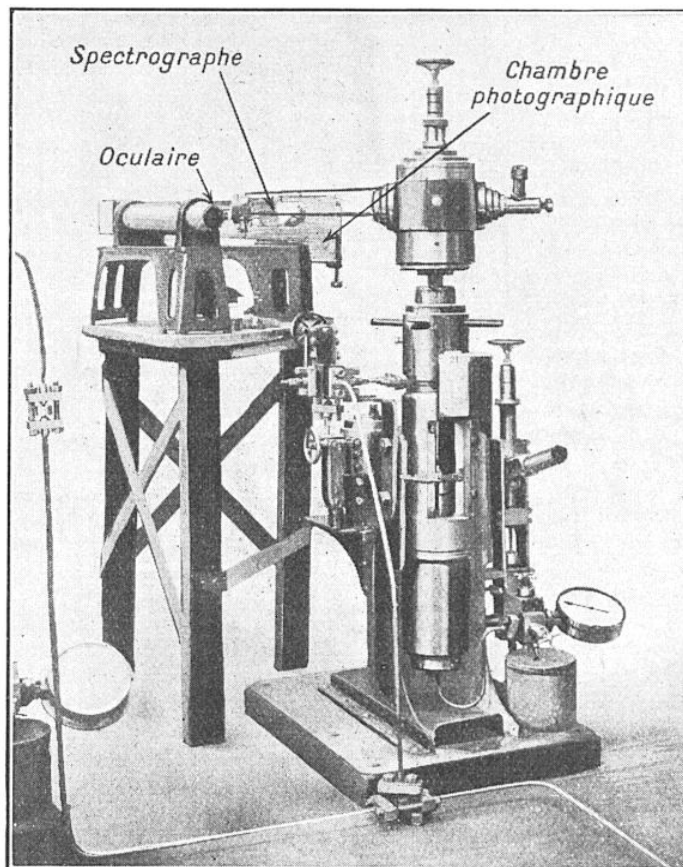


FIG. 9. — LE GROUPE EXPÉRIMENTAL ÉTABLI POUR LES ÉTUDES SPECTROGRAPHIQUES DES PHÉNOMÈNES SE DÉROULANT A 15.000 ATMOSPHÈRES

pression, fournissaient des cultures identiques aux cultures initiales conservées comme témoins.

Par contre, des bactéries à forme « non sporulée », telles que *bacillus prodigiosus* et *staphylococcus aureus*, n'ont pas survécu à 6.000 kilogrammes. Le bacille de Koch est vite tué par la pression. Mais certaines bactéries « sporulées », telles que *bacillus subtilis*, ont résisté aux plus grandes pressions, notamment à 17.600 atmosphères durant quarante-cinq minutes.

Les récipients dans lesquels les émulsions microbiennes ont été soumises à l'expérience pouvaient avoir, à de telles pressions, une influence chimique inconnue sur les bactéries. On a donc fait varier la nature de ces récipients. Les résultats furent toujours identiques. D'où il résulte bien que c'est la pression et uniquement elle qui tue certains microbes tout en permettant à d'autres de vivre.

Et puis, ce fut le tour des *diastases* (ferments solubles). On constata, par exemple, que la « sucrase » pressée à 10.000 atmosphères pendant trente minutes, perd seule-

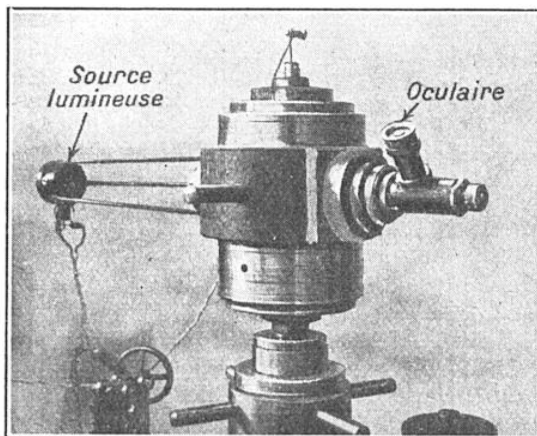


FIG. 10. — CHAMBRE D'EXPÉRIENCES A ULTRAPRESSIONS A VISION OCULAIRE

(Voir le schéma explicatif ci-joint.) Remarquons la disposition de l'oculaire qui place l'œil du physicien hors d'atteinte, au cas où le dispositif optique céderait sous la pression.

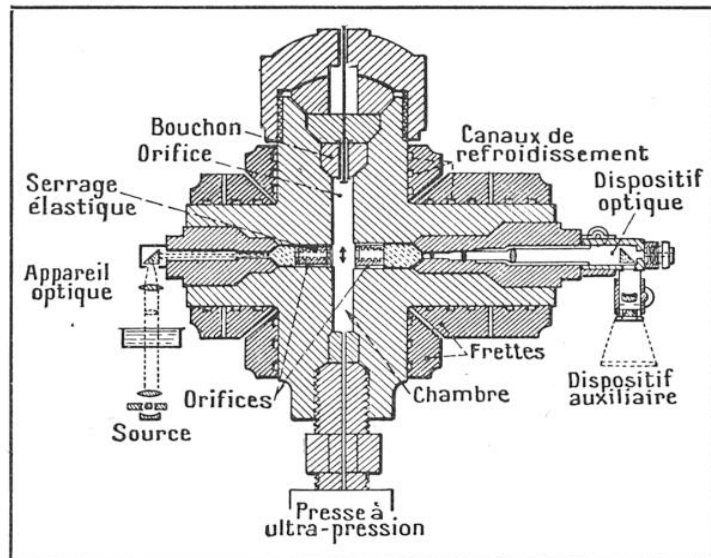


FIG. 11. — COUPE DE LA CHAMBRE A VISION OCULAIRE
Le trajet optique de la lumière est agencé à angles droits. La source lumineuse (côté gauche), aussi bien que le dispositif optique (côté droit), est hors de la trajectoire des éclats de verre au cas où la paroi transparente sauterait sous l'ultrapression. Cette paroi est relativement mince, mais appuyée sur des joints élastiques très spéciaux. Les dispositifs optiques peuvent varier beaucoup, depuis la simple chambre photographique, ou même cinématographique, jusqu'au spectrographe qui est installé dans l'exemple ci-dessus.

ment 35 % de son activité, mais devient totalement inactive quand elle a subi 13.500 atmosphères pendant quarante-cinq minutes. Il serait curieux de connaître l'influence des ultrapressions sur des diastases qui servent à la digestion des poissons aux grandes profondeurs, cette digestion qui permet à certains d'absorber des proies plus grosses qu'eux-mêmes. Il est vrai que les pauvres 1.000 atmosphères régnant au fond de la plus grande fosse océanique connue (île Tonga), ne sont rien, comparées aux 13.500 atmosphères sous lesquelles la fermentation du sucre reste encore possible.

Les *toxines*, étudiées de la même manière que les diastases, ont révélé des sensibilités diverses aux ultrapressions. Celles des cultures de bacilles tétaniques et de bacilles diphtériques sont atténuées par les ultrapressions aux environs de 13.500 atmosphères. Peut-être y a-t-il là un nouveau moyen de préparation des vaccins.

Certaines substances toxiques voisines des toxines microbiennes, le *venin de cobra*, la *tuberculine*, ont résisté à la pression ci-dessus. Le venin de cobra « ultrapressé » demeure aussi mortel qu'avant d'avoir été soumis aux hautes pressions.

Les curieuses réactions des « bactériophages » aux ultrapressions

Les résultats les plus inattendus de ces expériences d'ordre biologique sont peut-être les derniers acquis, concernant les fameux « bactériophages » d'Hérelle et qui viennent de faire l'objet d'une communication à l'Académie des Sciences comme nous mettons sous presse.

Rappelons d'abord la belle découverte du célèbre médecin canadien. Dans ses études sur le choléra et diverses épidémies, d'Hérelle observa que les microbes virulents disparaissaient spontanément en milieu contaminé. C'est ainsi que les eaux du Gange, malgré qu'elles traversent des villes, comme Calcutta, qui déversent dans le fleuve les plus virulentes déjections, se révèlent pures de microbes à l'aval des villes. On dirait qu'il existe dans ces eaux un agent antiseptique qui se charge spontanément de les assainir. D'Hérelle rechercha cet agent dans le cas non seulement du choléra, mais de beaucoup d'autres maladies. Il parvint à l'isoler et le nomma « bactériophage ». Il fit l'hypothèse que c'était un microorganisme dont la fonction était de se nourrir aux dépens de la bactérie virulente, qu'il détruisait en une sorte de lutte bienfaisante. Mais, jusqu'ici, ces microorganismes (il en existerait

un de « spécifique » pour chaque sorte de bactérie) n'ont pas été isolés au microscope : le bactériologiste ne les isole qu'à la manière dont il obtient les *virus* filtrants, parfaitement définis, quoique l'œil ne puisse distinguer leurs éléments organiques individuels.

Avec la collaboration du docteur Wolmann de l'Institut Pasteur, M. James Basset a donc soumis aux ultra-pressions toutes sortes de bactériophages et il a constaté qu'aucun ne résisterait à des pressions dépassant 3.000 atmosphères. Par contre, si l'expérience s'effectue sur le bactériophage *en présence* de la bactérie spécifique de laquelle il est censé se nourrir, *alors il résiste à des pressions extrêmement élevées*. Et la lutte paraît être suspendue entre le microbe virulent et son ennemi invisible, durant tout le temps que s'exerce la pression.

Il y aurait également un mot à dire de l'action des ultrapressions sur les composés organiques complexes (albumines, protéines) qui forment le substrat des corps vivants. Mais ces expériences ne font que commencer. Au surplus, nous n'avons voulu les indiquer que pour montrer jusqu'où le laboratoire des ultrapressions peut et doit étendre ses investigations.

Son domaine apparaît dès maintenant aussi vaste que ceux du thermomètre et du galvanomètre.

JEAN LABADIÉ.

LES FUTURES FLOTTES DE COMBAT

UN membre de l'Académie de Marine, M. La Bruyère, vient d'écrire ceci, qui est à méditer :

« La marine militaire française doit se garder à droite comme à gauche.

« A droite : voici poindre à l'horizon de la mer du Nord cinq croiseurs protégés du type *Leipzig*, défendus par une ceinture de 75 à 100 millimètres, filant de 32 à 34 nœuds et armés de neuf pièces de 150 millimètres. Voici le *Deutschland*, qui est entré en service le 1^{er} avril, tandis que le second bâtiment de ligne de la série a été lancé le même jour. Ces navires, d'un modèle entièrement nouveau, qui ont utilisé au maximum les limitations du traité de Versailles fixées à 10.000 tonnes, sont armés de six pièces de 280 $\frac{m}{m}$ (qui sont, précisément, celles qui ont fait leurs preuves lors de la bataille du Jutland) et ont un rayon d'action de 18.000 milles (34.000 kilomètres environ). Contre ces *Leipzig*, contre ces *Deutschland*, nous n'avons actuellement rien à opposer, puisque nous ne possédons pas en service de

croiseurs protégés et que, d'autre part, l'artillerie des *Deutschland* est susceptible de couler tous nos navires, sauf nos cuirassés type *Provence*, auxquels les *Deutschland* peuvent du reste échapper, grâce à un excédent de vitesse de plus de 8 nœuds

« Voici pour la droite ; maintenant, voyons à gauche :

« L'Italie s'applique, avec une constance remarquable, à réaliser une parité navale de fait, afin de se baser sur le *statu quo* pour obtenir dans les conférences internationales la consécration diplomatique de cette équivalence. L'Italie possède, en service ou en achèvement, un nombre égal au nôtre de croiseurs de 10.000 tonnes, dits « Washington », soit sept croiseurs ; mais, avec cette circonstance favorable pour elle que ses croiseurs sont beaucoup mieux protégés que les nôtres. En réalité, elle a constitué toute une flottille de croiseurs de 5.000 tonnes du type « Condottieri », dont six unités sont déjà en service et qui n'ont pas de similaires dans la marine française. »

ÉVOLUTION DES CONCEPTIONS DE LA SCIENCE MODERNE

ÉQUIVALENCE DE LA MASSE ET DE L'ÉNERGIE

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

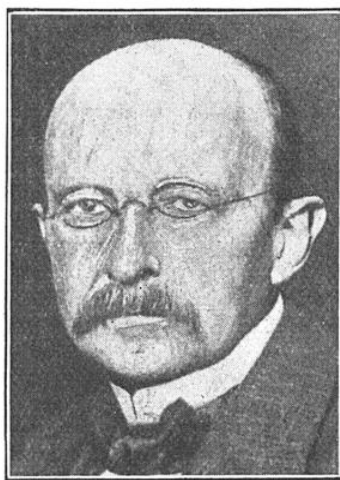
Si, pour les phénomènes les plus directement accessibles à nos sens, les lois de la mécanique classique s'appliquent toujours avec une rigueur suffisante, en réalité, il n'en est plus de même dans le domaine, beaucoup moins accessible, des infiniment petits (molécules, atomes, électrons) et des infiniment grands (astres). Les physiciens actuels ont donc été conduits à établir de nouvelles théories qui bouleversent ces lois, et nous donnent de l'univers une conception toute différente de celle que l'on faisait encore il y a quelque dix ans. Ainsi sont nées les théories des quanta, de la relativité, etc. Pour pouvoir mieux comprendre dans toute leur ampleur les problèmes de l'astronomie moderne, qui passionnent tant de nos lecteurs, il est indispensable de se pénétrer des notions de ces théories nouvelles. Notre éminent collaborateur, le professeur Houllévigue, s'est chargé d'exposer ici, en une sorte d'initiation introductive, ce qu'il faut connaître de l'évolution de ces conceptions de la science moderne, plus particulièrement dans le domaine de la mécanique et de la physique.

Le grand public admire, avec raison, les merveilleux progrès accomplis par la science, au cours de ce siècle encore jeune. Ce qu'il sait moins, c'est que, sous le poids colossal de ce nouvel édifice, ses assises se sont effondrées. Notre mécanique, notre physique, notre chimie avaient été édifiées pour expliquer les phénomènes du monde qui nous entoure ; mais la science a envahi d'immenses domaines, le monde infinitésimal des atomes et le monde gigantesque qui remplit les espaces célestes ; elle a eu à considérer des dimensions, des masses, des vitesses qui ne sont plus « à l'échelle humaine » ; il s'est trouvé alors que les lois ordinaires cessaient de s'appliquer, et il a fallu renoncer à l'ambition, qui fut celle du XIX^e siècle, de représenter l'Univers comme une machine.

Alors, il s'est trouvé des savants, dont le plus génial est incontestablement Einstein, pour imaginer autre chose, c'est-à-dire pour chercher des assises convenables à cette science agrandie. Dans l'opinion commune, ces nouveaux systèmes ne sont que des hypothèses terriblement

compliquées, choquant nos habitudes d'esprit et que le bon sens repousse ; il est vrai que leur compréhension exige un effort intellectuel sérieux et je ne dis rien de leur démonstration. Mais, lorsqu'on a fait cet effort, on est largement payé de ses peines ; on constate alors que les faits, jusqu'alors isolés et incompréhensibles, s'ordonnent et se classent. L'astronomie, tout spécialement,

reste une indéchiffrable énigme si on se cantonne dans les anciens modes de raisonnement ; elle se clarifie à la lumière des principes nouveaux. C'est ce que je voudrais montrer dans une série d'articles auxquels, pour répondre au vœu exprimé par de nombreux lecteurs, *La Science et la Vie* veut bien ouvrir ses colonnes. Mais j'ai besoin, d'abord, de montrer cette faillite des vieux principes et d'exposer, ensuite, ceux que la science moderne leur a substitués au cours de ces dernières années.



MAX PLANCK

Le grand physicien allemand qui, le premier, eût l'idée de faire intervenir la notion des quanta, vient de fêter ses 75 ans.

Les anciens postulats

Toute la science du XIX^e siècle s'était cristallisée autour des principes suivants :

Conservation de la Matière ;
Conservation de la Masse ;

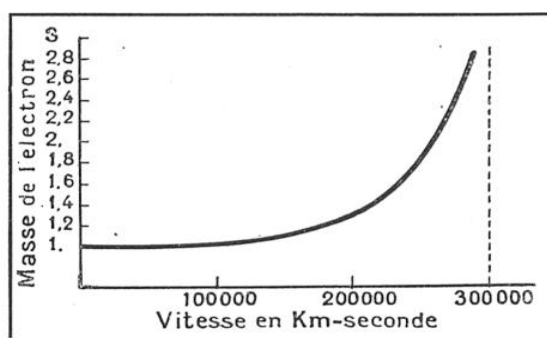


FIG. 1. — LA MASSE DE L'ÉLECTRON N'EST PAS INVARIABLE

Elle augmente, en effet, avec la vitesse, comme le montre le diagramme ci-dessus.

Conservation de l'Énergie ;
Réalité de l'Ether.

Examinons-les brièvement, et voyons ce qu'ils sont devenus à la lumière des faits nouveaux.

Le principe de la conservation de la Matière admettait l'existence d'un certain nombre de corps simples, éternels et indestructibles, avec lesquels tous les corps de la nature sont fabriqués. Toute la chimie classique repose sur ce principe, et on peut dire que ses opérations courantes nous en apportent chaque jour d'innombrables vérifications. De fait, tant qu'on n'a su mettre en œuvre que les forces médiocres qui déterminent les phénomènes physico-chimiques, ce principe s'est vérifié : des billes de métal peuvent paraître indestructibles, tant qu'on ne dispose pas d'un marteau-pilon pour les écraser. Depuis la découverte de la radioactivité et les expériences de Rutherford, nous savons que certains atomes se brisent spontanément, en produisant des atomes plus légers ; nous savons aussi que, par le choc de projectiles appropriés, on peut provoquer des désintégrations et des intégrations artificielles (1). L'atome n'est plus indestructible et tous les atomes du monde ne sont eux-mêmes que des combinaisons de deux éléments primordiaux, le proton électrisé positivement et l'électron négatif. La matière se détruit et se transforme : comme les atomes, les Cieux nous en montreront maints exemples.

Le principe de la conservation de la Masse, posé par Lavoisier, affirme que dans toutes les transformations, qu'elles soient mécaniques, physiques, chimiques ou même biologiques, la masse totale reste invariable : lorsque le charbon brûle, son poids (qui est proportionnel à sa masse) et celui de l'oxy-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 178, page 274.

gène se retrouvent exactement dans le gaz carbonique formé. Un corps chaud ne pèse pas plus qu'un corps froid.

Ce principe est resté incontesté tant qu'on n'a eu à considérer que des corps faiblement électrisés ou animés de vitesses modérées ; la découverte des propriétés de l'électron lui a porté un coup direct. On connaît, en effet, des électrons animés des vitesses les plus variables, depuis quelques kilomètres par seconde jusqu'à des célérités voisines de celle de la lumière dans le vide (300.000 kilomètres par seconde) et certaines méthodes, que je n'expliquerai pas aujourd'hui, permettent d'évaluer leurs masses dans ces divers états de mouvement ; les résultats sont exprimés par le tableau ci-dessous, où on a pris comme unité la masse de l'électron au repos, et par la figure 1.

Ainsi, lorsqu'on accroît la vitesse de l'électron, c'est-à-dire son énergie, sa masse augmente. L'ancienne physique expliquait le fait en admettant qu'à la masse matérielle proprement dite vient s'ajouter une *masse électromagnétique*, comparable au sillage qu'un obus produit à travers l'air (fig. 2) ou un navire à la surface de l'eau ; mais il a fallu convenir, sous la pression des faits, que la masse de l'électron était tout entière électromagnétique, c'est-à-dire immatérielle et fictive, et qu'elle provenait uniquement de l'énergie qui l'anime.

Cet exemple nous montre que la masse, considérée jusqu'ici comme l'attribut caractéristique de la matière, appartient aussi bien à l'énergie immatérielle ; cette constatation est puissamment renforcée par d'autres où l'énergie possède certains attributs de la matière. Une des plus saisissantes est la *pression de radiation*, exercée par la lumière et par les radiations analogues sur les solides qu'elles frappent : comme les molécules d'un gaz pressent, par leurs chocs répétés, la paroi d'un récipient, les ondes

VITESSE EN KM-SECONDE	MASSE DE L'ÉLECTRON
0	1
300	1,0000005
3.000	1,00005
30.000	1,006
150.000	1,15
225.000	1,53
270.000	2,30
300.000	Infinie

VARIATION DE LA MASSE DE L'ÉLECTRON AVEC LA VITESSE

repoussent les ailettes de mica d'un radiomètre dans lequel on a réalisé un vide presque parfait (fig. 3). Mieux encore : Compton a établi qu'un pinceau de rayons X, tombant sur une lame de graphite, en expulse un électron et que la théorie rigoureuse de ce phénomène peut être donnée en assimilant le choc de la radiation immatérielle à celui d'un corpuscule matériel constitué uniquement par de l'énergie rayonnante.

Ainsi, tous les rayonnements possèdent des propriétés qui les apparentent à la Matière, et cette manière de voir a été développée par Planck dans sa fameuse *théorie des quanta*, clef de voûte de la physique moderne ; elle envisage l'énergie vibratoire comme formée de particules séparées, qui ont reçu le nom de *photons* lorsqu'il s'agit du rayonnement lumineux, de telle sorte qu'un espace rempli de rayonnement est parcouru par des photons, comparables aux molécules d'un gaz.

Ainsi, peu à peu et sous la pression des faits, la démarcation entre la matière et l'énergie s'est effacée ; par suite, le principe de la conservation de l'énergie, non plus, ne saurait être maintenu sous la forme simple que lui avaient donnée Helmholtz et les grands physiciens du siècle passé ; mais il conserve sa valeur comme vérité pratique, applicable à tous les phénomènes qui se passent à l'échelle humaine.

Dans cette débâcle des grands principes, l'éther n'a pas été épargné. On l'a vu disparaître sans regret ; c'était une construction bâtarde, à laquelle les physiciens n'ont jamais cru sérieusement : l'un d'eux n'a-t-il pas dit que l'éther n'avait été imaginé que pour donner un sujet au verbe « onduler » ? Tel qu'on était contraint de l'imaginer pour expliquer les phénomènes lumineux, l'éther avait les propriétés les plus bizarres et les plus contradictoires ; mais le coup de grâce a été donné à cette hypothèse par l'expérience célèbre de Michelson et Morley, déjà

décrite dans cette revue, n° 173, page 383, qui met les physiciens en présence de contradictions inexplicables dans l'hypothèse d'un milieu éthéré, quel qu'il soit.

De ce résumé, forcément très ramassé, résulte cette conclusion forcée : la mécanique et la physique classiques sont impuissantes à expliquer les phénomènes observés dans le monde des atomes, comme dans celui des étoiles ; et j'ajouterai qu'elles ont toujours avoué leur impuissance à faire entrer la gravitation dans le cadre de leurs explications mécaniques ; les forces d'attraction à distance,

qui gouvernent les mouvements des mondes, restaient en dehors de la science.

Pour toutes ces raisons, il a fallu se résigner à trouver autre chose, à chercher, sinon une *explication*, du moins une *représentation* des phénomènes convenant à l'atome comme à l'étoile. On ne saurait juger cette représentation en se plaçant au point de vue du sens commun, qualité précieuse assurément, mais qui ne fait que cristalliser la longue expérience humaine ; on ne peut lui demander que d'être cohérente, c'est-à-

dire de ne pas conduire à des conséquences contradictoires.

Sans prétendre expliquer l'origine de ces nouveaux postulats, je me bornerai à fixer le sens de ceux qui éclairent l'astronomie moderne.

Equivalence de la masse et de l'énergie

Cette notion essentielle, soupçonnée par Gustave Le Bon, forme le couronnement des théories relativistes d'Einstein ; renversant toute barrière entre la Matière et l'Energie, elle les envisage comme deux aspects d'une seule et même substance, mais la matière est de l'énergie condensée, et l'énergie de la matière volatilisée. Cela ne veut pas dire que nous sachions passer, à volonté, de l'un de ces états à l'autre, mais il est des cas où nous sommes témoins de la

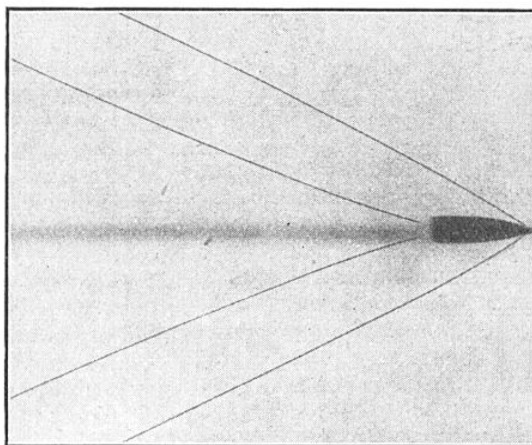
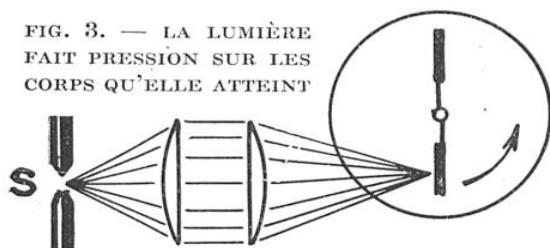


FIG. 2. — COMMENT ON EXPLIQUAIT AUTREFOIS L'AUGMENTATION DE MASSE DES ÉLECTRONS, PAR ANALOGIE AVEC LE MOUVEMENT DES PROJECTILES

On admettait qu'à la masse propre de l'électron, il s'ajoutait une masse électromagnétique comparable au sillage d'un obus dans l'air.

FIG. 3. — LA LUMIÈRE FAIT PRESSION SUR LES CORPS QU'ELLE ATTEINT



La lumière produite par la source S et concentrée par un système de lentilles sur une des ailettes d'un radiomètre suffit à faire tourner ce radiomètre.

volatilisation de la matière : le rayonnement des corps incandescents en est un, et la radioactivité en est un autre ; peut-être, inversement, y a-t-il des régions de l'espace où la transformation inverse s'accomplit, le rayonnement se faisant matière, mais nous n'avons aucune preuve directe de la réalité de cette transmutation.

D'après la formule d'Einstein, 1 gramme d'une matière quelconque représente une quantité d'énergie mesurée, en ergs, par le carré de la vitesse de la lumière dans le vide, exprimée en centimètres, c'est-à-dire par 9 suivi de 20 zéros ! Ce nombre d'ergs équivaut lui-même à 9.280 milliards de kilogrammètres, c'est-à-dire que, dans 1 gramme de matière, il y a assez d'énergie pour soulever la Tour Eiffel, qui pèse 7.000 tonnes, à plus de 1.000 kilomètres de hauteur ; convertie en chaleur, cette énergie équivaut à celle que dégagerait la combustion de 3.000 tonnes de houille ; ces nombres nous donnent une idée des quantités fantastiques d'énergie qui existent, à l'état condensé, dans la matière.

Il résulte de là qu'un corps en mouvement a plus de masse, c'est-à-dire est plus lourd qu'à l'état de repos ; c'est le phénomène dont l'électron nous a, tout à l'heure, fourni l'illustration, mais il ne devient sensible que pour les vitesses qui avoisinent celle de la lumière. De même, un corps est plus lourd à chaud qu'à froid : en portant un morceau de fer de 0 à 1.000 degrés, on accroît son poids d'un cent-milliardième, accroissement inappréciable, bien entendu, pour les balances les plus sensibles.

De même encore, la chimie nous enseigne qu'en combinant 16 grammes d'oxygène avec 2 grammes d'hydrogène, on obtient 18 grammes d'eau ; en réalité, le poids d'eau formée est inférieur de 5 milliardièmes à celui que donne la loi de conservation de la masse, et le déficit représente l'énergie dégagée lors de la combinaison des éléments.

Bien entendu, tous ces résultats, indiqués

au titre d'illustration, ne comportent aucune vérification expérimentale ; en revanche, une conséquence du postulat d'Einstein a pu être soumise au contrôle de l'expérience : c'est la déviation de la lumière par la gravitation. L'énergie transportée par un rayon lumineux ayant une certaine masse, doit être soumise à l'influence attractive des astres : si on observe, à l'occasion d'une éclipse totale de Soleil qui allume le firmament, le rayon venu d'une étoile *E* (fig. 4) en rasant le bord du disque obscurci *S*, ce rayon sera infléchi et l'étoile, observée de la Terre en *E*, semblera se trouver dans sa direction prolongée *E'* : la déviation calculée par Einstein n'est que d'une seconde trois quarts, elle est donc très faible et à la limite des grandeurs mesurables ; néanmoins, l'effet prévu a pu être constaté sans ambiguïté, et le principe d'équivalence de la masse et de l'énergie a reçu, par là, une éclatante confirmation.

Equipartition de l'énergie

Ce principe est tout à fait indépendant des doctrines relativistes ; énoncé par l'Anglais Maxwell et par l'Autrichien Boltzmann, il constitue une des conséquences les plus fécondes de la théorie cinétique.

Mélangez 1 litre d'air à 0 degré avec 1 litre d'air à 100 degrés ; les molécules du gaz froid ont une vitesse moyenne de translation égale à 440 mètres par seconde ; pour le gaz chaud, la vitesse moyenne des molécules est de 514 mètres. Au bout de quelques secondes, toutes les vitesses se sont égalisées à 478 mètres ; en même temps, la température s'est uniformisée à 50 degrés dans toute la masse gazeuse.

Que s'est-il passé ? Dans les chocs incessants entre molécules, les molécules chaudes, plus rapides, ont frappé plus vivement les froides que celles-ci n'ont riposté ; les premières ont perdu de la vitesse, c'est-à-dire de l'énergie, les secondes en ont gagné et l'équilibre final s'est établi lorsque l'énergie moyenne a été la même pour tou-

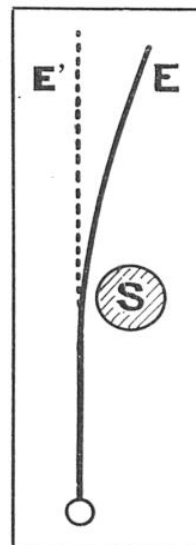


FIG. 4. — LA LUMIÈRE SUIT LES LOIS DE L'ATTRACTION UNIVERSELLE
En passant près d'un astre S (le soleil, par exemple), elle est déviée.

tes les molécules du mélange obtenu.

On observerait un résultat analogue en mélangeant deux gaz différents, l'hydrogène, par exemple, avec l'oxygène dont les molécules sont seize fois plus lourdes. Cette fois encore, les conflits moléculaires établiront promptement un état d'équilibre ; dans cet état final, la vitesse des molécules d'hydrogène est quadruple de celle des molécules d'oxygène (fig. 5) ; et si on fait alors le demi-produit de la masse par le carré de la vitesse, qui représente l'énergie cinétique, on constate qu'il est le même pour les molécules légères que pour les lourdes. L'énergie s'est donc partagée également entre les molécules en conflit ; et Maxwell, soumettant ce problème au calcul, a établi une formule qui permet d'évaluer le temps nécessaire pour que cette équipartition de l'énergie se réalise automatiquement.

Notons, d'ailleurs, qu'il n'est pas nécessaire, pour que cette répartition s'effectue, que les corps en présence se choquent effectivement ; il suffit qu'ils échangent de l'énergie et ceci peut se réaliser, à distance, soit par attraction newtonienne, soit par radiation : l'étoile chaude rayonne plus que l'étoile froide et perdra de l'énergie tandis que l'autre en gagnera ; de même, un astre en mouvement rapide pourra être retardé en passant au voisinage d'un autre dont il accélère la marche.

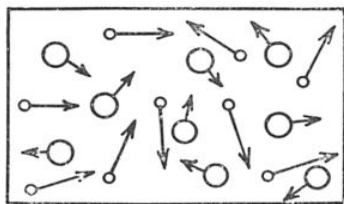


FIG. 5. — QU'EST-CE QUE L'ÉQUIPARTITION DE L'ÉNERGIE ?

L'énergie d'un mélange gazeux d'hydrogène et d'oxygène, par exemple, se répartit également, en moyenne, entre les molécules de ce mélange. Ainsi, les molécules d'hydrogène, seize fois plus légères que celles d'oxygène, ont des vitesses quatre fois plus grandes que ces dernières.

Effet Doppler-Fizeau et effet Einstein

L'effet Doppler-Fizeau, dont il a été déjà question dans cette revue (1), se manifeste par un changement de lon-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 153, page 194.

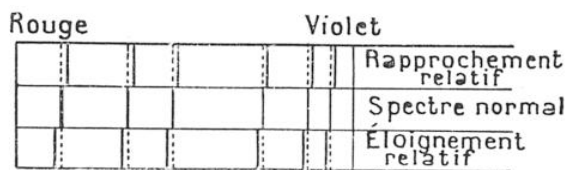


FIG. 6. — COMMENT SE MANIFESTE L'EFFET DOPPLER-FIZEAU SUR LE SPECTRE

Quand la source de lumière dont on projette le spectre sur un écran s'éloigne de cet écran, les raies de ce spectre se déplacent vers le rouge. Ils se déplacent vers le violet lorsque, au contraire, la source de lumière se rapproche de l'écran.

gueur d'onde de la lumière reçue d'une source, lorsque celle-ci s'éloigne ou se rapproche de l'observateur. Si, par exemple, le rapprochement se fait à la vitesse de 30 kilomètres par seconde, la longueur d'onde reçue sera diminuée d'un dix-millième de sa valeur, c'est-à-dire que les raies spectrales observées seront déplacées du côté du violet (fig. 6) ; elles seront, au contraire, déviées vers le rouge lorsque l'astre visé s'éloigne de l'observateur. Ces déplacements, mesurables grâce aux puissants moyens de l'analyse spectrale, permettent donc d'évaluer la vitesse « radiale » avec laquelle les divers astres s'éloignent ou se rapprochent de nous ; elles permettent aussi, comme nous le verrons plus tard, d'analyser les mouvements des étoiles doubles.

A cet effet, bien connu, se superpose l'effet Einstein qui dépend, non du mouvement relatif, mais de la masse de la source lumineuse ; cette action ralentit les vibrations lumineuses, en produisant un léger déplacement vers le rouge, d'autant plus sensible que l'étoile rayonnante est plus lourde ; elle sera donc plus marquée pour une étoile géante, comme Antares, que pour un astre de masse moyenne, comme notre Soleil.

Il reste maintenant, pour achever cette brève revue, à montrer comment se sont modifiées, sous la poussée des doctrines relativistes, les notions intuitives sur l'espace, le temps, le mouvement et la gravité. Ce sera l'objet d'un prochain article.

L. HOULLEVIGUE.

LA LAMPE DE T. S. F. VIENT D'AVOIR TRENTE ANS

COMMENT A ÉVOLUÉ LA LAMPE DE T. S. F. DEPUIS SON INVENTION

Par C. VINOGRADOW

INGÉNIEUR RADIO E. S. E.

Nous avons exposé récemment (1) comment l'évolution de la technique radioélectrique avait abouti à la création du récepteur vraiment musical. Mais l'âme de tout appareil de T. S. F. est évidemment la lampe à trois électrodes. Depuis le premier modèle inventé par l'Américain Lee de Forest, que l'on utilisait alors pour assurer toutes les fonctions (amplification haute fréquence, détection, amplification basse fréquence), que de progrès accomplis ! Aujourd'hui, les termes de lampes à plusieurs grilles, de lampes à chauffage indirect, de lampes à écrans, de lampes à pente variable, sont cités constamment dans tous les catalogues et peu nombreux sont ceux qui pourraient en donner une définition précise. Il nous a donc paru opportun d'exposer dans une étude synthétique le fonctionnement et les caractéristiques de ces divers types de lampes, en expliquant pourquoi et comment ils ont été conçus, le rôle bien défini dévolu à chacun d'eux pour donner à l'ensemble du récepteur moderne les qualités de sensibilité, de sélectivité, de fidélité et de puissance que l'on se plaît à lui reconnaître aujourd'hui.

Au fur et à mesure du développement de la technique radioélectrique, il est rapidement apparu que le fonctionnement des appareils pouvait être considérablement amélioré en remplaçant la vieille lampe universelle, « moyenne », partout, et nulle part « excellente », par des lampes plus appropriées à chacune des fonctions qu'elles doivent remplir dans l'appareil récepteur. Ainsi sont nées les lampes « amplificatrices haute fréquence », « détectrices », « amplificatrices de basse fréquence », « lampes de puissance » et les « valves ».

Dans ce domaine, le progrès réalisé est immense. Laissant volontairement de côté les lampes désuètes ou celles qui n'ont pas encore fait leurs preuves, nous présentons ici les divers types utilisés aujourd'hui, en mettant en évidence les progrès que nous leur devons en ce qui concerne les qualités des postes récepteurs.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 189, page 243.

Rappelons le fonctionnement de la lampe de T. S. F. (1)

En principe, une lampe de T. S. F. comporte, on le sait, les trois organes suivants :

la cathode ou filament, placée au centre de l'ampoule ; à une certaine distance de cette dernière, une plaque métallique ou anode ; enfin, entre la cathode et l'anode, une grille métallique plus ou moins serrée (fig. 1).

La plaque est chargée positivement, par rapport à la cathode ou filament. Chauffé au rouge plus ou moins sombre, ce dernier émet des élec-

trons qui se précipitent vers la plaque et créent un courant dans le conducteur reliant la plaque au « plus » de la source de haute tension. En donnant à la grille un potentiel légèrement négatif ou positif par rapport au filament, on peut « contrôler » le courant-plaque et même l'arrêter tout à fait si le po-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 125, page 361.

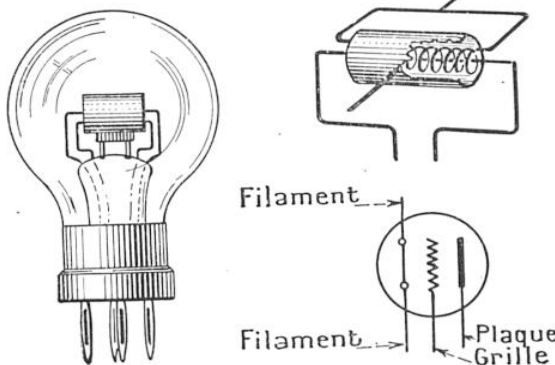


FIG. 1. — SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA LAMPE DE T. S. F. A TROIS ÉLECTRODES

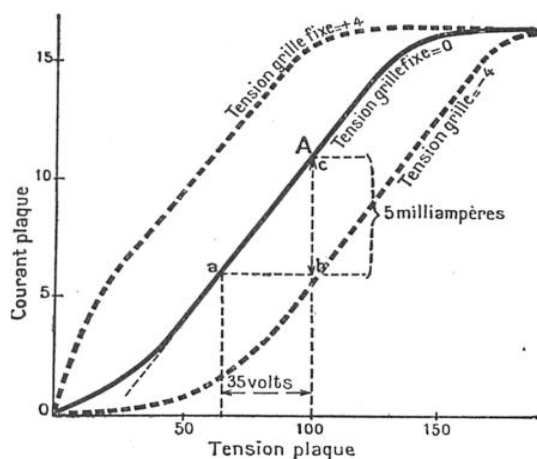


FIG. 2. — CARACTÉRISTIQUE DE PLAQUE D'UNE LAMPE A TROIS ÉLECTRODES

La caractéristique de plaque A est la courbe donnant les variations du courant-plaque en fonction de la tension-plaque. On voit que cette courbe se modifie lorsqu'on fait varier la tension de la grille. On remarque notamment que le courant-plaque s'accroît de $bc = 5$ milliampères pour une augmentation $ab = 35$ volts de la tension-plaque. Le quotient $35 : 5 = 7$ représente la résistance interne ρ de la lampe.

tentiel de la grille est suffisamment négatif.

Donnons à la grille une tension fixe quelconque et faisons varier la tension-plaque. Nous voyons (courbe A, fig. 2) que, plus la tension-plaque augmente, plus le courant-plaque est élevé. Mais ce courant n'est pas toujours proportionnel à la tension et notre courbe possède trois régions bien distinctes : pour les faibles valeurs de la tension appliquées à la plaque, une partie des électrons n'atteint pas celle-ci et le courant augmente lentement ; pour les valeurs moyennes de la tension-plaque, l'augmentation du courant est sensiblement proportionnelle à la tension, et, enfin, pour une tension supérieure à une certaine limite, le courant n'augmente plus, car à ce moment tous les électrons que le filament peut émettre sont déjà attirés par la plaque. Ainsi, dans la partie droite de la caractéristique, à chaque augmentation de la tension-plaque correspond une augmentation proportionnelle du courant. Le rapport de ces deux accroissements, évidemment constant, pour toute la partie rectiligne, est appelé la *résistance interne* de la lampe. C'est un des coefficients fondamentaux du fonctionnement de la lampe. Il est désigné habituellement par la lettre grecque ρ (R_o).

Laissons maintenant fixe le potentiel-

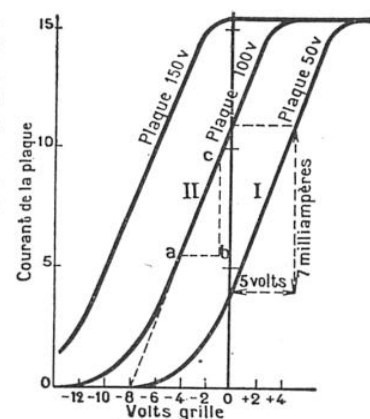
plaque et faisons varier la tension de la grille. Le courant-plaque augmente (courbe I fig. 3) au fur et à mesure que la grille devient de plus en plus positive. Enfin, à partir d'une valeur déterminée de la tension-grille, le courant se stabilise et n'augmente plus. La courbe possède d'ailleurs une partie rectiligne indiquant que, pour certaines valeurs de la tension-grille, l'augmentation du courant-plaque est proportionnelle à l'augmentation de la tension-grille.

Les courbes analogues peuvent être tracées pour d'autres tensions de la plaque. On voit, ce qui d'ailleurs est bien compréhensible, que l'augmentation de la tension-plaque fait augmenter le courant-plaque et déplace toute la courbe vers la gauche.

Étudions les courbes I et II tracées pour des tensions-plaques de 50 et 100 volts (fig. 3). Nous voyons qu'une augmentation de la tension-plaque de 50 volts (de 50 à 100 volts) augmente le courant-plaque de 7 milliampères. Mais nous voyons également qu'on peut aussi augmenter le courant-plaque des mêmes 7 milliampères, tout simplement en augmentant la tension de la grille de 5 volts seulement. Donc, les petites variations du potentiel grille produisent, sur le courant-plaque, le même effet que les grandes variations du potentiel de la plaque elle-même. En somme, si nous faisons varier de quelques volts le potentiel-grille, le courant-plaque variera comme si nous avions donné une variation K fois plus grande à la tension-plaque. Le coefficient K est appelé

FIG. 3. — CARACTÉRISTIQUE DE GRILLE DE LA LAMPE A TROIS ÉLECTRODES

C'est la courbe donnant les variations du courant-plaque en fonction du potentiel de grille. Ces courbes se déplacent vers la gauche si la tension-plaque augmente. On remarque, notamment, que si l'augmentation de



50 volts de la tension-plaque accroît le courant plaque de 7 milliampères, une simple augmentation de 5 volts de la tension grille produit le même accroissement de 7 milliampères du courant plaque. Le rapport des augmentations de la tension plaque et de la tension de grille donnant le même accroissement de courant plaque s'appelle le coefficient d'amplification K de la lampe.

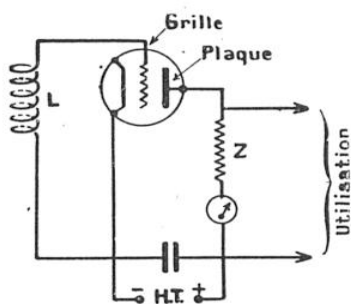


FIG. 4. — MONTAGE D'UNE LAMPE A TROIS ÉLECTRODES

En passant à travers la résistance ou l'impédance Z , le courant-plaque crée une chute de tension qui est utilisée pour l'amplification ultérieure.

coefficient d'amplification en volts. Si on veut obtenir le coefficient d'amplification en ampères, il suffit de diviser le coefficient en volts K par la résistance interne de la lampe.

Quand nous avons augmenté la tension-grille de 5 volts, le courant-plaque a augmenté de 7 milliampères, autrement dit de 1,4 milliampère par volt d'augmentation de

tension-grille. Ce chiffre caractérise l'inclinaison, la pente, de la courbe caractéristique, ce qui, d'ailleurs, est évident en étudiant le petit triangle abc de la figure 3. La pente de la caractéristique est désignée ordinairement par la lettre S et est également un des trois coefficients fondamentaux du fonctionnement de la lampe.

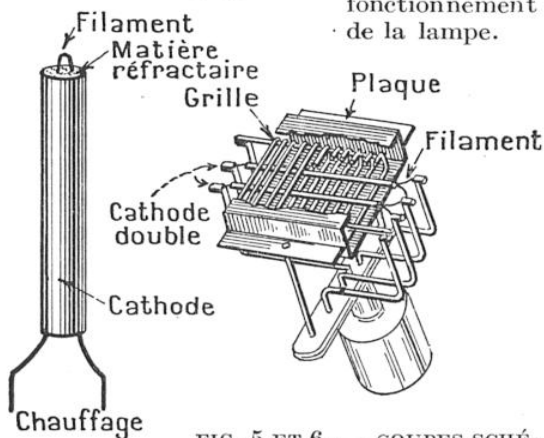
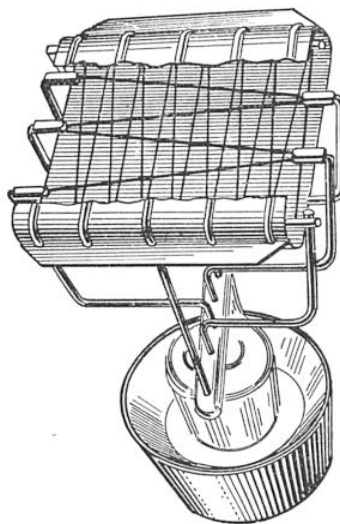


FIG. 5 ET 6. — COUPES SCHÉMATIQUES D'UNE LAMPE A CHAUFFAGE DIRECT ET D'UNE LAMPE A CHAUFFAGE INDIRECT

Voici maintenant l'importance de ces trois facteurs importants. Le coefficient d'amplification en volts K détermine le pouvoir amplificateur de la lampe, dans le cas où la résistance extérieure du circuit-plaque est très élevée. La résistance interne ρ et la pente S déterminent le pouvoir amplificateur de la lampe débitant une certaine puissance.

En effet, la lampe ne travaille jamais à vide et, dans son circuit-plaque se trouve toujours une résistance ou impédance Z (fig. 4) sous forme d'un enroulement de transfor-

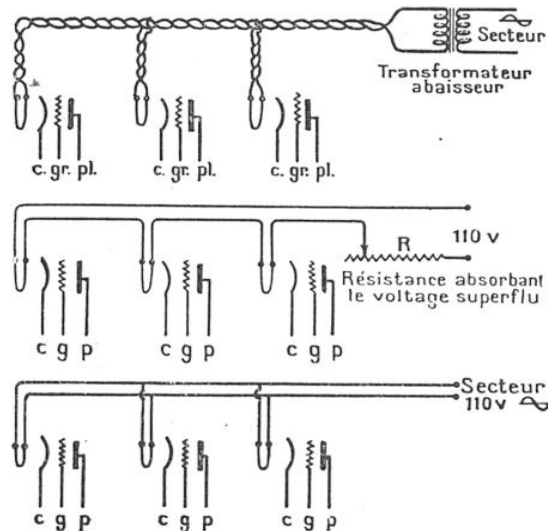


FIG. 7. — SYSTÈMES DE CHAUFFAGE INDIRECT SUR COURANT CONTINU OU ALTERNATIF

En haut : chauffage à basse tension par courant alternatif ; au centre : chauffage à basse tension par courant continu ; en bas : chauffage sur le secteur 110 volts alternatif. Dans le premier cas, la présence d'un transformateur est nécessaire ; dans le second, il faut dissiper l'excès de tension dans une résistance. Le rendement est meilleur dans le troisième cas (lampes chauffées par le secteur à 110 volts, continu ou alternatif).

mateur ou d'un circuit quelconque. Le courant-plaque, en passant à travers cette impédance, créera, à ses bornes, une chute de tension V . C'est justement cette chute de tension qui sera utilisée pour l'amplification ultérieure et qui déterminera le rendement de la lampe. La valeur de cette chute de tension, dont dépend en définitive l'amplification, est proportionnelle à la pente S .

En dehors de ces trois facteurs, une autre particularité de la caractéristique joue aussi un rôle très important dans le fonctionnement de la lampe : c'est la position de la partie rectiligne ab de la caractéristique par rapport au potentiel zéro de la grille, ainsi

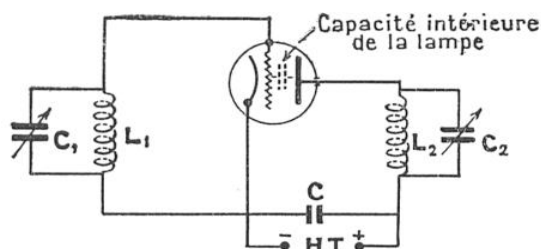


FIG. 8. — SCHÉMA DE MONTAGE D'UNE LAMPE A TROIS ÉLECTRODES UTILISÉE EN AMPLIFICATRICE HAUTE FRÉQUENCE

La capacité interne de la lampe permet au circuit $L_2 C_2$ de réagir sur le circuit $L_1 C_1$ et produit ainsi des oscillations entretenues qui peuvent être nuisibles à une bonne réception.

que nous le verrons d'ailleurs plus loin.

Avant de passer à l'examen des divers types de lampes mis au point pendant les dernières années, notons qu'actuellement presque toutes les lampes utilisent les cathodes chauffées indirectement. La cathode ne se présente plus sous la forme d'un filament chauffé directement par le courant mais sous celle d'un petit cylindre métallique (fig. 6) recouvert, à l'intérieur, d'une matière ignifuge et isolante et contenant le filament de chauffage proprement dit, qui, d'ailleurs, n'intervient pas dans le fonctionnement de la lampe. Son rôle se résume tout simplement au chauffage du cylindre et c'est ce dernier qui est chargé de l'émission électronique. Le circuit de chauffage n'étant, en aucune façon, en contact avec les circuits de la lampe, on peut utiliser le courant alternatif brut sans aucun inconvénient. Un simple transformateur-abaisseur (fig. 7) amène la tension du réseau à la tension utilisée par l'élément chauffant. Les lampes européennes à chauffage indirect utilisent la tension de 4 volts, les lampes américaines de 2,5. Tout récemment, viennent de paraître de nouvelles lampes dont l'élément chauffant utilise directement la tension 110 volts du secteur. L'avantage est indiscutable car, non seulement elles suppriment la nécessité d'avoir un transformateur-abaisseur, mais elles permettent d'utiliser les mêmes lampes pour les secteurs continu ou alternatif. En effet, avant l'apparition de ces lampes, dans le cas d'un secteur continu, on devait avoir recours à des lampes montées en série, soit que l'on utilisât les lampes ordinaires chauffées sous 4 volts avec une résistance, soit que l'on eût recours à des lampes spéciales chauffées sous 20 volts. L'obligation de mettre des lampes en série

compliquait évidemment l'étude et la mise au point d'un poste.

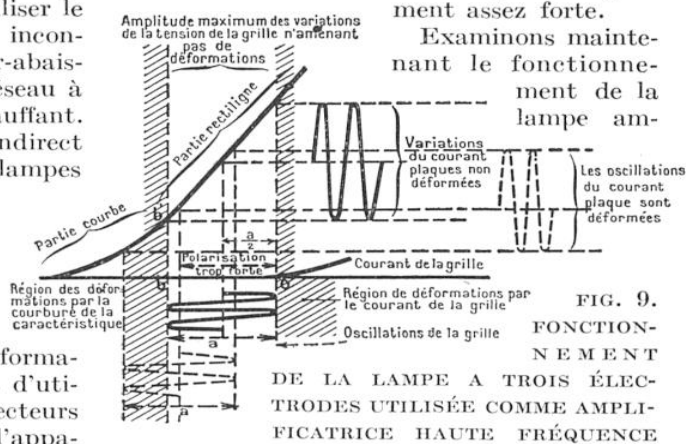
Passons, maintenant, à l'examen des exigences que le récepteur moderne pose aux lampes destinées aux divers usages, et notons, chaque fois, quel est le type de lampe qui, étudié spécialement, convient le mieux au rôle qui lui est dévolu.

Les lampes amplificatrices de haute fréquence

Les courants provenant du collecteur d'ondes rencontrent tout d'abord les étages d'amplification de haute fréquence, généralement montés suivant le schéma de la figure 8.

Les oscillations incidentes créent aux bornes de la self L_1 une différence de potentiel alternative. Cette dernière est transmise à la grille de la lampe H. F., possédant, dans son circuit-plaque, un circuit $L_2 C_2$ accordé exactement sur la fréquence des oscillations incidentes. Comme, pour l'accord exact, la résistance du circuit $L_2 C_2$ est très élevée, on peut considérer que c'est le coefficient d'amplification en volts K , qui détermine l'amplification effective de la lampe haute fréquence. Notre but étant, évidemment, la réalisation d'une amplification maximum, il est donc nécessaire, pour la lampe H. F., que ce facteur K soit le plus élevé possible. De plus, la lampe étant montée en parallèle sur le circuit oscillant $L_2 C_2$, il est nécessaire, pour éviter l'amortissement de ce circuit, que la résistance interne de la lampe soit également assez forte.

Examinons maintenant le fonctionnement de la lampe am-



Pour qu'il n'y ait pas de déformation, il faut que le potentiel variable de grille reste dans des limites correspondant à la partie rectiligne de la caractéristique. Dans le cas contraire, les oscillations du courant-plaque ne sont plus symétriques. La polarisation négative de la grille doit donc être égale à la moitié de la tension maximum correspondant au début de la partie courbe de la caractéristique.

Coefficient d'amplification..	K	Aussi élevé que possible.
Résistance interne.....	ρ	Pas trop faible.
La pente.....	S	Moyenne.
Polarisation de grille.....		Insignifiant.
Courant-plaque	I_p	Très faible.

TABLEAU 1. — LES QUALITÉS QUE L'ON DOIT EXIGER D'UNE LAMPE UTILISÉE POUR LA HAUTE FRÉQUENCE

plificatrice (fig. 9). Les oscillations de la tension-grille (a) sont reproduites par les oscillations du courant de la plaque. Pour que cette reproduction soit exempte de toutes déformations, il est nécessaire : premièrement, que l'amplitude des oscillations du potentiel de la grille ne dépasse pas la partie rectiligne de la caractéristique, et, ensuite, que la grille ne devienne jamais positive pendant les oscillations. En effet, dans ce cas, la grille capterait une partie des électrons et les alternances positives du courant cathode-plaque seraient déformées. Ainsi, pendant ces oscillations, le potentiel-grille ne doit jamais dépasser, d'un côté, la ligne du zéro, et, de l'autre, la ligne bb .

La valeur maximum permise pour les variations du potentiel de la grille étant a , nous devons donc polariser négativement la grille de $\frac{a}{2}$ volts, pour que son potentiel se trouve vers le milieu de la plage disponible et pour que nous soyons certains que, même pour les amplitudes maxima d'oscillations, le potentiel de la grille ne pénètre ni à gauche, ni à droite dans les zones de déformations. La valeur optimum de la polarisation de la grille est indiquée par le constructeur pour chaque type de lampe. La valeur de l'oscillation maximum admissible sera évidemment le double de ce chiffre.

Dans le cas de la haute fréquence, l'amplitude des oscillations est excessivement faible et ne dépasse pas 0,5 volt en général. Donc, pour la lampe haute fréquence, nous ne devons exiger ni une polarisation de grille importante, ni un courant de plaque très élevé.

Nous résumons dans le tableau 1 les qualités que doit posséder une bonne lampe haute fréquence.

Plusieurs fabricants ont établi les lampes correspondant à ces deside-

rata. Il suffit de comparer les divers chiffres caractéristiques de deux lampes H. F. spéciales et de la vieille lampe universelle pour mesurer le progrès réalisé.

Malheureusement, les lampes à trois électrodes, même les mieux étudiées pour l'étage H. F., possèdent un très grand défaut rendant leur utilisation peu pratique. Ce défaut, c'est la capacité entre la plaque et la grille de la lampe qui, non seulement, shunte

l'espace grille-filament en offrant un chemin facile aux oscillations H. F., mais, également, introduit un couplage électrostatique entre la plaque et la grille, en provoquant la naissance d'oscillations entretenues.

La première tentative pour combattre l'effet de couplage, dû aux électrodes de la lampe, par la présence d'une grille supplémentaire a fait naître la lampe bigrille, représentée schématiquement par la figure 10. Dans cette lampe, une deuxième grille est placée entre la grille normale et la plaque. Le courant filament-plaque se dirigeant vers la haute tension se divise en deux parties : une passant normalement par la plaque et l'autre par la grille auxiliaire. Si la tension-plaque monte, le courant-plaque augmente et celui de la grille auxiliaire diminue. Par contre, toute diminution du courant-plaque est accompagnée par une augmentation du courant de la grille auxiliaire. C'est cette particularité de la lampe bigrille qui était

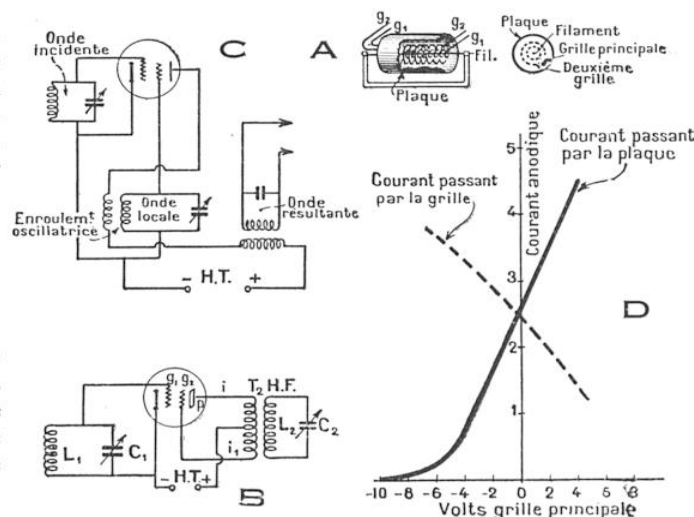


FIG. 10. — A, SCHÉMA D'UNE LAMPE BIGRILLE ; B, MONTAGE ÉQUILIBRÉ GENRE « TRISODYNE » ; C, MONTAGE EN CHANGEUSE DE FRÉQUENCE ; D, CARACTÉRISTIQUES DE LA BIGRILLE

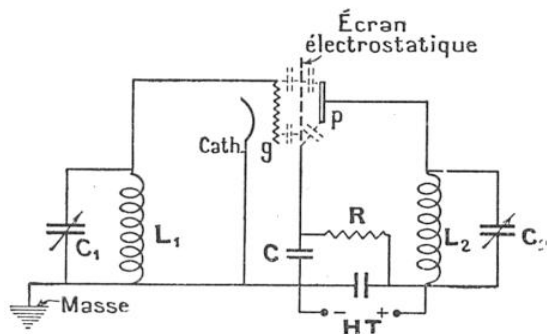


FIG. 11. — PRINCIPE DE LA LAMPE A ÉCRAN
L'écran, constitué par une grille, supprime toute action directe entre la plaque p et la grille g, en créant un champ électrostatique fixe entre les deux. Cette grille supplémentaire est reliée à la masse par une forte capacité C et, par la résistance R, au + de la haute tension.

utilisée, au moment de son apparition, dans les montages équilibrés genre « trisodyne », très en vogue il y a quelques années, mais presque complètement abandonnés actuellement (fig. 10 B).

Par contre, nous devons signaler l'utilisation de la lampe bigrille dans les montages à changement de fréquences, où on utilise la grille auxiliaire pour « mélanger » à l'onde incidente l'onde d'un petit oscillateur local (fig. 10 C). Dans les montages modernes, c'est une lampe spéciale qui joue le rôle de l'oscillateur local, mais le grand nombre des postes encore en service, et surtout les postes alimentés par les piles et accu, utilisent pour la production des oscillations locales la même lampe bigrille qui produit le « mélange » de deux ondes.

L'utilisation pour les étages haute fréquence de la lampe bigrille et l'amélioration progressive de cette dernière ont amené l'apparition d'une nouvelle lampe ayant également une grille supplémentaire et appelée « lampe à écran de grille ». Cette lampe possède, entre sa plaque et sa grille, une capacité tellement faible qu'elle rend complètement inutiles toutes les complications du montage. Possédant en plus d'autres qualités, la lampe à « écran-grille » est actuellement d'un emploi général et a presque supprimé l'usage, pour la haute fréquence, des lampes triodes ou bigrilles.

La lampe à écran possède, entre la grille et la plaque, une quatrième électrode se présentant sous la forme d'une grille très serrée et séparant, par une véritable cage de Faraday, la plaque de la grille principale. Le courant électronique passe librement à travers les orifices de la grille-écran, reliée

à une tension positive assez élevée et jouant le rôle de grille accélératrice, mais nulle action électrostatique ne peut plus se produire entre la plaque et la grille intérieure ou vice versa. Les caractéristiques de la lampe à écran sont remarquablement appropriées à son usage en amplificatrice H. F. Son coefficient d'amplification atteint des valeurs dépassant de loin celui des meilleures lampes triodes. Dans certaines lampes à grille-écran, K est égal, ou même supérieur à 500 ou 1.000.

En effet, la lampe à écran peut être considérée, sous le rapport d'amplification, comme une lampe double. La première lampe est constituée par le filament, la première grille et l'écran comme anode, et la deuxième ayant la première grille comme cathode et la plaque véritable comme anode. Dans ce cas, le coefficient d'amplification total est sensiblement égal au produit des coefficients d'amplification des deux lampes élémentaires.

Nous donnons, au tableau 3, les caractéristiques de quelques lampes modernes à écran.

Actuellement, sur le marché, existent deux sortes de lampes à écran (voir le tableau 2, où figurent des lampes à

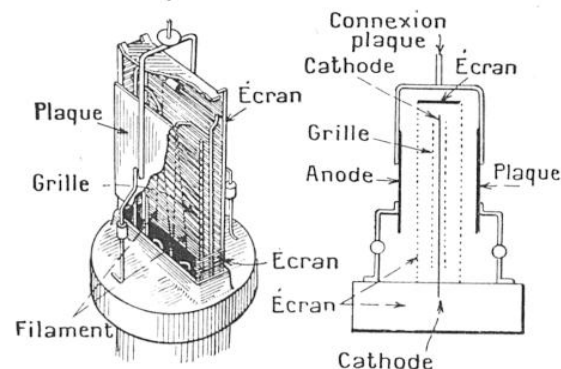
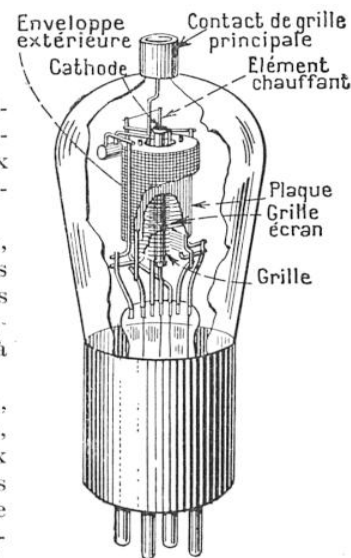


FIG. 12 ET 13. — TYPES DE LAMPES A ÉCRAN DE GRILLE

La grille écran est reliée à la borne supérieure de la lampe et au « plus » de la haute tension.

forte pente et à pente faible). Les premières sont utilisées pour l'étage d'amplification unique haute fréquence, et les dernières pour les montages utilisant plusieurs étages de haute fréquence ou de moyenne fréquence, qui leur font suite. Malheureusement, la polarisation de la grille des lampes à écran est très faible et l'usage de plusieurs étages, équipés avec des lampes à écran à forte pente, ou même, tout simplement, l'usage d'une unique lampe à écran, dans le voisinage des stations puissantes, introduit des déformations de plus en plus considérables dès que l'amplitude d'oscillations de la grille de contrôle dépasse 0,4 ou même 0,3 volt, car la partie rectiligne de la caractéristique se trouve largement dépassée (fig. 14). Il faudrait donc pouvoir remplacer les lampes à forte pente par des lampes à pente moins accentuée, chaque fois que les émissions puissantes menacent de dépasser la partie rectiligne de la caractéristique. Les ingénieurs américains ont trouvé une solution très élégante de la question, sous la forme de la lampe à écran à pente variable.

Supposons, en effet, que *A* (fig. 14) représente la caractéristique de la lampe ordinaire. La pente au point de fonctionnement est donnée par le rapport de deux côtés du petit triangle *abc* : *ab* et est fonction de l'angle *ADO* formé par la tangente au point de fonctionnement et l'axe des abscisses. La pente étant constante dans la partie rectiligne, commencera à diminuer dès que le point de fonctionnement sortira de cette zone. En somme, toutes les lampes de T. S. F. sont des lampes à pente variable, car nous pouvons toujours faire varier cette dernière en changeant le potentiel de la polarisation

de la grille. Mais, avec les lampes ordinaires, cela ne présente aucun intérêt pratique, car, ne voulant pas travailler en dehors de la partie rectiligne de la caractéristique, nous introduirions des déformations intolérables. Mais supposons maintenant, comme c'est le cas justement dans les lampes à écran à

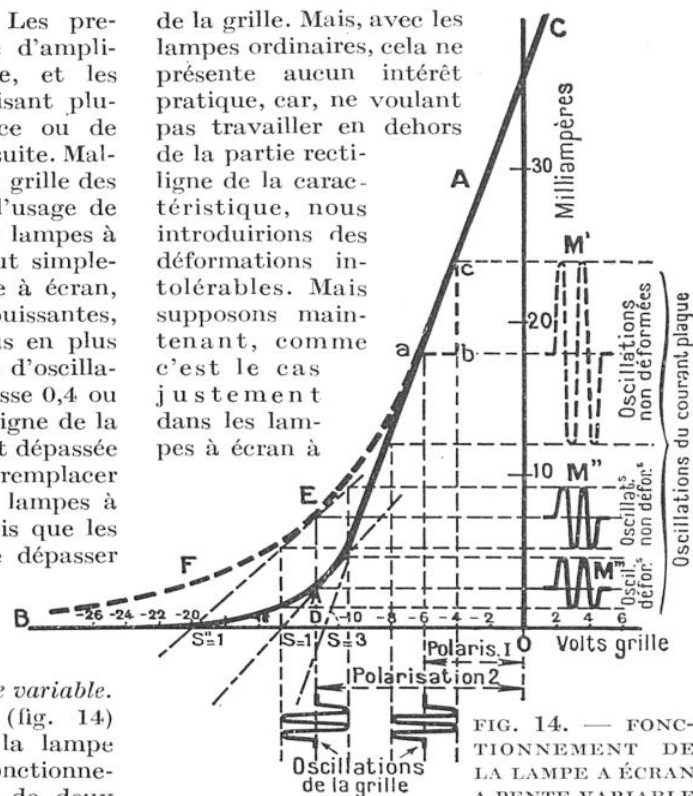


FIG. 14. — FONCTIONNEMENT DE LA LAMPE A ÉCRAN A PENTE VARIABLE

A, caractéristique ordinaire. La pente en un point est le rapport $\frac{b}{a}$, ou encore proportionnelle à l'angle *D* fait par la tangente en ce point et l'axe des abscisses. Cette pente diminue lorsque l'on arrive à la partie courbe. Dans la lampe à pente variable, la partie courbe *E F* est très arrondie, de sorte qu'aux environs d'un point cette courbe peut être considérée comme une droite et, par conséquent, n'introduit pas pratiquement de déformation dans le courant-plaque. Suivant les émissions à recevoir, on utilise, grâce à un dispositif spécial, la partie de la caractéristique qui convient le mieux à une bonne audition.

			Lampes européennes		Lampe américaine
			<i>a</i>	<i>b</i>	
Tension-plaque.....	Vp	Volts	200	70 à 150	250
Tension de l'écran...	Ve	Volts	80	60 à 90	150
Recul nég. de la grille.	Vg	Volts	1,5	1,5	—
Coefficient d'amplif..	K	—	1.120	200	450
Pente	S	Millis-volts	3,2	1	3
Résistance interne...	ρ	Ohms	350.000	200.000	150.000

TABLEAU 2. — CARACTÉRISTIQUES DES LAMPES A ÉCRAN DE GRILLE EUROPÉENNES ET AMÉRICAINES

Remarquer l'énorme coefficient d'amplification *K* et la grande résistance interne ρ de ces lampes modernes.

pente variable, que notre caractéristique ne se termine pas par un coude brusque, mais au contraire se prolonge par une partie *E F* très arrondie et se fondant imperceptiblement avec la partie droite : il est évident que, maintenant, nous pouvons faire varier notre pente sans introduire des déformations, car en chaque point, les courbes des branches ascendantes et descendantes seront pratiquement identiques et permet-

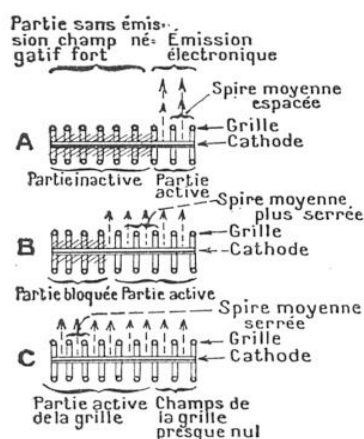


FIG. 15. — DISPOSITIF DE GRILLE ASSYMETRIQUE PERMETTANT D'UTILISER AUTOMATIQUEMENT LA PARTIE DE LA CARACTERISTIQUE (DROITE OU COURBE) CONVENANT LE MIEUX A L'AUDITION DESIRÉE

la caractéristique à inclinaison beaucoup moins prononcée.

Pratiquement, ce résultat est obtenu en utilisant une grille de commande asymétrique ayant, par exemple, des spires plus serrées d'un côté de la cathode que de l'autre (fig. 15).

On démontre, en effet, que la pente d'une lampe est d'autant plus forte que la grille de commande est plus serrée. Supposons que nous donnions à cette grille asymétrique une tension négative quelconque : il est évident que le champ négatif créé par cette dernière sera plus intense du côté des spires serrées que du côté où ces dernières seront espacées. Si la tension négative est assez élevée, le champ négatif de la grille bloquera l'émission électronique sur presque toute la longueur de la cathode, sauf sur la partie extrême se trouvant devant les spires distantes. A ce moment, l'action de la grille tout entière sera réduite au fonctionnement de sa partie lâche, et tout se passera comme si la lampe avait une grille peu serrée et une caractéristique de faible pente (A, fig. 15).

Mais, au fur et à mesure que la tension négative de la grille diminue, la partie de plus en plus grande de la cathode se trouve débloquée et la partie active de la grille augmente. Les spires de la grille étant plus serrées d'un côté que de l'autre, la dimension moyenne de la spire dans la partie active diminue, et il s'ensuit immédiatement une

tront la reproduction pratiquement analogue des deux moitiés de l'alternance.

L'emploi des lampes à écran (H. F. et M. F.) à pente variable permet donc de recevoir les postes lointains, en ajustant la pente à sa valeur maximum, et les émissions puissantes ayant une amplitude considérable, en étalant cette dernière sur une partie de

augmentation de la pente de la caractéristique (B, fig. 15).

Enfin, pour les tensions très faibles l'action des spires espacées sera presque nulle et, seules, les spires serrées contrôleront l'émission électronique et donneront à la caractéristique la pente très prononcée nécessaire pour l'amplification des signaux faibles provenant de stations à faible puissance ou lointaines (C, fig. 15).

L'utilisation des lampes à écran ne présente d'ailleurs aucune difficulté spéciale, sauf la nécessité de prévoir, dans le dispositif d'alimentation, la possibilité de fournir une tension fixe pour la grille-écran, et, dans le cas de la lampe à pente variable, une tension variable pour la grille de commande au moyen d'un potentiomètre. La figure 16 donne le schéma classique d'alimentation d'une lampe à pente variable à chauffage indirect.

Les lampes à écran et les lampes à pente variable constituent actuellement le dernier mot du progrès radiotechnique dans le domaine de l'amplification haute et moyenne fréquence. Introduites dans la pratique depuis déjà un certain temps, elles possèdent aujourd'hui une technique sûre, donnent des résultats remarquables et permettent de transmettre à la lampe détectrice des signaux exempts de toute déformation.

Les courants provenant de l'amplification haute fréquence sont symétriques et, par conséquent, ont une valeur moyenne nulle. Il faut donc les détecter, c'est-à-dire supprimer, ou atténuer, une partie des alternances.

On sait que la détection peut être réalisée soit en utilisant la courbure de la caractéristique du courant-plaque, soit celle de la caractéristique de grille. Examinons ces deux cas.

Lampe détectrice

On donne à la grille une tension négative suffisamment forte pour provoquer la déformation du courant-plaque par la courbure

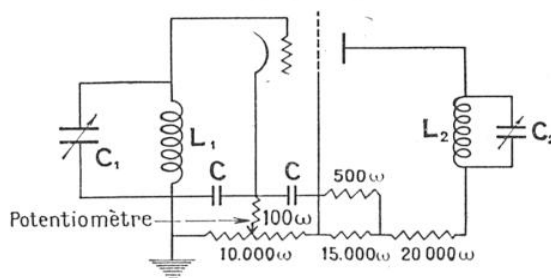


FIG. 16. — SCHÉMA CLASSIQUE DE MONTAGE D'UNE LAMPE A ÉCRAN A PENTE VARIABLE A CHAUFFAGE INDIRECT

inférieure de la caractéristique. Les demi-périodes positives font croître le courant-plaque plus que les demi-périodes négatives ne le font baisser (fig. 17). Le courant moyen de la plaque augmente donc proportionnellement à l'amplitude des oscillations H. F. de la grille — autrement dit, suit la modulation.

La lampe la mieux appropriée à ce travail devra avoir une polarisation de grille moyenne, car les oscillations à détecter ne sont jamais très fortes. Comme elle ne travaille pas en amplificatrice de voltage pur, elle doit avoir une pente très prononcée, car l'amplification en ampères est proportionnelle à cette dernière. Sa résistance intérieure doit être appropriée à la résistance de son circuit-plaque ; elle doit être moyenne pour les montages utilisant les transformateurs B. F., et assez élevée pour les appareils qui emploient les couplages par résistances et capacités.

Mais la détection, c'est-à-dire un certain redressement des courants haute fréquence, peut être réalisée d'une autre manière.

Dans le cas de la détection par courbure de la caractéristique de la grille, c'est le potentiel de la grille qui varie suivant l'amplitude du courant haute fréquence, et ces variations sont ensuite amplifiées dans le circuit-plaque comme dans une lampe amplificatrice (fig. 18). Il s'en suit que la lampe doit avoir, comme dans le cas précédent, une pente la plus grande possible.

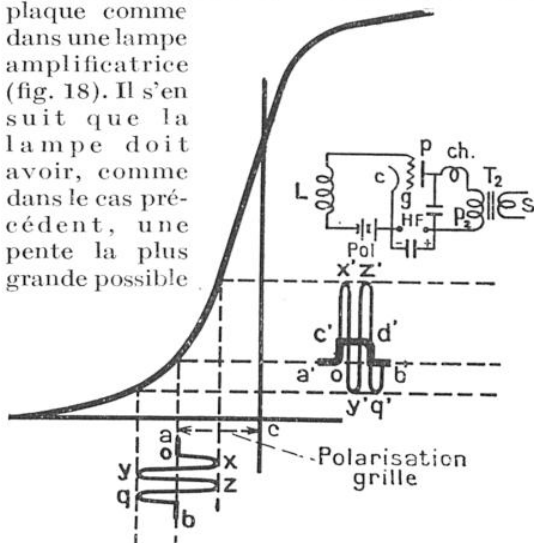
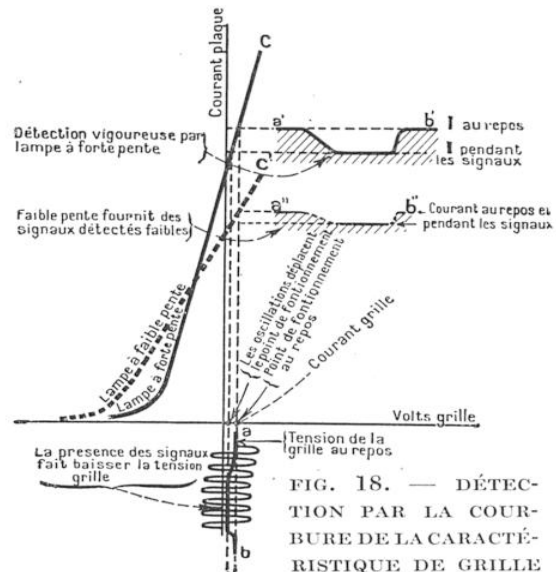


FIG. 17. — DÉTECTION PAR LA COURBURE DE LA CARACTÉRISTIQUE DE PLAQUE

Pendant l'arrivée d'un signal ab , la tension grille varie suivant une courbe symétrique $axyzb$. Mais, comme nous nous trouvons dans la zone de la partie courbe de la caractéristique, le courant plaque $a'x'y'z'q'b'$ est déformé et n'est plus symétrique. Sa valeur moyenne n'est plus nulle et, au signal ab correspond un courant de plaque moyen de $a'c'd'b'$.



L'arrivée du signal ab fait varier le potentiel de grille. On voit que le courant-plaque moyen qui résulte de la détection est d'autant plus intense que la pente de la caractéristique est plus forte.

et une résistance appropriée au circuit d'utilisation. Mais la grille de la lampe oscillant, dans ce cas, toujours près du potentiel zéro, il faut que la partie rectiligne de la caractéristique soit assez longue pour que sa partie courbe supérieure soit loin du potentiel zéro. Cela équivaut à dire que la lampe doit avoir un courant de saturation assez élevé. On voit (fig. 18) que le courant-plaque détecté croît avec la pente de la caractéristique.

Malheureusement, ni la détection-plaque, ni la détection-grille ne sont parfaites et les variations du courant dans le circuit-plaque ne sont pas l'image impeccable des variations de l'amplitude du courant haute fréquence arrivant à la grille de la lampe détectrice. La solution qui semble s'imposer de plus en plus est celle utilisant, pour la détection, des lampes à deux électrodes, travaillant comme simples redresseuses de courant. Ce système perd évidemment, de ce fait, l'amplification fournie actuellement par les lampes détectrices, mais gagne en pureté et fidélité de la reproduction. D'ailleurs, pour compenser ce manque d'amplification, on voit maintenant apparaître sur le marché des lampes doubles diode-triode contenant, dans la même ampoule, d'un côté, la grille du diode et, de l'autre côté, la grille amplificatrice et la plaque de la lampe triode. Le même filament sert, d'ailleurs, comme cathode pour les deux lampes. La figure 19 donne le schéma d'utilisation de cette lampe.

	Dét. résistance	Dét. grille	Dét. plaque
Voltage plaque.....	200	200	150
Résistance interne.....	27.000	7.000	8.000
Coefficient d'amplification..	40	25	24
Pente	1,5	3,5	3
Voltage grille.....	—	—	2,3
Intensité plaque.....	1,5	8	3,5

TABLEAU 3. - CARACTÉRISTIQUES DE LAMPES DÉTECTRICES

Voici enfin les lampes amplificatrices de basse fréquence

L'amplitude des oscillations de basse fréquence que nous trouvons après la détection, soit au secondaire du transformateur B. F., soit aux bornes de la résistance branchée dans le circuit-plaque de la lampe détectrice, peut mesurer quelques dizaines de volts. Dans les postes modernes, on transmet ces oscillations directement à la grille de la dernière lampe, dite lampe de puissance. Quelles conditions doit remplir cette dernière ?

Tout d'abord, la polarisation de la grille doit être considérable pour permettre l'amplification sans distorsion, due au courant-grille, des oscillations électriques de grande amplitude.

Cette polarisation de la grille doit correspondre à un point de fonctionnement sensiblement au milieu de la partie rectiligne de la caractéristique. Donc, il faut que la caractéristique elle-même soit très à gauche, ce qui ne peut être réalisé que pour des tensions-plaque assez élevées, ainsi que nous l'avons exposé plus haut. Ensuite, la lampe devant donner une amplification considérable en ampères, il faut que la pente de la caractéristique de la lampe soit aussi élevée que possible (fig. 20). Ces deux conditions permettent d'obtenir un courant-plaque considérable. La plaque de la lampe étant appelée à dissiper une puissance considérable, les dimensions des organes de la lampe doivent être également plus grandes que pour les lampes amplificatrices ou détectrices.

En se reportant aux courbes de la figure 20, on peut mesurer les progrès accomplis dans cette technique par rapport à une lampe de 1923, dont les constructeurs disaient, cependant, qu'elle donnait une « reproduction puissante, pure et sans déformation ».

Mais ce n'est pas tout encore, et il faut citer ici la lampe de puissance à trois grilles, dite « penthode », qui présente de réels avantages sur la lampe de puissance à trois électrodes. Voici pourquoi la lampe à trois électrodes possède le grave défaut de ne pas conserver, pendant le « travail », la pente élevée de sa caractéristique statique et de travailler en réalité sur une courbe caractéristique beaucoup plus couchée.

Supposons, en effet, que notre lampe soit montée suivant le schéma normal (fig. 21) et que, dans le circuit de la plaque, soit inséré le primaire du transformateur B. F. ou le haut-parleur ayant une impédance Z .

Quand, sous l'influence d'une oscillation, le potentiel de la grille croît, le courant-plaque croît également. Mais l'augmentation de celui-ci produit naturellement une chute de tension dans l'impédance Z et cette chute de tension abaisse, de ce fait, la tension de la plaque. Or, nous avons montré plus haut que toute baisse de tension-plaque produit une diminution de courant-plaque, suivant la caractéristique fondamentale de la lampe triode donnée par la figure 2.

Autrement dit, si l'augmentation de la tension-grille produit bien un accroissement du courant-plaque, suivant la caractéristique statique de la figure 22, cette augmentation n'atteindra jamais sa valeur théorique, car la chute simultanée de tension de la plaque produit en même temps une baisse de courant-plaque qui se soustraira de l'augmentation. Le phénomène inverse se produit évidemment pour une variation contraire de la tension-grille.

Donc, en réalité, tout se passe comme si la lampe finale avait une caractéristique plus couchée, c'est-à-dire une pente beaucoup plus faible. Si on se rappelle que le rende-

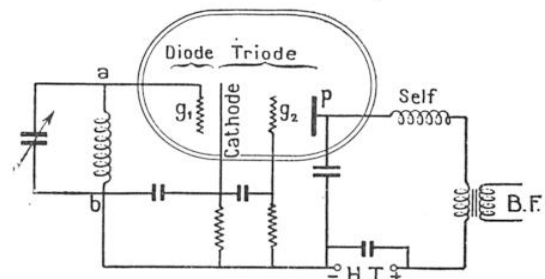


FIG. 19. — SCHÉMA D'UTILISATION D'UNE LAMPE DÉTECTRICE DIODE-TRIODE

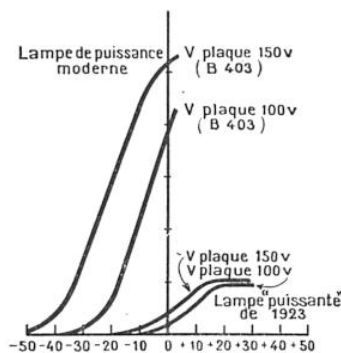


FIG. 20. — LES CARACTÉRISTIQUES CI-DESSUS DE LAMPES DE PUISSANCE MONTRENT LES PROGRÈS ACCOMPLIS DEPUIS DIX ANS (1923)

pour les fréquences élevées, la chute de tension de la plaque est plus grande et, par conséquent, la diminution du rendement également plus grande. On exprime couramment ce phénomène en disant que la lampe triode favorise les notes graves. La figure 23 montre, à côté de la caractéristique statique *ABC*, la caractéristique réelle relevée sur la lampe en fonctionnement. On voit que la pente n'est que de 0,6, tandis qu'elle était de 1,8 au repos.

Pour éviter cet inconvénient, il faudrait disposer d'une lampe dont le courant-plaque ne varie pas avec la diminution de la tension-plaque. C'est à ce but que répond la lampe penthode ou lampe trigrid, dont la caractéristique est tracée en *OB B'* sur la figure 22.

On voit (fig. 24) que, près du filament de cette lampe, est disposée la première grille, ou grille de commande, entourée par la deuxième grille, ou grille-écran, dont nous avons déjà parlé. Enfin, une troisième grille est située entre la grille-écran et la plaque de

ment de la lampe de puissance est proportionnelle à la pente, on comprend immédiatement la gravité de ce fait. Non seulement, le rendement de la lampe est ainsi diminué, mais encore cette diminution du rendement est plus forte pour les notes aiguës que pour les notes graves. En effet, l'impédance *Z* étant plus forte

la lampe. Cette troisième grille est réunie au filament de la lampe à l'extérieur de l'ampoule et ne possède aucune connexion extérieure, tandis que la grille-écran aboutit, suivant le type, soit à une borne latérale, soit au pied central du culot.

Le fonctionnement de la lampe, et surtout l'explication de la forme de la caractéristique (*OB B'*, fig. 24) du courant-plaque est très simple. La grille-écran étant constamment reliée au « plus » de la source à haute tension, tant que la tension-plaque est nulle, tout se passe comme si la lampe était une simple lampe triode, la deuxième grille jouant le rôle de l'anode. Les électrons émis par la cathode et attirés par la grille-écran retourneront vers le pôle positif de la haute tension. Mais si la plaque devient positive, elle attire vers elle tous les électrons venant à la grille-écran. A ce moment, une augmen-

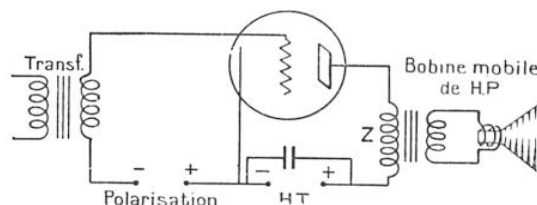


FIG. 21. — MONTAGE CLASSIQUE D'UNE LAMPE AMPLIFICATRICE FINALE

tation ultérieure de la tension-plaque ne fera pas croître le courant-plaque, car celle-ci ne peut pas attirer les électrons, directement du filament et doit se contenter de capter ceux qui arrivent à la grille-écran sous l'influence de son champ et de la tension de la grille de commande. Il est évident que toute augmentation de la tension de la grille accroît le flot d'électrons se précipitant vers l'écran. Ces électrons sont, à leur tour, attirés par la plaque et produisent une augmentation du courant de cette dernière. Sous

l'influence de ce courant et de l'impédance *Z*, la tension de plaque baisse, mais cela ne change en rien le courant-plaque, car cette tension reste encore largement suffisante pour attirer tous les électrons de l'écran.

Quant à la troisième grille, placée entre la grille-écran et la plaque, elle sert uniquement à empêcher qu'un courant inverse ne s'établisse entre la plaque et la grille-écran. En effet, sous l'influence du bombardement cathodique, la plaque peut émettre des électrons secondaires ;

		P 415	ML 4	F 10	DW 802
Volt plaque	Vp	150	200	200	250
Courant-plaque.....	Ip				
Tension-plaque.....		165	10	15	25
K		5	12	18	8
S		2,4	4,2	5,5	4
ρ		2.000	2.900	1.800	2.000

TABEAU 4. — CARACTÉRISTIQUES DE QUELQUES LAMPES DE PUISSANCE MODERNES

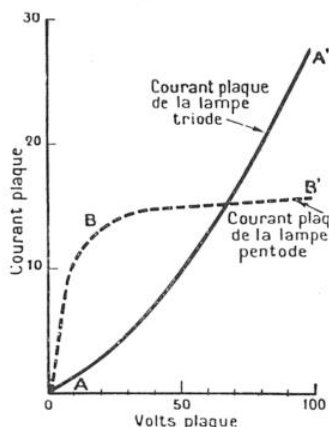


FIG. 22. — CARACTÉRISTIQUES DE PLAQUE D'UNE LAMPE TRIODE ET D'UNE LAMPE PENTHODE

ristiques de quelques lampes trigrilles et nous permet de juger de leur grande efficacité comme amplificatrices basse fréquence.

sans la troisième grille, ces électrons pourraient se précipiter vers l'écran, toujours positif, aux moments où, sous l'influence des oscillations, le potentiel de la plaque se trouverait momentanément inférieur à celui de l'écran.

Le tableau 5 donne les valeurs caracté-

On voit combien la technique de la lampe de T. S. F. a évolué considérablement depuis la première lampe de Lee de Forest. Evidemment, cette évolution s'accompagne de complications dans la construction même de la lampe. Toutefois, si ces complications ont imposé au fabricant des études minutieuses et un outillage nouveau, si elles se traduisent pour l'utilisateur par un accroissement du prix d'achat, il en est résulté un tel progrès dans l'audition, en même temps qu'une telle simplification de l'entretien et du réglage du poste, que le sacrifice consenti est minime. D'ailleurs, on doit reconnaître que malgré le prix des lampes, celui des récepteurs a diminué dans de grandes proportions depuis quelques années. C'est à la fabrication en série que

nous devons cet avantage. Mais la science évolue sans cesse, et la radiotekhnika, encore jeune, nous réserve certainement d'agréables surprises.

La description de lampes modernes de réception ne serait pas complète si on ne parlait pas des lampes-*valves de redressement*. En effet, les premiers ensembles d'alimentation sur secteur utilisaient les lampes ordinaires en guise de lampes redresseuses, en réunissant ensemble leur grille et leur plaque. On obtenait ainsi un courant redressé sous une tension très voisine de 100 volts.

Lampes	
50	200
50	200
15	16
1,8	1,5
09	60
12	12
4.000	45.000

C. VINOGRADOV.

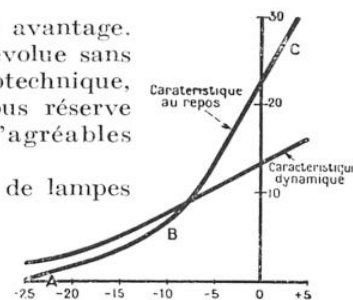


FIG. 23. — LORSQUE LA
LAMPE DÉBITE, SA CARAC-
TÉRISTIQUE EST PLUS
COUCHÉE QU'À VIDE

La pente est donc plus faible, en même temps que son rendement. La lampe penthode remédie à ce défaut.

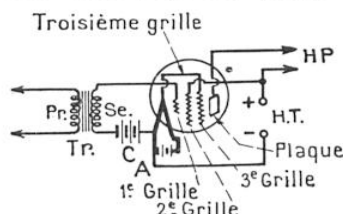


FIG. 24. — SCHÉMA DE MONTAGE D'UNE LAMPE PENTHODE COMME AMPLIFICATEUR FINALE

	Lampe américaine	Lampes européennes			
<i>Volt plaque.....</i>	250	250	80 à 250	150	200
<i>Volt grille écran...</i>	250	200	80 à 250	150	200
<i>Polarisation grille.</i>	16	11	12	15	16
<i>Pente</i>	2,5	3	3	1,8	1,5
<i>Coef. d'amplif.....</i>	15	100	100	100	60
<i>Courant plaque....</i>	40 m/a			12	12
<i>Résistance interne.</i>	35.000	33.000	33.000	55.000	45.000

TABLEAU 5. — TABLEAU DES CARACTÉRISTIQUES DE LAMPES
TRIGRILLES EN USAGE EN EUROPE ET EN AMÉRIQUE

LES CHALUTIERS MODERNES SONT DE VÉRITABLES USINES FLOTTANTES

Par Henri LE MASSON

La pêche est restée longtemps une des industries les plus arriérées. Depuis une vingtaine d'années, toutefois, de nombreux progrès scientifiques et techniques ont été réalisés, en vue de permettre une exploitation plus rationnelle et plus économique. C'est ainsi que les chalutiers ont reçu peu à peu tous les perfectionnements appliqués précédemment aux autres navires. Les moteurs Diesel y sont maintenant couramment utilisés; les services auxiliaires se font à l'aide de moteurs électriques; les appareils de T. S. F. et de sondage (1) les plus perfectionnés sont employés. D'autre part, en ce qui concerne le traitement même des poissons, un bâtiment moderne, comme le Marcella, le plus grand chalutier du monde, qui vient d'être lancé en France récemment, constitue, avec ses cales frigorifiques, son installation pour la préparation de l'huile de foie de morue, etc., une véritable usine flottante.

L'INDUSTRIE de la pêche maritime a vu, depuis une vingtaine d'années, se produire d'importantes transformations dans son matériel. Parmi celles-ci figure — au premier plan — l'adoption du moteur à combustion interne comme mode de propulsion. Dans la presque totalité des cas, en effet, on peut admettre que les chalutiers de toutes catégories trouvent, dans l'emploi du Diesel, une amélioration sensible de leur capacité de rendement, tant au point de vue technique qu'au point de vue économique. De fait, et d'une manière générale, l'utilisation du Diesel permet de réaliser, à égalité de tonnage avec un bâtiment de pêche à vapeur : une augmentation sensible du rayon d'action; des économies sérieuses dans les dépenses d'exploitation, par suite des frais de combustibles plus réduits et de la diminution du personnel des machines (suppression des chauffeurs et des soutiers); un accroissement important du volume des cales à poisson.

Néanmoins, et malgré ces avantages à peu près unanimement reconnus, l'application du moteur à combustion interne, devenue assez fréquente à l'étranger depuis une quinzaine d'années (armements scandinaves, allemands et hollandais), demeurerait encore assez rare dans notre pays. On lui objectait surtout deux inconvénients : le manque de souplesse du Diesel, d'abord; ensuite, la question si importante des nombreux services auxiliaires à bord d'un bâtiment de pêche.

Au point de vue souplesse, il ne faut pas oublier, en effet, qu'un chalutier ne se com-

porte pas comme un cargo ordinaire faisant route à une allure constante. Sur les lieux de pêche, il est, au contraire, obligé de manœuvrer presque constamment. Surtout, lorsque, par temps peu maniable — ce qui est fréquent, — il est contraint de se tenir à l'arrière de la lame pour embarquer son poisson, il ne doit pas cesser alors de faire marche avant et arrière, pour rester dans le lit du vent. En pareil cas, il est évident que la bonne vieille machine à vapeur à triple expansion présente des avantages incontestables, par comparaison avec le moteur Diesel obligé de recourir aux bons offices de réservoirs d'air comprimé pour chaque mise en marche.

En ce qui concerne les services auxiliaires, on doit se souvenir que, dans l'exploitation d'un chalutier, le bon fonctionnement, soit du treuil du relevage du chalut (chalutier proprement dit), soit de celui du cabestan (cas du harenguier), pour relever les 8 à 9 kilomètres de filets qui forment la tessure mise à l'eau pour le hareng, intervient pour le résultat final avec autant de valeur que le moteur même.

Certes, le fonctionnement des treuils ou des guindeaux à vapeur n'est pas toujours parfait; mais leur réparation par les moyens du bord est relativement facile. Beaucoup d'armateurs appréhendent, par contre, la solution des moteurs auxiliaires électriques très prônée pour les chalutiers à Diesel. Ils craignent que les isollements de ces engins ne puissent résister indéfiniment aux tonnes d'eau qui, en hiver, balayaient fréquemment

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 185, page 377.

le pont d'un chalutier et, en tout cas, que leur remise en état ne soit pas aussi facile que, par exemple, le remplacement d'un joint de treuil à vapeur.

Le plus grand chalutier du monde est français

Ce sont toutes ces raisons qui expliquent l'intérêt que les milieux français de la pêche apportent à l'entrée en service du nouveau

155/160 tours correspond, pour une puissance de 1.000 ch environ, à une vitesse en charge de 11 nœuds (20 kilomètres 400 à l'heure).

Une chaudière auxiliaire chauffée par les gaz d'échappement du moteur principal, mais pouvant également fonctionner au mazout, grâce à un brûleur, et timbrée à 5 kilogrammes par centimètre carré, sera utilisée pour le réchauffage du combustible;

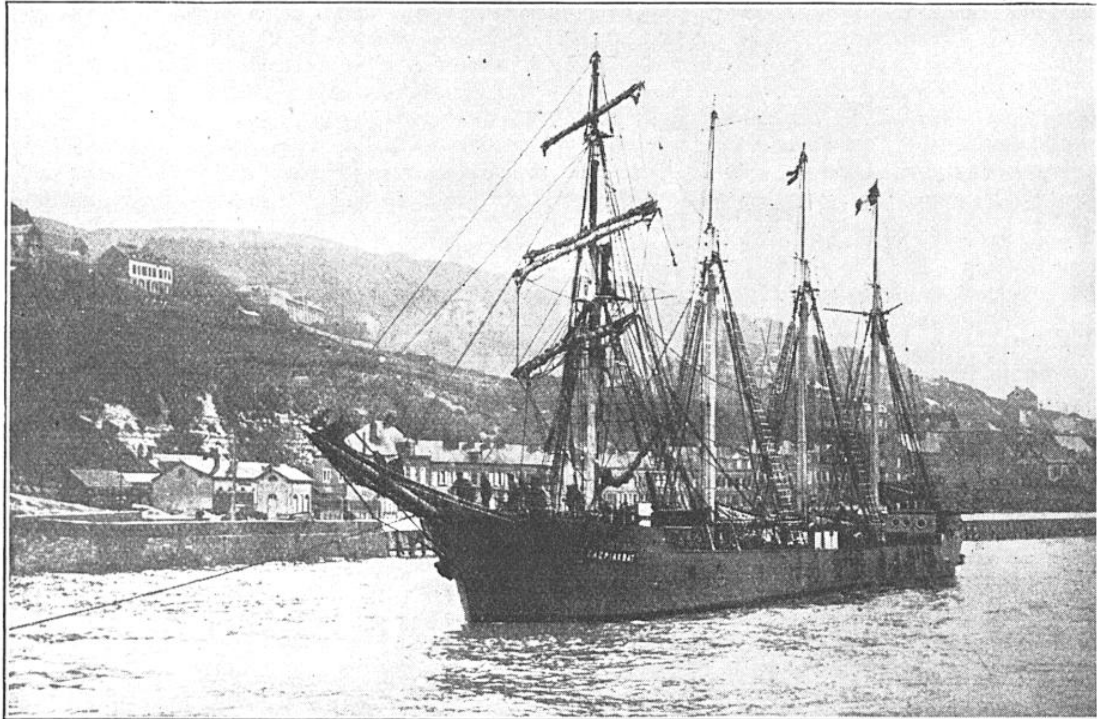


FIG. 1. — LE VOILIER EN ACIER « ZAZPIAKBAT » DE LA SOCIÉTÉ « LA MORUE FRANÇAISE »
Ce voilier a été une des premières unités françaises envoyées pêcher au large du Groënland. Cette tentative a été couronnée de succès et s'est poursuivie depuis.

chalutier à moteur *Marcella*, de la Société Nouvelle des Pêcheries à vapeur d'Arcachon. Ses armateurs exploitent, en effet, depuis 1928, un bâtiment analogue, le *Victoria*, qui a été le premier grand chalutier français à moteur à combustion interne.

Ses dimensions font du *Marcella*, construit par Penhoët, le plus grand chalutier du monde. De 70 mètres de long, ce chalutier a un déplacement de 2.340 tonnes et peut transporter 1.300 tonnes.

L'appareil moteur comporte un Diesel à quatre temps, simple effet et injection mécanique ayant 6 cylindres de 450 millimètres de course et 860 millimètres d'alésage (Burmeister-Penhoët). Le régime normal de

elle servira, en outre, au chauffage du bord.

Par contre, les services auxiliaires proprement dits seront entièrement électriques : deux groupes Diesel électrogènes de 150 ch chacun (quatre temps, injection mécanique) actionneront le treuil à chalut, le guindeau, l'appareil à gouverner (servo-moteur), etc.; un autre groupe de 34 ch, tournant à 425 tours et couplé sur une génératrice à courant continu de 220 volts, assurera l'éclairage du bord.

Le *Marcella* est, en même temps qu'un chalutier, une véritable usine flottante qui peut traiter immédiatement une partie de sa pêche. Dans ce but, et en dehors des deux principales cales à poissons d'une capacité

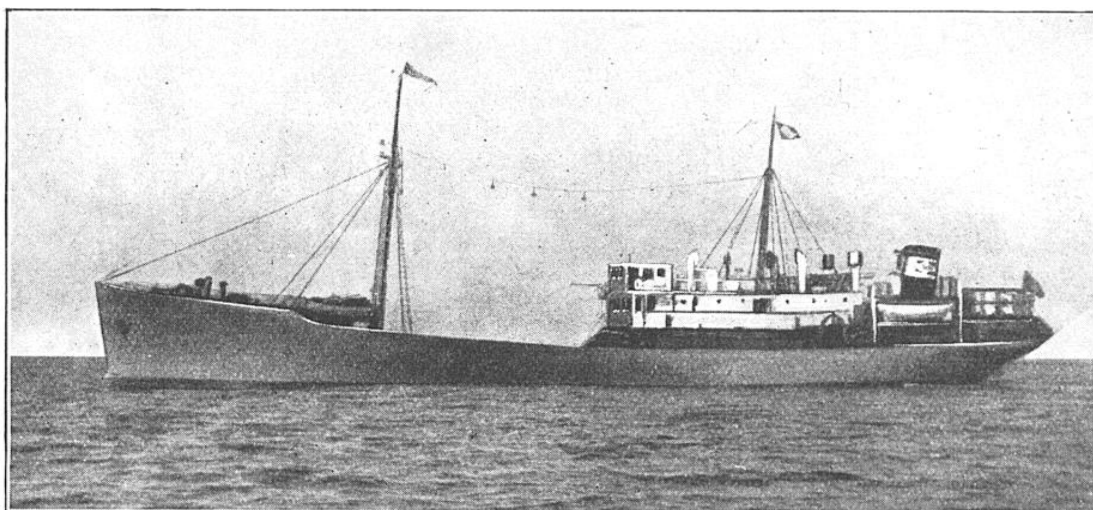


FIG. 2. — LE « VICTORIA » A ÉTÉ LE PREMIER GRAND CHALUTIER MORUTIER A DIESEL. Ce sont les armateurs de ce navire qui ont commandé à Penhoët le *Marcella*, dont les caractéristiques extérieures seront sensiblement les mêmes.

totale de 970 mètres cubes et entièrement vaigrées en bois pour que le poisson ne puisse être détérioré par aucun contact métallique, on a aménagé une cale frigorifique spéciale pour le « flétan », qui sera traité par les moyens du bord (160 mètres cubes, et quatre ballasts spéciaux sont prévus pour recueillir l'huile extraite des foies de morue (35 mètres cubes). La fabrication de cette dernière a été étudiée de façon que, depuis leur entrée dans le local, les foies ne soient pas touchés par la main de l'homme. L'huile est fabriquée par cuisson des foies à la vapeur, puis refoulée dans des caisses de décantation à l'aide de pompes, et, de là, dans les ballasts.

Deux campagnes de pêche, de cent quarante à cent cinquante jours chacune, pourront être accomplies chaque année. Il est facile de voir qu'une telle campagne de pêche de quatre à cinq mois sans

ravitaillement est possible avec l'approvisionnement en combustible prévu (360 tonnes). En effet, la consommation normale d'un Diesel est de l'ordre de 160/180 grammes au cheval-heure à toute puissance, et, d'autre part, pendant la pêche proprement dite, on marche généralement à demi-vitesse pendant quinze à seize heures quotidiennement (pendant le remorquage du chalut). Ainsi, au total, la consommation excède rarement, pendant cette période, 1 tonne 5 par jour.

La flotte française des chalutiers

En dehors du *Marcella*, la France possède actuellement six autres chalutiers à moteur d'un tonnage presque aussi important et tous de construction très récente : le *Victoria*, déjà mentionné,

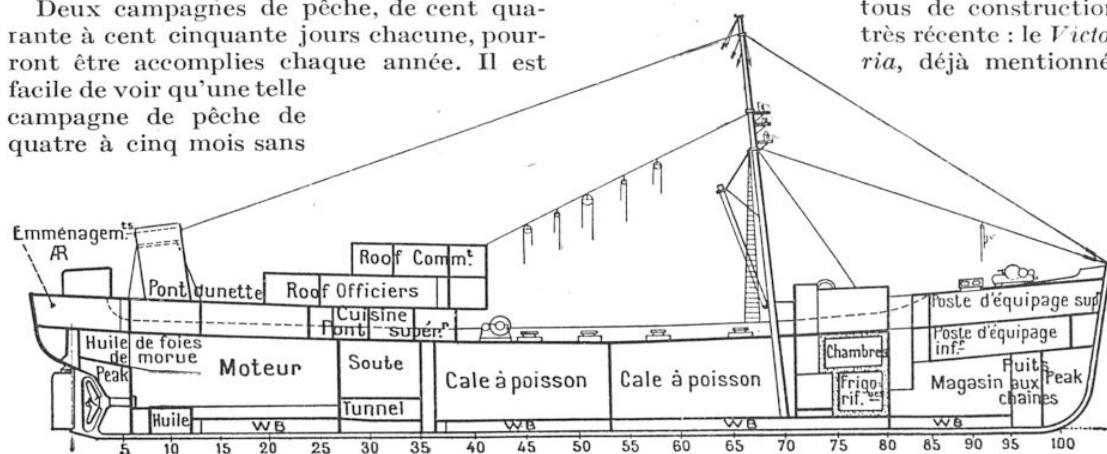


FIG. 3. — COUPE SCHÉMATIQUE DU « MARCELLA », LE PLUS GRAND CHALUTIER DU MONDE

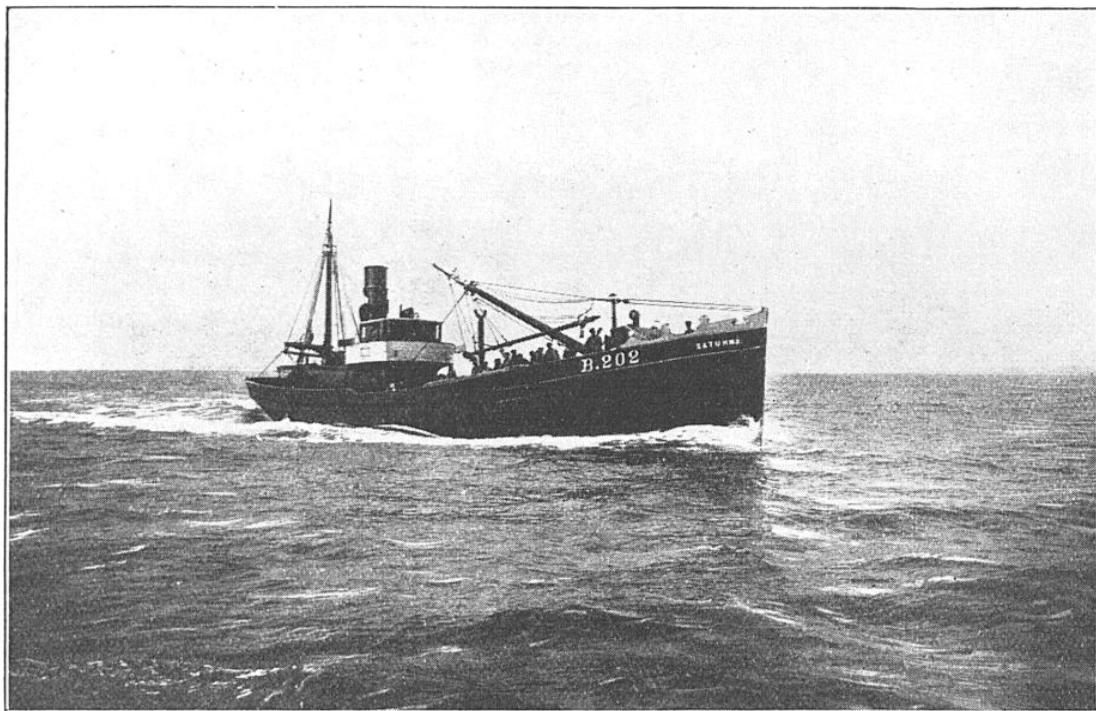


FIG. 4. — LE « SATURNE », CHALUTIER-HARENGUIER, MUNI D'UN MOTEUR DIESEL.
Ce chalutier a été un des premiers de ce type, muni d'un moteur à combustion interne.

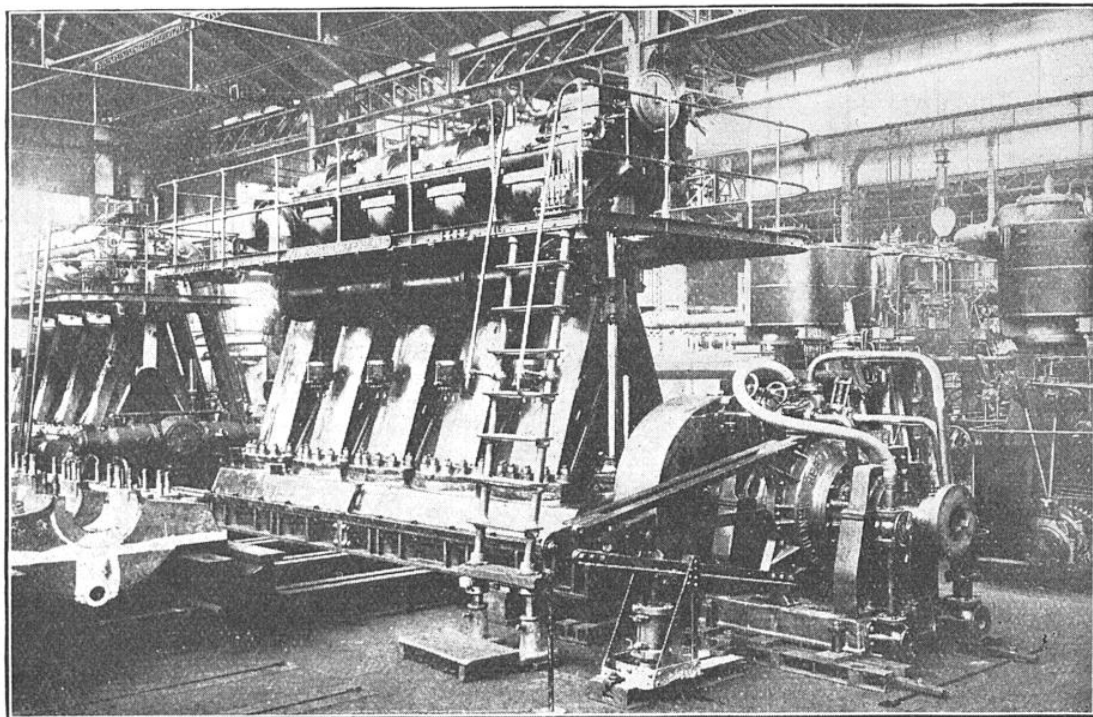


FIG. 5. — VOICI LE DIESEL DE 600 CH QUI ÉQUIPE LE « SATURNE », REPRÉSENTÉ CI-DESSUS

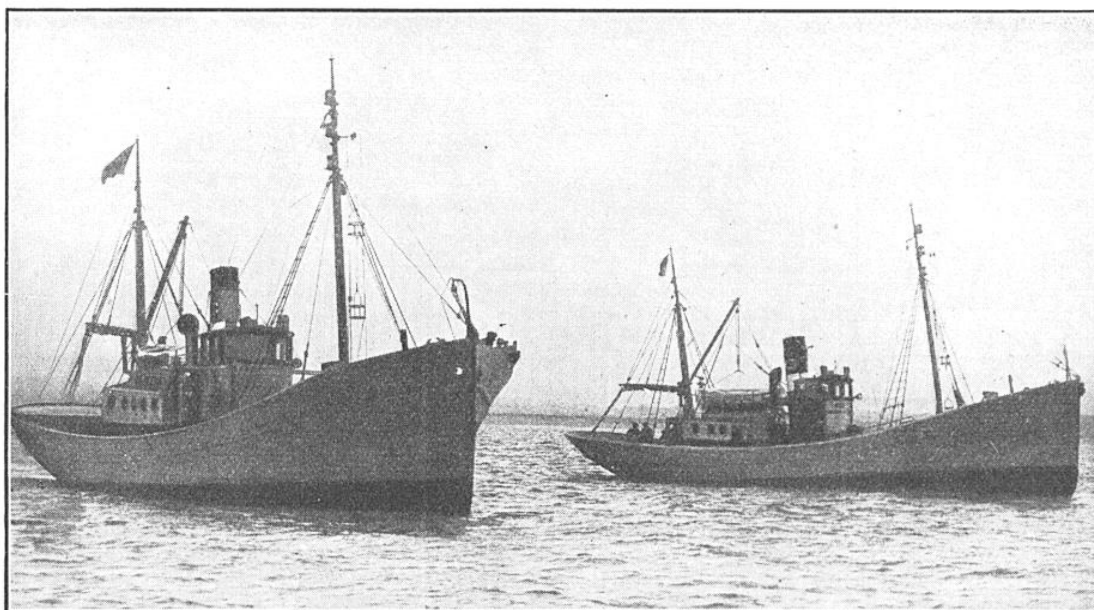


FIG. 6. — DEUX DES PLUS PETITS CHALUTIERS A MOTEUR ACTUELS (185 CH)
Ils se livrent à la « pêche aux bœufs » pratiquée dans le golfe de Gascogne, et plus particulièrement en Espagne, au moyen d'un filet dont les remorqueurs tirent chacun une extrémité.

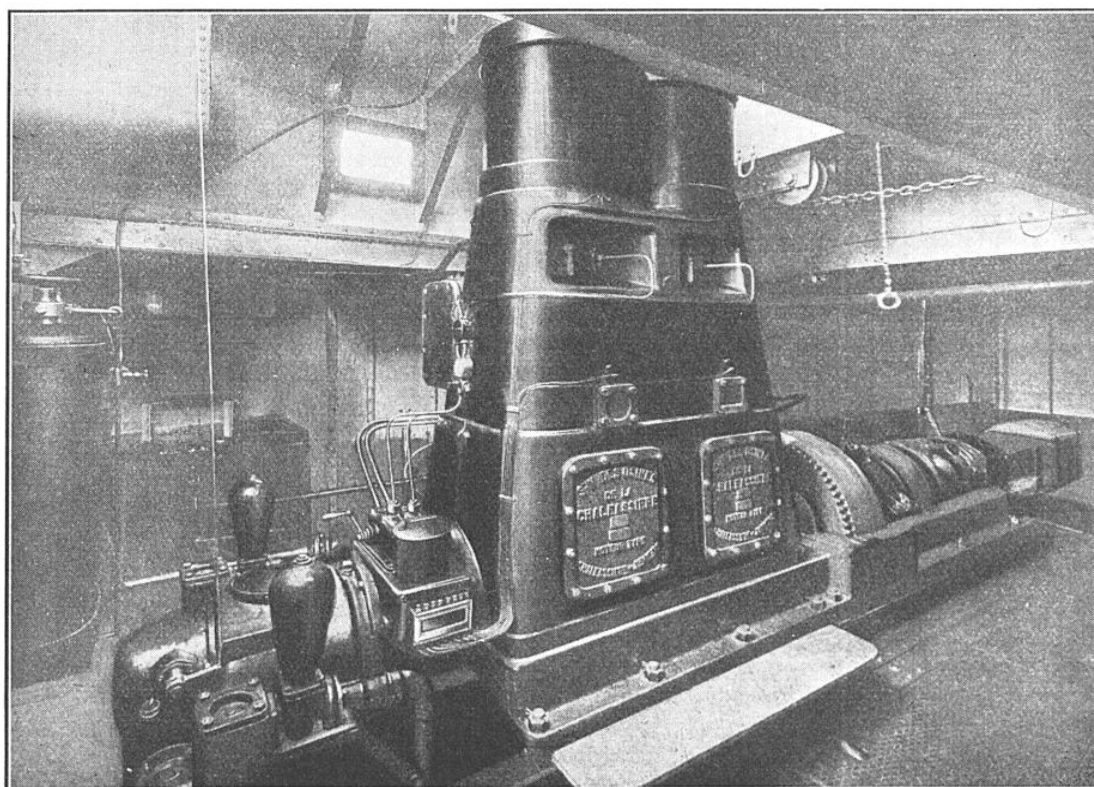


FIG. 7. — TYPE DE MOTEUR (185 CH) QUI ÉQUIPE LES CHALUTIERS REPRÉSENTÉS CI-DESSUS

et qui a été le premier (63 mètres-1.000 ch), l'*Heureux* (68 m 60-1.100 ch) et les quatre magnifiques « sisterships » du type *Saint-Martin-Legasse* (65 m 80-1.200 ch). A côté d'eux, opèrent des chalutiers à vapeur dont quelques-uns sont également très modernes (1927-1928). Tels sont : l'*Atlantique*, le *Caucasique*, l'*Islande*, les deux *Léon-Poret*, les deux *Alfred-Vieu*, tous magnifiques bâtiments de 53 à 68 mètres de long et 800 à 1.100 ch.

A côté de ces très grands chalutiers, il faut signaler ceux qui pratiquent la pêche dans

dre que pour le chalutier-morutier ; néanmoins, le moteur Diesel commence à y paraître et non sans succès. Ainsi, en 1932, deux chalutiers de moyen tonnage, équipés d'un moteur à combustion interne, ont été mis en service en France : le *Fismes* (longueur, 39 mètres ; moteur de 550 ch ; vitesse, 12 nœuds), capable de rester en mer quarante jours sans se ravitailler ; et le *Jean-Bart*, qui présente, en outre, l'intéressante particularité d'être le premier « petit » chalutier doté d'une installation de réfrigération.

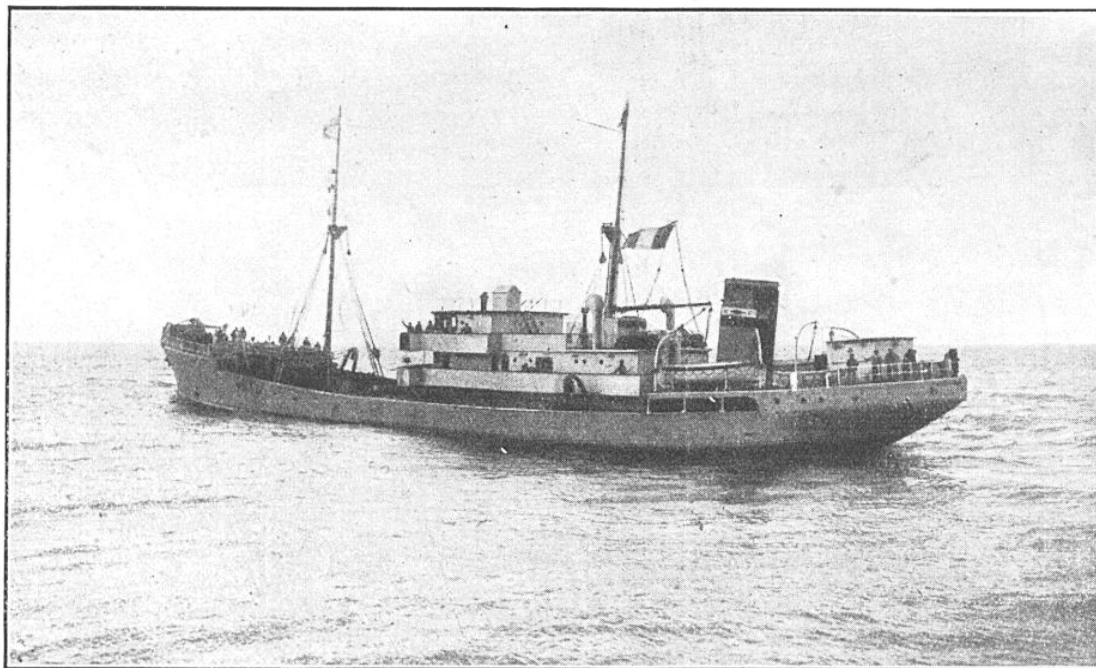


FIG. 8. — LE « SAINT-MARTIN-LEGASSE », CHALUTIER ÉQUIPÉ D'UN MOTEUR DE 1.200 CH
La « Morue Française » possède trois autres bâtiments du même type.

des parages plus rapprochés et sont d'un moindre tonnage. D'une façon très générale, on peut distinguer ceux qui sont destinés à la pêche hauturière (mer du Nord, Islande, banc d'Arguin, sur les côtes de Mauritanie), et ceux qui effectuent la pêche au poisson frais ou au poisson pour salaison. Les premiers sont des bâtiments de 40 à 55 mètres de long, 400 à 600 ch, 400 à 500 mètres cubes de cales à poissons. Les seconds, qui opèrent dans la Manche, la mer du Nord, la côte ouest de l'Océan, ont de 25 à 40 mètres de long, des appareils moteurs de 175 à 600 ch, 80 à 300 mètres cubes de cales à poissons.

Pour ces deux catégories de bâtiments, la machine à vapeur peut mieux se défendre

Tous ces chalutiers sont pourvus d'un outillage moderne : éclairage électrique par réflecteurs puissants facilitant le travail de nuit, poste de T. S. F. à longue portée, reliant entre elles, si nécessaire, les unités d'une même flottille, radiogonimètre, surtout pour ceux qui opèrent dans les mers nordiques et permettant dans la brume le contrôle du « point » ; enfin, le sondeur ultrasonore (1), récemment appliqué, est d'un concours extrêmement précieux pour la reconnaissance des terrains de pêche et la pêche par grands fonds.

Signalons, enfin, pour terminer, que quelques voiliers modernisés (trois et quatre-mâts) se comportent encore fort bien. Tel

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 185, page 378.

est, notamment, le *Zazpiakbat*, du port de Fécamp, magnifique quatre-mâts de 61 m 80 de longueur, 1.000 tonnes, équipé de deux moteurs auxiliaires de 90 ch chacun, pourvu d'un appareil frigorifique. Utilisé au large des côtes du Groenland, alors que la pêche sur les bancs de Terre-Neuve donnait des résultats médiocres, ses premières campagnes ont parfaitement réussi.

L'exemple de ses armateurs en a incité d'autres à les suivre, et c'est ainsi que viennent d'être commandés, à Nantes, chez Dubigeon, deux voiliers-morutiers en acier, de 51 et 53 mètres avec moteur auxiliaire Sulzer de 250 ch.

La crise de la pêche française

Si la France est relativement bien outillée pour la pêche, il ne faudrait, cependant pas conclure que la situation de l'armement

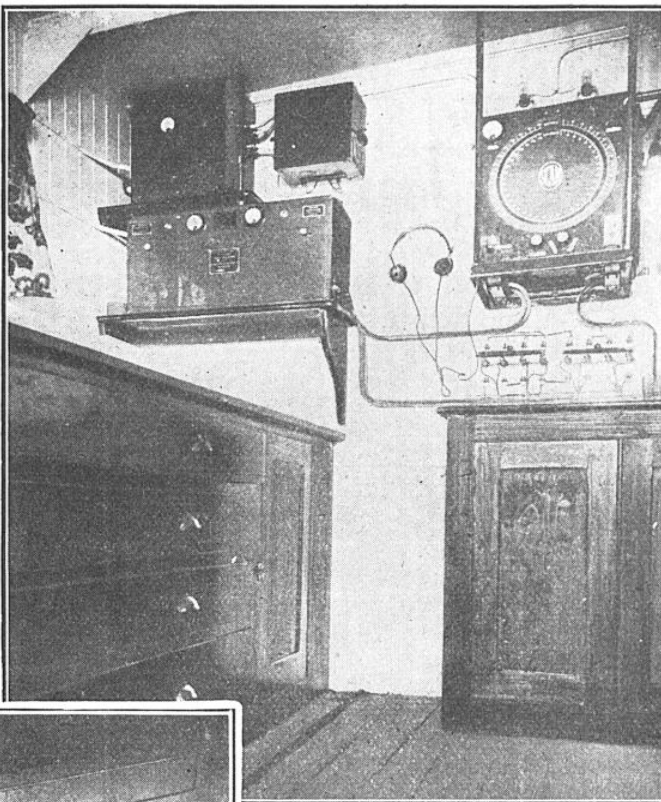


FIG. 10. — LES CHALUTIERS MODERNES POUR LA PÊCHE PAR GRANDS FONDS SONT MUNIS D'APPAREILS DE SONDAGE

Ces appareils indiquent en outre, au « patron » de pêche, les caractéristiques (température et degré de salinité) de la couche d'eau dans laquelle le « trait » de chalut est effectué.

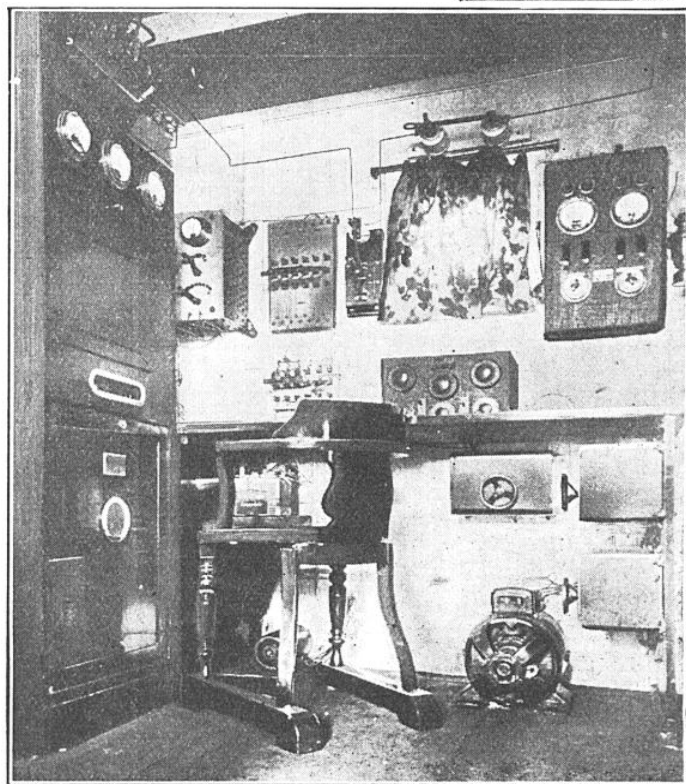


FIG. 9. — VOICI LA CHAMBRE DE T. S. F. DU GRAND CHALUTIER « SAINT-MARTIN-LEGASSE »
Ce chalutier est également doté d'un radiogoniomètre.

est prospère. Il n'en est, malheureusement rien : l'an dernier, par exemple, la plupart des grands chalutiers morutiers, revenus de leur première campagne des bancs, ont aussitôt désarmé et non pas appareillé de nouveau, comme d'usage : il restait en magasin une grande partie de la pêche de l'année précédente...

De plus, malgré droits de douane et contingentements qui essaient de les protéger, nous luttons difficilement avec l'étranger, par suite des prix beaucoup plus bas que pratique celui-ci.

Enfin, il y a crise de consommation : le public, qui, par ailleurs, consomme plus de viande,

préfère le poisson frais au poisson salé : la « morue de carême », le « hareng saur » disparaissent progressivement des étalages ou des devantures ; d'autre part, certains pays comme la Grèce, l'Italie, l'Espagne, le Portugal, jadis grands consommateurs de la morue pêchée par nos équipages, connaissent actuellement des difficultés financières qui les obligent à res-

Enfin, si nous venons de présenter des chalutiers modernes, combien plus nombreux sont ceux qui devraient, depuis longtemps, avoir disparu ? D'un opuscule publié, il y a quelques mois, par le Syndicat des Armateurs de Dieppe, il résulte que plus de la moitié de nos chalutiers à propulsion mécanique de tous tonnages sont âgés de plus de quinze ans... exactement 359 sur 705 ; à

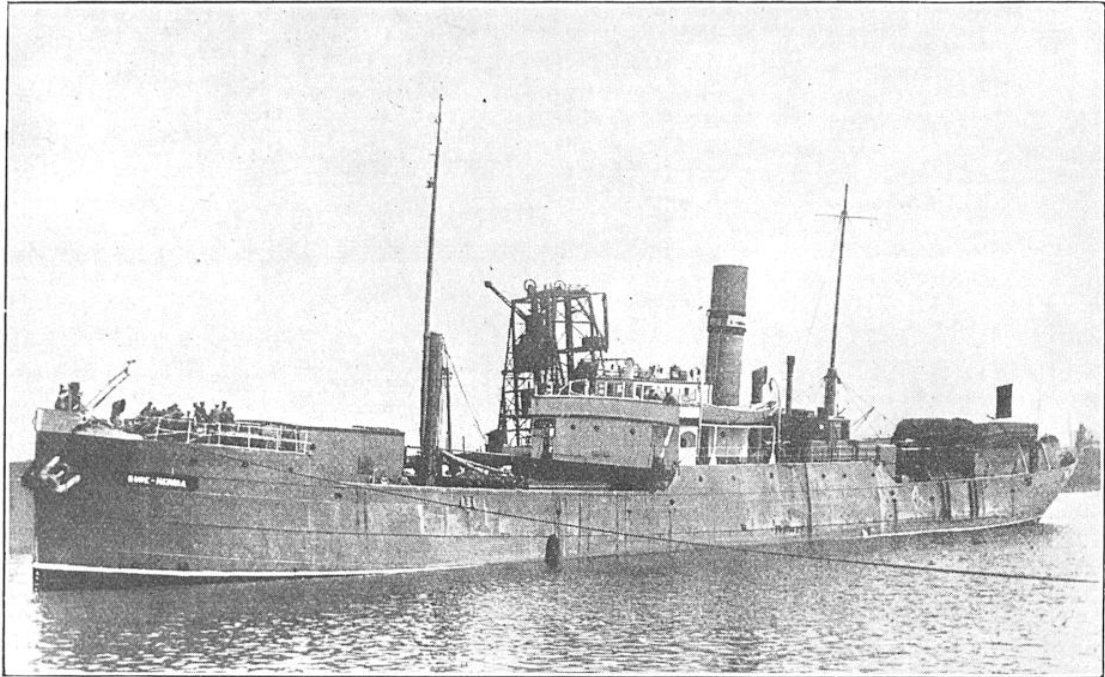


FIG. II. — VOICI UN « CORDIER », NAVIRE SERVANT EN QUELQUE SORTE DE BASE FLOTTANTE A TOUTE UNE FLOTTILLE DE « DORIS »

Les doris sont ces embarcations plates montées par deux hommes qui pêchent au moyen de « lignes » (d'où le nom de « cordiers ») et qui s'essaient autour de bâtiments mouillés sur le banc. On les aperçoit, sur notre document, emboîtées les unes dans les autres sur l'arrière du vapeur.

treindre leurs achats, ou pratiquent des mesures douanières qui arrêtent nos exportations.

Il ne suffit pas de pêcher, il faut aussi organiser la vente, diriger le public. Certains pays nous ont dépassé dans cette voie, s'efforçant non seulement d'intéresser et de convaincre le consommateur, mais, surtout, le détaillant, qui, trop souvent, préfère gagner beaucoup en écoulant peu et cher, plutôt que de chercher à développer le chiffre de ses ventes et l'importance de ses bénéfices en vendant en grandes quantités et à des prix beaucoup plus bas.

Dieppe, par exemple, sur 60 bâtiments armés dans ce port, on comptait, il y a un an, 3 chalutiers de dix à vingt ans d'âge, 4 de vingt à trente ans, 10 de trente à quarante ans, 2 de plus de quarante-ans...

Il faut donc poursuivre sans défaillance l'œuvre de propagande déjà entreprise et continuer à doter notre flotte de chalutiers d'éléments modernes dont le rendement est supérieur. De son côté, le gouvernement doit se préoccuper d'assurer aux chantiers français des commandes, qui, trop souvent, ces dernières années, sont allées à l'étranger.

HENRI LE MASSON.



- ① laminage des dés d'or profilé.
- ② meulage de la pointe
- ③ Vérification de la pointe au microscope

d'abord, la plume

C'est à la plume, raison d'être et noblesse du stylo, que doivent aller les meilleurs soins du fabricant : les plumes Météore D & D sont élaborées en 24 opérations de précision, dont 8 de contrôle à la main, par un personnel expérimenté, servi par un outillage constamment perfectionné...

De telles plumes, souples, solides, durables, méritent vraiment d'être montées sur un "corps" parfait, au mécanisme de choix, aux lignes élégantes.

En choisissant votre stylo, regardez d'abord la plume : si c'est une D & D, achetez de confiance : vous êtes assuré d'avoir ce qui se fait de mieux comme plume et comme stylo !

STYLOS

à partir de
50^F

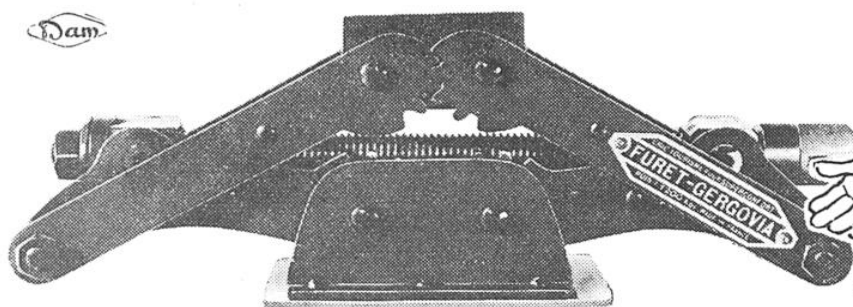
MÉTÉORE

en vente spécialistes, papetiers et grands magasins.

Société "LA PLUME D'OR"
48, rue des Vinaigriers
PARIS

UNIS-FRANCE
N° 18

Dam



VOICI UN CRIC QUI S'INSINUE PARTOUT

Finie la pénible corvée de la mise en place du cric. Le père Gergovia vous présente son cric "Furet", simple, sûr et peu coûteux.

A l'avant, même avec les pneus "Super-Confort", application directe du cric sous l'essieu, toujours facilement accessible. Donc, pas d'installation qui puisse se défaire et devenir pour la direction un danger en pleine marche.

A l'arrière, deux rails rigides fixés par des colliers autour de l'essieu ; aucun trou à percer, aucune ferrure à rapporter, quatre écrous seulement à serrer. Montage extrêmement simple, convenant à la généralité des voitures et réalisable en quelques minutes par l'automobiliste lui-même. Sa conception élimine ici encore toute cause d'accident.

Cric Furet, seul avec sa clé :

85 Frs

Cric Furet "guidé" complet :

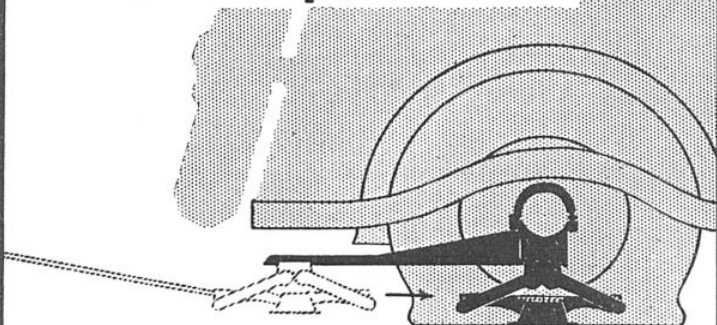
160 Frs

CRIC

FURET Gergovia

Notice sur demande aux Ets Pinget - Clermont-Ferrand
et 31, Rue Brunel - Paris

...ET QUI SE MET EN PLACE AUTOMATIQUEMENT



Engagez sur le rail la tête de votre "Furet-Gergovia", muni de sa clé et poussez à fond. C'est tout : le cric est en place ; la forme des rails empêche tout encrassement par la boue.

Levée parfaitement douce, même pour les conductrices. Et vous pouvez employer le cric partout : sous un autre point de la carrosserie, ou sous une autre voiture, même non munie de guides.

Force réelle **1.200 Kgs**

Hauteur, développé : 385 mm. (avec rallonge)

Hauteur, replié : 110 mm.

UNE CURIEUSE CONSÉQUENCE DE L'ÉTABLISSEMENT DU CANAL DES « DEUX MERS » : Le nettoyage automatique des coques de navires

Par P. NICOLARDOT

PROFESSEUR A L'ACADÉMIE COMMERCIALE DES ÉTRANGERS

Il est toujours question d'établir, sous le nom de canal des « Deux Mers », une voie maritime allant de Bordeaux vers Narbonne, pour permettre aux navires de passer directement de l'Atlantique dans la Méditerranée, et vice versa, sans avoir à contourner la péninsule ibérique. Si un tel projet était réalisé, une conséquence assez curieuse en résulterait : on assurerait ainsi le nettoyage automatique de la coque des navires qui le traverseraient, car tous les organismes vivants qui s'accrochent aux navires ne peuvent vivre dans l'eau douce. C'est là un avantage non négligeable, car le nettoyage des coques est une opération toujours fort longue et très coûteuse, et qu'il faut répéter assez souvent. Sait-on qu'un paquebot de 40.000 tonnes, par exemple, pour remettre sa coque à neuf, exige une dépense de plus de 2 millions de francs !

Au cours du Congrès tenu à Toulouse, en juillet dernier, sous la présidence d'honneur de M. Gaston Doumergue, de remarquables rapports, soigneusement étudiés par leurs rédacteurs dont les noms comptent parmi les plus illustres — et d'abord celui du regretté Mesnager, enlevé à ses amis et admirateurs au moment où il allait voir enfin couronnés de succès ses efforts, puis ceux de MM. Laubeuf, Lugeon, Oualid, Rondet-Saint, pour ne citer que les plus importants —, ont établi jusqu'à l'évidence que le canal des Deux-Mers peut être construit. Au point de vue régional, national et surtout international, il doit l'être ; il le sera, malgré ses détracteurs dont le nombre, fort heureusement, diminue tous les jours.

Le tracé et la construction de ce canal seront étudiés prochainement, dans tous les détails, ici même, par divers auteurs ; il suffit de rappeler en ce moment les grandes lignes du projet, non pas définitif, car, grâce à l'impulsion de la Ligue nationale pour la construction du canal des Deux-Mers qui vient de se créer, sous la présidence d'honneur de M. l'amiral Lacaze, et la présidence effective de M. Etienne Fougère, pour la construction du canal, un comité technique va bientôt coordonner tous les efforts des personnalités appartenant au monde industriel et au monde commercial, et aboutir à un projet définitif.

Le canal, qui débouquerait près de Narbonne, en Méditerranée, et contournerait Bordeaux pour aboutir dans l'océan Atlantique, aurait une longueur de 400 kilomètres environ, une largeur au plafond de 60 mètres et de 120 au miroir. Douze écluses permettraient de franchir, sur les deux versants, le seuil de Naurouze, près de Villefranche-de-Lauraguais, dont l'altitude est de 191 mètres. Une tranchée profonde couperait le col et ramènerait le plafond du canal au bief de partage au-dessous de l'étiage de la Garonne à Toulouse, de telle sorte que les eaux de ce fleuve alimenteraient le canal sans qu'il soit nécessaire de recourir aux énormes bassins de retenue prévus par le malheureux Verstraet. Même aux plus basses eaux, la Garonne ne serait pas complètement absorbée ; d'ailleurs, des turbines installées à chaque écluse utiliseraient les chutes d'eau produites au moment où chaque sas se viderait pour pomper l'eau et récupérer ainsi environ 60 % des eaux s'écoulant dans le bief inférieur. Pendant la période des grandes eaux et des eaux ordinaires, le canal produirait de l'électricité et, en cas de crues violentes de la Garonne, il serait un régulateur. Au point de vue régional, le canal mettrait le Languedoc à l'abri des inondations, dont le souvenir est encore présent à la mémoire de tous. La profondeur du canal, de 13 m 50, permettrait à toutes les plus grandes unités militaires et

marchandes de le traverser. Seuls, les grands transatlantiques, le *Normandie* et l'*Ile-de-France*, ne pourraient y entrer.

La traversée du canal varierait entre vingt-huit heures pour les petits bateaux et trente-cinq heures pour les plus gros. Trois sas de tailles différentes sont prévus à chaque écluse. Le terrain est presque partout imperméable.

L'ensemble du travail ne coûterait pas plus de 15 milliards, même avec les imprévus inévitables. La construction durerait six années et occuperait sur place cent mille ouvriers. Dans les usines travaillant pour l'équipement du canal : cimenteries, houillères, constructions métallurgiques, électriques, etc., près de cent mille ouvriers seraient occupés. Une somme de 4 à 5 milliards serait ainsi distribuée à des travailleurs, alors que pour entretenir le même nombre de chômeurs à ne rien faire il

faudrait verser au fonds de chômage, une somme du même ordre, près de 3 milliards.

Le rendement du canal, admis par ses détracteurs, serait de 1.200 millions, et les ports qui sont appelés à bénéficier le plus du canal sont les trois grands ports méditerranéens : Barcelone, Marseille et Gênes. L'économie de distance est, en moyenne, de 1.800 kilomètres, soit de 1.000 milles. L'économie de temps, variable avec les navires rapides ou lents, avec la route qu'ils doivent parcourir, varie entre quatre et deux jours.

Au rendement du canal ainsi prévu et provenant des recettes normales, comme celles du canal de Suez, du canal du Jutland et celui de Corinthe, s'ajoute un autre avantage qui n'a pas été encore envisagé, qui est peut-être assez difficile à chiffrer, mais dont l'importance est considérable :

l'action bienfaisante de l'eau douce sur la propreté des coques salées par le séjour des bateaux dans des eaux salines de températures très diverses.

Par suite de phénomènes d'osmose, l'eau douce exerce une action mortelle sur les organismes marins qui se fixent sur la coque des navires et qui ne peuvent vivre et se développer que dans les eaux salées. Cette action destructive sera activée par le renouvellement du milieu qui ne pourra pas rester salé comme il arriverait avec des bateaux au repos. Les échanges seront accélérés et, aux phénomènes de

diffusion mortels pour les organismes marins, s'ajouteront les actions mécaniques qui se produiront naturellement en marche et aux écluses, actions que l'on pourra, d'ailleurs, augmenter à l'aide d'engins appropriés.

Tous les bateaux doivent passer périodiquement en cale sèche, pour que leur coque soit grattée, puis repeinte. Cette opération, fort coûteuse (elle entraîne une dépense de 2 millions et demi dans le cas d'unités comme le *Majestic*, le *Leviathan*, le *Paris*), immobilise les bateaux pendant plu-



FIG. 1. — LE CANAL DU MIDI FRANCHIT UNE COLLINE AU MOYEN DE NEUF ÉCLUSES CONSÉCUTIVES, A BÉZIERS

sieurs jours. Elle doit être renouvelée tous les six, huit ou dix mois, suivant la nature des mers où circulent les bateaux, suivant leur vitesse, suivant le temps de séjour dans les différents ports.

Or, de tout temps, le procédé le plus efficace de destruction des organismes fixés sur la coque des bateaux a été de laisser séjourner les bateaux dans un port fluvial, ou dans des bassins d'eau douce.

Trois sortes de « crasses » salissent la coque :

La *mousse*, formée par des dépôts d'algues,

marchant vite, sont moins atteints que les navires charbonniers, les navires de guerre, les stationnaires et les bateaux-phares.

A toutes ces impuretés, qui freinent la marche du navire, correspondent des surcharges de l'ordre de 50 à 100 tonnes, parfois même de 300 à 500 tonnes. La dépense supplémentaire de combustible ou la diminution de vitesse représentent une perte sèche considérable pour les armateurs.

Le passage à travers le canal des Deux-Mers, à chaque voyage d'aller et retour, nettoiera la coque, prolongera, par suite,

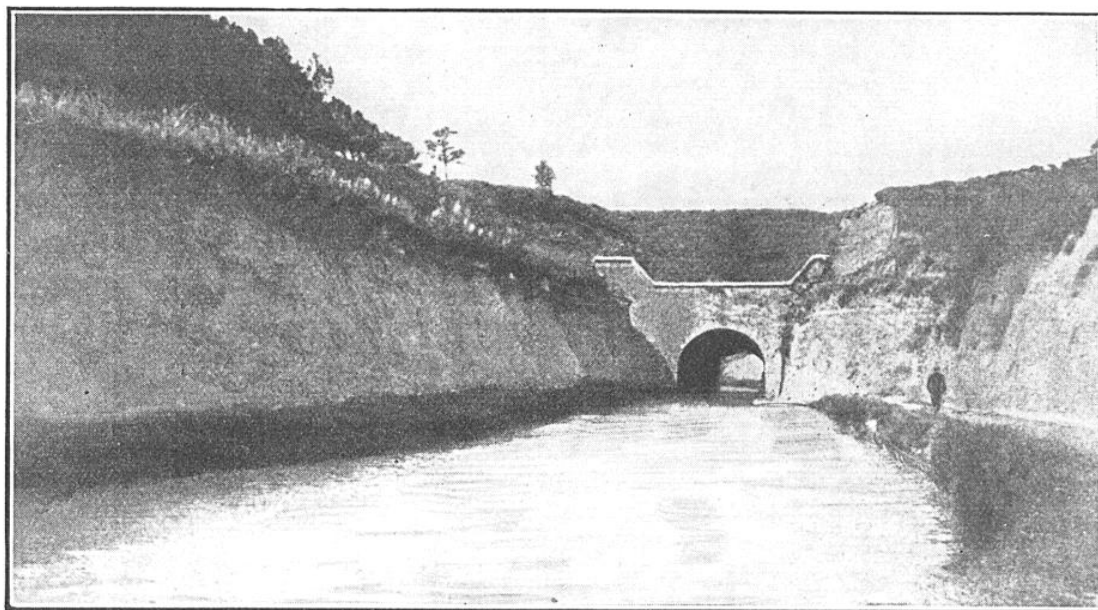


FIG. 2. — ICI, AU CONTRAIRE, LE CANAL DU MIDI PASSE SOUS UN TUNNEL AU LIEU DE FRANCHIR L'ACCIDENT DE TERRAIN PAR DES ÉCLUSES SUCCESSIVES

abondante surtout près de la ligne de flottaison où elle forme souvent des barbes vertes ;

L'*herbe*, due à des colonies d'hydroïdes ;

Les *coraux*, plus durs et plus encroûtés que l'herbe et la mousse.

Ces organismes se développent aussi plus ou moins vite, suivant la nature des eaux, suivant les saisons, suivant la nature et la couleur de la peinture, l'éclairage, la forme de la coque, etc.

Les algues se développent sur les parties claires, en pleine lumière, alors que sous la coque des bateaux apparaissent des croûtes continues de coraux, avec anfractuosités dues aux balanes, ascidies, hydroïdes, qui se fixent de préférence sur les parties peintes en noir ou en bleu.

Les navires à passagers stationnant peu,

l'action protectrice des peintures. Nos navires de guerre, qui doivent conserver toute leur vitesse, stationnant dans le canal, en particulier, n'auront pas à craindre l'encrassement de leurs coques et n'auront à redouter aucune déperdition de vitesse, donc de puissance effective. Le long du canal pourront, d'ailleurs, être installés des appareils de nettoyage automatiques, surveillés ou dirigés au besoin par des scaphandriers.

Il n'est pas douteux que les avantages considérables que le canal des Deux-Mers assurera aux armateurs dans leur lutte de tous les jours contre l'encrassement des coques de navires, sera un facteur de la plus haute importance qui jouera en faveur de l'utilisation du canal.

P. NICOLARDOT.

LA NOUVELLE STATION DE T. S. F.

« RADIO-TOULOUSE »

SERA-T-ELLE AUTORISÉE ?

Par Jean MARIVAL

Faute d'un statut toujours attendu et jamais voté, la radiodiffusion française est paralysée dans toutes ses initiatives privées. Témoin la station installée à 34 kilomètres de Toulouse, dans le domaine de Saint-Agnan, qui ne peut être inaugurée bien qu'elle ait à peu près terminé ses essais techniques. On sait que l'auditorium de Toulouse et l'ancien poste de T. S. F. de cette ville ont brûlé tout récemment. C'est pourquoi la ville de Toulouse ne peut participer effectivement aux émissions quotidiennes de France. Les postes de radiodiffusion à grande puissance que nous possédons actuellement sont : Radio-Paris, Poste Parisien (1), Radio-Toulouse (Saint-Agnan), en attendant qu'une nouvelle installation, créée par les P. T. T. à Villejust (Seine-et-Oise), fonctionne bientôt. Ce dernier poste sera beaucoup plus puissant que Radio-Toulouse (60 kilowatts-antenne), puisqu'il atteindra 120 kilowatts-antenne et pourra ultérieurement dépasser 200 kilowatts-antenne. Bien que ces efforts soient encore dispersés, incohérents et inopérants, la radiophonie française est actuellement entendue du monde entier. Si, au point de vue technique, nous suivons pas à pas le progrès international sans trop nous laisser distancer, il n'en est pas, hélas ! de même au point de vue des lois organiques qui régissent notre activité « radioélectrique ».

La station toulousaine de radiodiffusion, qui connaissait déjà un légitime succès auprès des auditeurs, même lorsqu'elle ne disposait que de quelques kilowatts, a suivi la loi du progrès. Non seule-

ment, en effet, elle a accru sa puissance en la portant à 60 kilowatts-antenne, mais encore elle s'est installée en dehors de la ville de Toulouse, tout comme les grands

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 119.

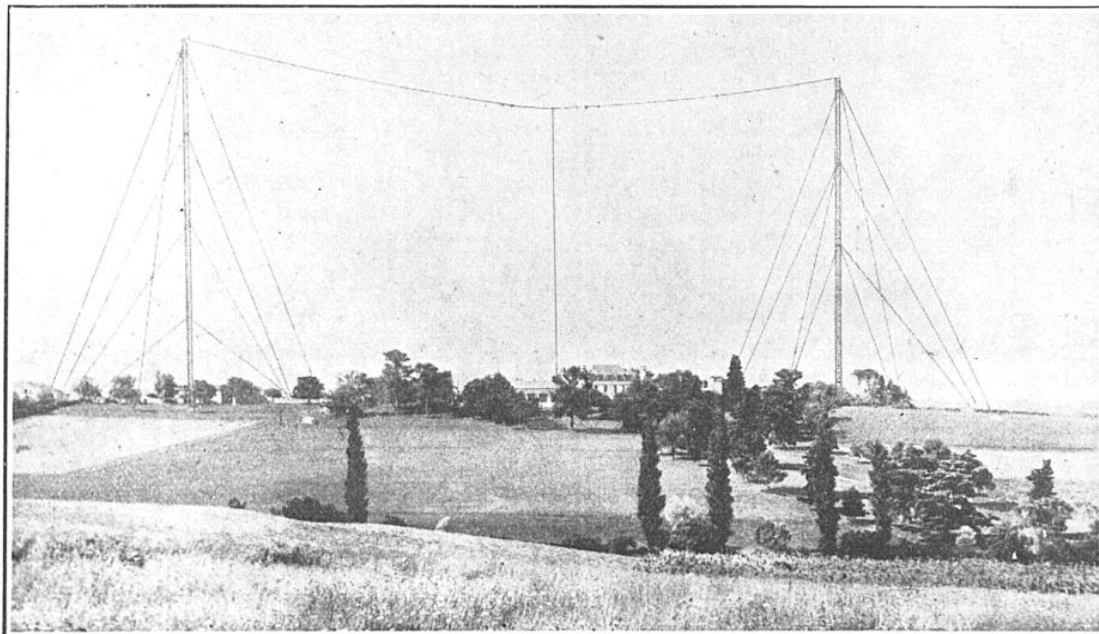


FIG. 1. — VUE GÉNÉRALE DE LA NOUVELLE STATION DE RADIO-TOULOUSE

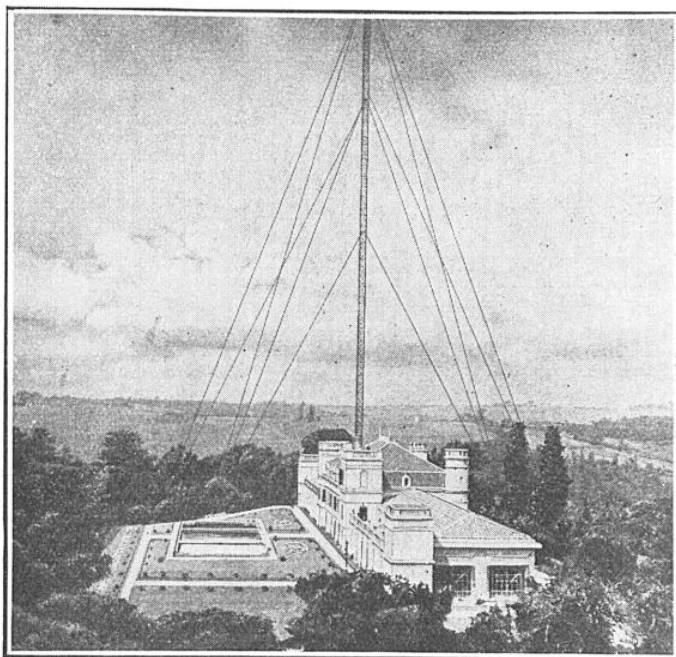


FIG. 2. — LE CHATEAU DE SAINT-AGNAN OU SE TROUVE LE POSTE ÉMETTEUR RADIO-TOULOUSE

émetteurs parisiens ont émigré à quelques dizaines de kilomètres de la capitale. De plus, les perfectionnements les plus récents apportés à la modulation lui faisaient un devoir de se moderniser.

Ainsi, c'est à 34 kilomètres de la grande ville languedocienne que le nouveau Radio-Toulouse a été construit, près de Lavaur, sur le vaste domaine du château de Saint-Agnan. Les 73 hectares de sa superficie offraient, en effet, tout l'espace désirable et son altitude de 243 mètres, qui le fait dominer la région, devait faciliter le rayonnement d'une antenne parfaitement dégagée. Le vieux château, dont la façade mesure 80 mètres de long, a donc été aménagé intérieurement pour servir de logements aux divers services, sans que son caractère architectural extérieur ait été modifié : le bâtiment central est réservé aux bureaux et appartements des ingénieurs et du personnel ; l'aile droite, très agrandie et reconstruite en arrière de

la façade primitive, renferme les machines et l'émetteur établi par la Société française Radioélectrique.

L'alimentation de la station en énergie électrique a nécessité l'établissement de 27 kilomètres de lignes à haute tension, qui aboutissent, à plusieurs centaines de mètres du château, au fond de la vallée, à un poste de sectionnement relié par un câble souterrain à la salle d'émission où le courant arrive à la tension de 13.500 volts.

Le poste émetteur de 60 kilowatts-antenne

Comme dans tous les émetteurs modernes, nous retrouvons, à Radio-Toulouse, les éléments suivants : meubles d'alimentation,

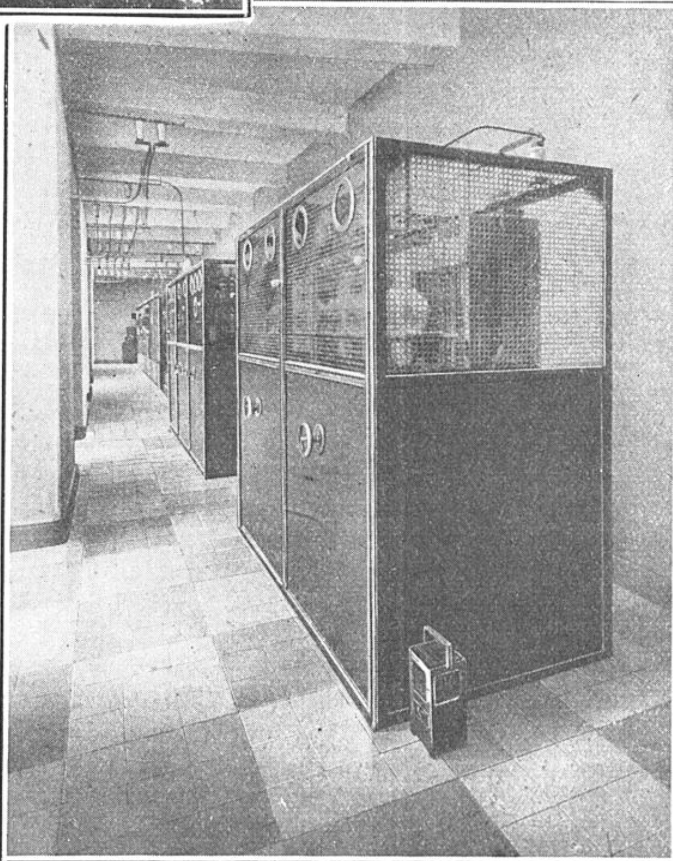


FIG. 3. — MEUBLES CONTENANT LES ÉTAGES D'ÉMISSION DE LA NOUVELLE STATION DE SAINT-AGNAN

services auxiliaires et réfrigération, émetteur proprement dit.

L'alimentation est assurée au moyen de redresseurs recevant le courant triphasé 13.500 volts, 50 périodes, du secteur. Des transformateurs triphasés de 400 kilovolts ampères alimentent, par l'intermédiaire d'un régulateur d'induction permettant de faire varier la tension, le transformateur spécial d'un redresseur à vapeur de mercure (1) qui peut fournir 225 kilowatts sous

de 20 et 100 kilowatts est assuré par une circulation d'eau. Deux pompes centrifuges d'un débit de 200 litres à la minute et un triple bassin de 40.000 litres ont été prévus pour cela.

Quant à l'émetteur proprement dit, il comprend des étages de faible puissance composés par un maître-oscillateur stabilisé par un quartz piézoélectrique enfermé dans un thermostat spécial. Le quartz est ainsi maintenu à une température constante à

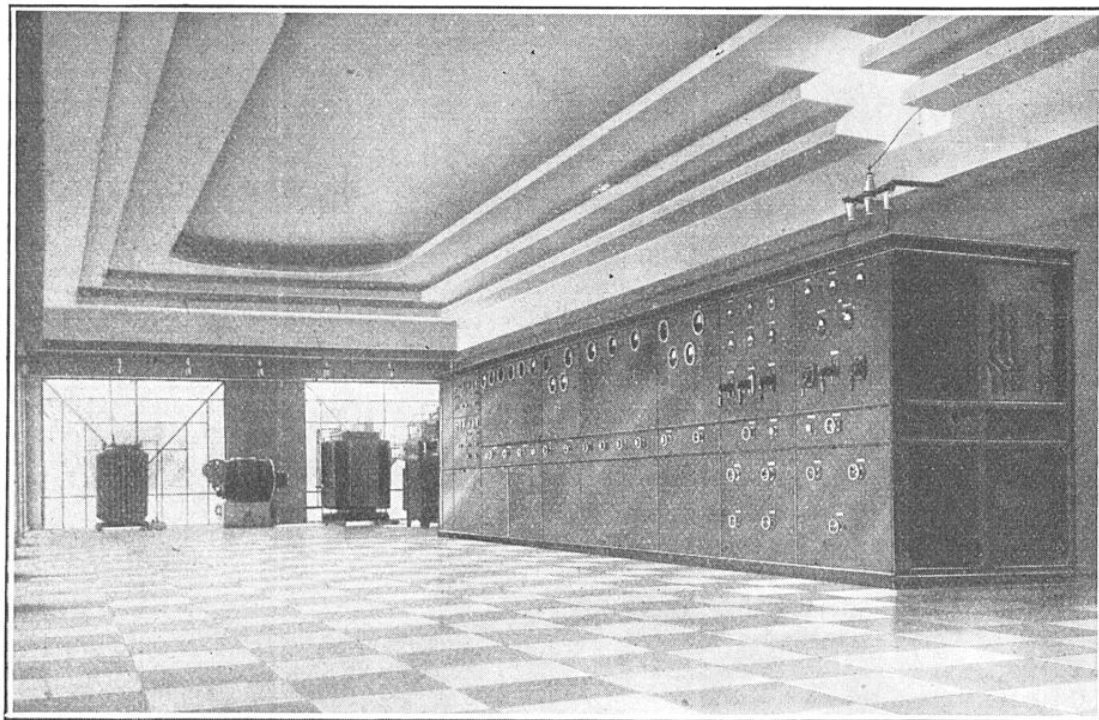


FIG. 4. — ENSEMBLE DES MEUBLES DE REDRESSEMENT ET DE FILTRAGE DE L'ALIMENTATION DU POSTE DE SAINT-AGNAN SITUÉ A 34 KILOMÈTRES DE TOULOUSE

une tension continue de 16.000 volts.

Cette haute tension continue, filtrée par selfs et condensateurs, est utilisée dans les lampes de 100 kilowatts du dernier étage de l'émetteur.

Par ailleurs, un transformateur de 150 kilovolts-ampères et d'autres de moindre puissance fournissent le courant alternatif à 220 ou 110 volts nécessaire à l'alimentation de différents groupes assurant, soit le chauffage des filaments des grosses lampes d'émission, soit les polarisations des divers étages, soit les tensions anodiques des étages modulateurs, oscillateurs ou séparateurs.

Le refroidissement des lampes d'émission

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 3.

moins d'un dixième de degré près, d'où une fréquence invariable.

Un premier étage d'amplification est équipé au moyen de lampes à 30 kilowatts qui attaquent l'étage d'émission final comportant quatre lampes de 100 kilowatts.

Signalons qu'un poste de secours de 3 kilowatts-antenne a été prévu pour assurer l'émission au cas où l'émetteur principal serait arrêté.

Enfin, un certain nombre de dispositifs spéciaux assurent au nouveau Radio-Toulouse une grande fidélité musicale. Il faut, en effet, non seulement transmettre les sons fondamentaux compris dans la gamme de 30 à 5.000 périodes par seconde, mais encore

les harmoniques, de façon à conserver à chaque instrument son timbre particulier. Une reproduction fidèle exige, de ce fait, la transmission de fréquences comprises entre 20 et 10.000 périodes par seconde. De plus, il est évidemment indispensable que les courants modulés possèdent, à leur arrivée à l'émetteur, des intensités dont les rapports soient les mêmes que ceux des

on voit que leur masse métallique ne peut avoir aucune influence.

Quant au système de prise de terre, il est composé par une large bande de cuivre enterrée et reliée aux deux pylônes. Un réseau de bandes de cuivre soudées à la première bande, en forme d'arête de poisson, complète cette prise de terre qui se développe ainsi sur plus de 4 kilomètres de long.

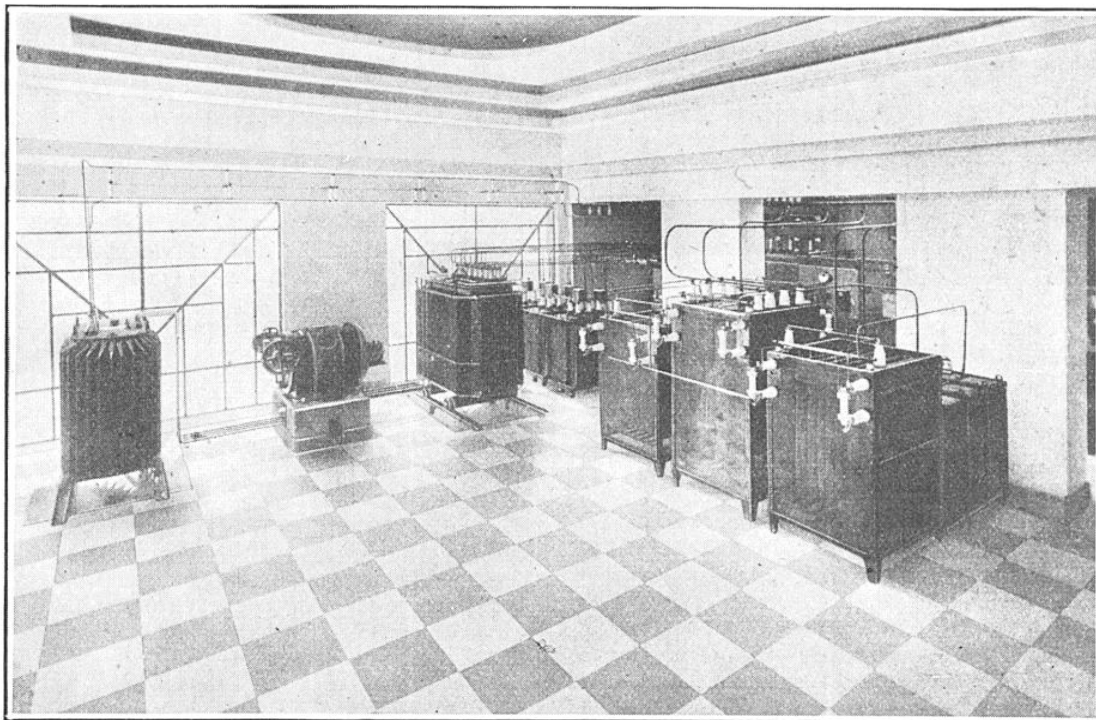


FIG. 5. — LE POSTE DE SECOURS DE 3 KILOWATTS DESTINÉ A ASSURER L'ÉMISSION EN CAS DE PANNE DE LA STATION DE 60 KILOWATTS DE RADIO-TOULOUSE

intensités des sons produits dans l'auditorium, autrement dit qu'il n'y ait pas de distorsion. Des circuits spéciaux permettent d'obtenir ce résultat.

Pour cela, on a été amené à choisir une antenne très amortie afin que la résonance du circuit d'antenne ne soit pas aiguë. C'est pourquoi on a établi un aérien très élevé. Elle est constituée, en effet, par un prisme de 102 mètres de haut, prolongé, de part et d'autre de la verticale, par deux prismes horizontaux de 18 mètres de long chacun. Comme les pylônes de 125 mètres qui supportent l'antenne sont distants de 210 mètres,

Tel est le nouveau Radio-Toulouse. Les essais effectués ont montré que les émissions étaient parfaitement reçues de toute l'Europe, en Afrique, au Canada, à Terre-Neuve et même en Nouvelle-Zélande. A signaler que le fading, qui affectait considérablement les émissions de l'ancien poste, a été presque éliminé, grâce à la puissance de la nouvelle station qui, lorsqu'elle sera officiellement reconnue, apportera à la radiophonie française, menacée naguère par l'étranger, un secours efficace, concurremment avec les grands postes de « Radio-Paris » et du « Poste Parisien ».

J. MARIVAL.

COMMENT ET POURQUOI ON CONSTRUIT DES GRATTE-CIEL AUX ÉTATS-UNIS

Par André CHARMEIL

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

M. William Ludlow, président de l'« American Institute of Architects », vient de déclarer, tout récemment, que le gratte-ciel avait vécu. Selon lui, les cités modernes, qui, jusqu'à présent n'ont cessé de croître en hauteur et en largeur et de se concentrer, sont appelées à se décongestionner. A dire vrai, les gratte-ciel subissent durement, en Amérique, les conséquences de la crise économique. En tant qu'immeubles commerciaux, une grande partie de leurs locaux restent vides. D'autre part, il y a eu certainement — à New York, notamment — une surabondance de constructions au cours des dernières années de prospérité. Il existe, par conséquent, à l'heure actuelle, un déséquilibre entre les tendances de la construction américaine. Serait-ce donc réellement la mort du gratte-ciel? La plupart des architectes et des hommes d'affaires ne le pensent pas cependant. En effet, les progrès remarquables récemment accomplis dans la technique de la construction et de l'urbanisme semblent devoir infirmer la prophétie audacieuse de M. Ludlow.

Comment sont nés les gratte-ciel

LES premiers gratte-ciel ont été construits à New York, à la fin du siècle dernier. Leur apparition a d'ailleurs été naturelle et logique : tassée dans l'étroite presqu'île de Manhattan, et ne pouvant par suite s'étendre en surface, la cité des affaires, à mesure qu'elle s'est développée dans les proportions formidables que l'on connaît, a été obligée de croître en hauteur. C'est, à l'échelle près, le même phénomène qui s'était passé, au cours des siècles révolus, dans nos petites villes fortifiées, où les immeubles, serrés les uns contre les autres dans leur étroite ceinture de murailles, avaient couramment cinq ou six étages.

Mais si, dans le cas du gratte-ciel, cette poussée en hauteur a été due originellement à l'étroitesse des emplacements disponibles, qui s'est traduite d'ailleurs par une hausse formidable du prix du terrain, il y a eu secondairement une autre cause, qui a eu pour effet d'étendre le domaine des gratte-ciel aux autres villes des États-Unis, puis à certaines villes d'Europe : c'est la concentration des affaires.

Il ne faut pas oublier, en effet, que le gratte-ciel n'est pas une maison d'habitation. C'est un immeuble commercial, une « usine à faire des affaires ». Or, le « businessman » est un homme pressé qui cherche avant tout à éviter tout déplacement inutile. Les per-

sonnes avec qui il est en relations doivent donc être groupées dans l'espace le plus restreint possible. Pour réaliser cette concentration, ce groupement, une seule solution : le gratte-ciel (1). C'est là une des exigences de la « rationalisation » en affaires.

Une fois admise la nécessité sociale des gratte-ciel, voyons comment, en pratique, ceux-ci devront être aménagés.

Le premier problème qui se pose est, avant tout, un problème d'urbanisme. Avant de construire des édifices de cinquante étages et plus, il faut, ou plutôt, il faudrait établir un plan d'ensemble des bâtiments de la ville qu'ils doivent constituer. Dans la réalité, malheureusement, l'urbaniste, à New York comme ailleurs, est arrivé trop tard, une fois les constructions déjà édifiées. De là, cet amas de bâtiments hétéroclites qui constitue cette cité.

Toutefois, depuis quelques années, les Américains ont essayé de réagir contre cette fâcheuse tendance, et les nouveaux gratte-ciel, mieux établis, avec un souci plus grand de l'esthétique, présentent de notables progrès sur leurs devanciers. En voici, en particulier, deux exemples remarquables : d'une part, l'*Empire State Building* — le bâtiment le plus élevé du monde, avec ses 384 mètres

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 191, page 429. Les raisons qui militent en faveur de la construction des hôpitaux en « hauteur » sont exactement du même ordre.

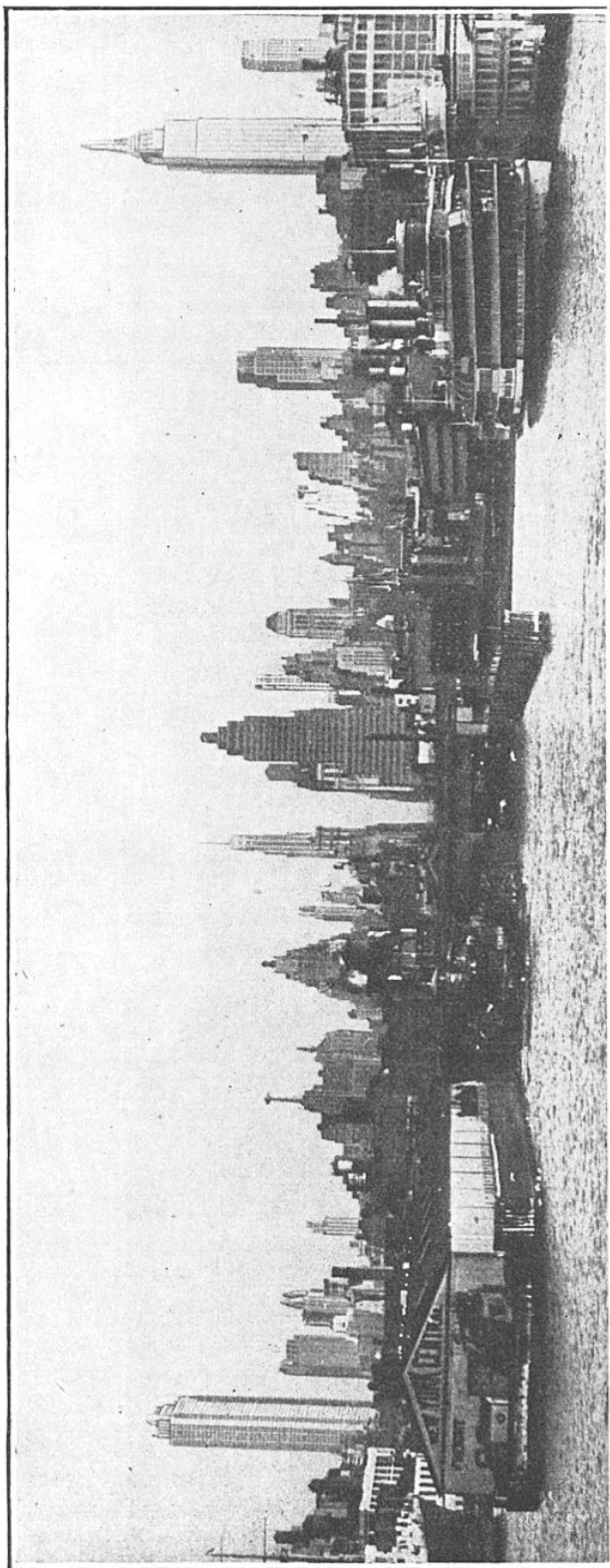


FIG. 1. — VUE PANORAMIQUE DE NEW YORK MONTRANT LA PARTIE CENTRALE DE L'ÉTROITE PRESQU'ÎLE DE MANHATTAN, SUR LAQUELLE EST BÂTIE LA VILLE. CELLE-CI NE POUVANT S'ÉTENDRE EN SURFACE A ÉTÉ OBLIGÉE DE CROÎTRE EN HAUTEUR

On remarquera plus particulièrement les grands gratte-ciel dont la construction est toute récente : à droite, l'« Empire State Building », le bâtiment le plus élevé du monde avec ses 384 mètres, et qui se termine par une tour que l'on songe à utiliser comme mât d'amarrage pour les dirigeables. À gauche, l'immeuble central, à 70 étages, de la « Radio-City ». Au centre et à l'arrière-plan, terminé par une flèche, le « Chrysler Building », haut de 318 mètres.

de haut et ses quarante-vingt-cinq étages, et dont la silhouette est d'une élégance indéniable ; d'autre part, le groupe d'immeubles actuellement en construction, connu sous le nom de *Radio-City*.

Il ne s'agit pas, dans ce dernier cas, d'un building isolé, mais d'une véritable cité qui s'étend sur un quadrilatère de près de 5 hectares de superficie, formés de trois « blocks » (1) compris entre la 5^e et la 6^e avenue, d'une part, et les 48^e et 51^e rues, d'autre part. Les architectes ont donc cherché à faire un ensemble aussi harmonieux que possible. Les règlements municipaux ne permettent d'ailleurs de bâtir, au-delà de la hauteur de 100 pieds (30 mètres), que sur un quart seulement de l'étendue de base. Comme on le voit sur la figure 6, dans le « block » du centre, une seule tour atteint plus de 30 mètres. Sur chacun des « blocks » latéraux, il y aura deux tours, situées aux extrémités de ces « blocks ». Un large espace sépare ainsi les « gratte-ciel » proprement dits qui reçoivent alors de tous côtés air et lumière. Notons, d'autre part, que, sur les toits-terrasses des bâtiments de plus faible hauteur, sont établis des jardins-promenades, communiquant les uns avec les autres par des ponts jetés entre eux.

(1) On sait que la ville de New York est coupée par des artères à angles droits qui sont appelées « rues » dans une direction et « avenues » dans la direction perpendiculaire. Un « block » est le rectangle compris entre deux rues et deux avenues consécutives.

Cette *Radio-City* est due à la munificence de M. Rockefeller Junior, qui lui a consacré une partie de son immense fortune. Elle nous intéresse particulièrement du fait qu'elle doit comprendre différents bâtiments constituant les « maisons » des quatre grandes nations européennes : France, Angleterre, Italie, Allemagne. La maison de France, notamment, constituée par un des « petits »

est le plus grand du monde, et un cinéma.

On voit ainsi l'ampleur de la réalisation et on conçoit facilement les énormes capitaux qu'entraîne une telle construction, capitaux qui — comme nous le verrons plus loin — se chiffrent par milliards de nos francs.

Or, il importe avant tout que ces capitaux restent inproductifs le moins longtemps

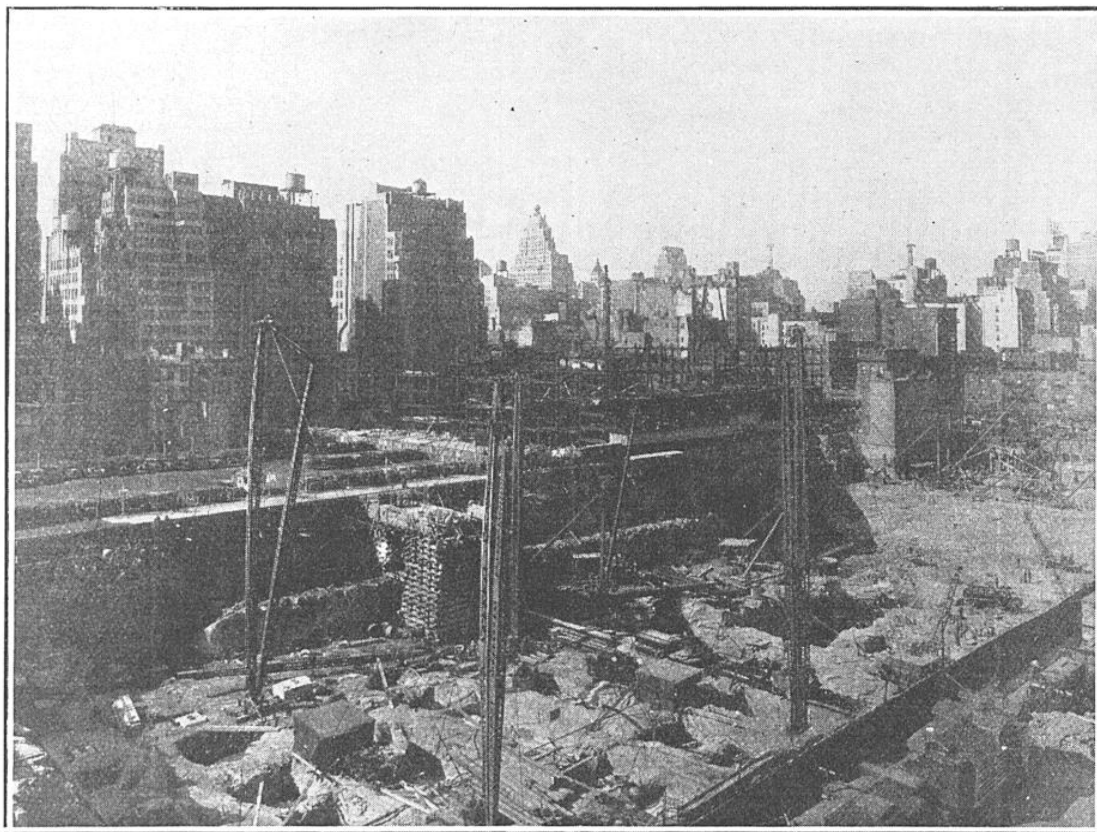


FIG. 2. - LES FOUILLES AVANT L'ÉTABLISSEMENT DU GRATTE-CIEL CENTRAL DU « RADIO-CITY »
On voit que la profondeur des fondations, tout en étant déjà considérable, est cependant relativement faible par rapport à la hauteur des immeubles.

immeubles à huit étages qui sont en bordure de la 5^e avenue, au centre du quartier des affaires, est destinée à recevoir certains organismes officiels français — consulat, etc. — et à présenter une exposition permanente de tout ce que produit la France dans tous les domaines.

La tour centrale doit contenir les services de différentes sociétés s'occupant des questions radioélectriques, et elle contiendra un certain nombre de studios d'émission. Un des gratte-ciel latéraux comprend, d'autre part, un music-hall qui, avec ses 6.400 places,

possible et que, par conséquent, la construction se fasse dans un délai réduit au minimum. La première condition pour cela est l'établissement de plans complets : plans des constructions, d'une part, plans d'organisation du travail, d'autre part. L'élaboration de ces plans est confiée à une multitude de spécialistes opérant simultanément. Pour l'*Empire State Building*, cette élaboration a duré six mois. Par contre, la construction proprement dite n'a duré que quatre-vingt-treize jours. Il est vrai que trois équipes se relayaient par vingt-quatre heures.

Du point de vue technique, la construction pose, bien entendu, des problèmes multiples. En ce qui concerne les fondations, New York présente l'avantage d'être bâti directement sur le roc, si bien qu'il n'est pas nécessaire de les établir très profondément. En fait, pour l'*Empire State Building*, les deux cents colonnes qui supportent l'édifice sont portées par des blocs de béton enca-

brique mince dont la paroi est recouverte de plaques métalliques (acier au chrome nickel, ou aluminium). On cherche d'ailleurs à remplacer la brique elle-même par des panneaux de quelques centimètres d'épaisseur, construits en une matière calorifuge.

Les planchers sont aussi minces que possible, de manière à diminuer la place perdue en hauteur. Les cloisons sont généralement

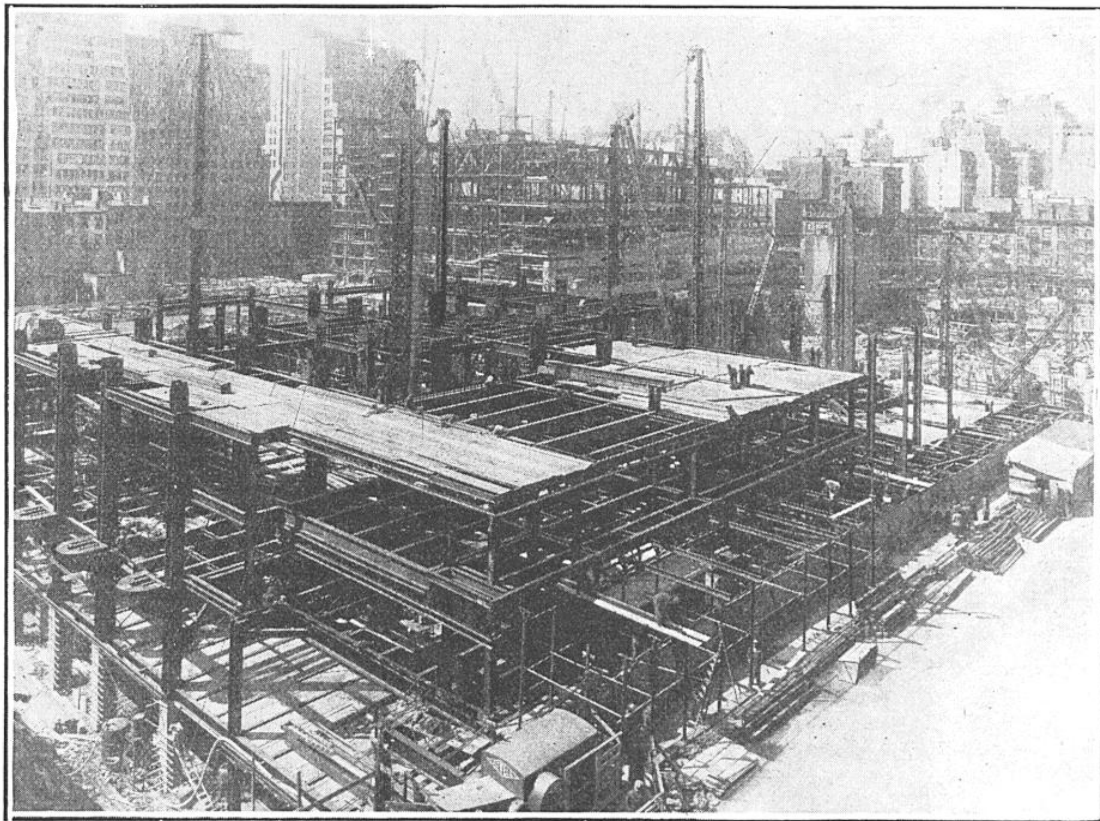


FIG. 3. — LA CONSTRUCTION DES ÉTAGES INFÉRIEURS DU MÊME GRATTE-CIEL

On notera le dispositif de construction utilisé dans tous les gratte-ciel : carcasse métallique formée de poteaux verticaux en prolongement les uns des autres, entretoisés à chaque étage par des poutres horizontales.

trés dans le roc à une profondeur de 18 mètres environ.

L'ossature même du building est métallique. Elle est constituée, d'une part, par des poteaux qui se prolongent depuis le sous-sol jusqu'au toit, et, d'autre part, par des poutres qui réunissent transversalement ces poteaux à chacun des étages. Les murs ne sont pas porteurs et servent simplement d'écrans. Ils sont bâtis parfois en pierre de taille, comme c'est le cas pour la *Radio-City*, tout au moins en ce qui concerne les étages inférieurs. Le plus souvent, on utilise de la

constituées, soit en brique creuse, soit par deux tôles entre lesquelles on intercale des produits insonores.

En ce qui concerne l'assemblage des différents éléments de l'ossature, on emploie maintenant couramment des équerres d'assemblage. C'est, en particulier, le cas de l'*Empire State Building*.

La soudure à l'arc de ces différents éléments est prônée par différents constructeurs, comme facteur de solidité. C'est grâce à ce procédé, paraît-il, que l'*Edison Building*, à Los Angeles, doit de n'avoir pas été endom-

magé lors des récents et violents séismes. Le calcul des résistances des différents matériaux porteurs pose, dans le cas des gratte-ciel, un problème spécial : celui de la résistance au vent.

C'est qu'en effet la surface de base est relativement faible par rapport à la hauteur, et que, d'autre part, le vent qui règne à une hauteur de 200 à 300 mètres, est beaucoup

— est appelé à recevoir à demeure plus de 12.000 personnes (patrons et employés) et à recevoir la visite de 40.000 autres personnes par jour. Comme, d'autre part, la « population permanente » doit être transportée, aux « heures de pointe », dans un délai de quarante-cinq minutes, il est nécessaire de prévoir des ascenseurs nombreux et rapides (ascenseurs « express » et ascenseurs « omnibus »)

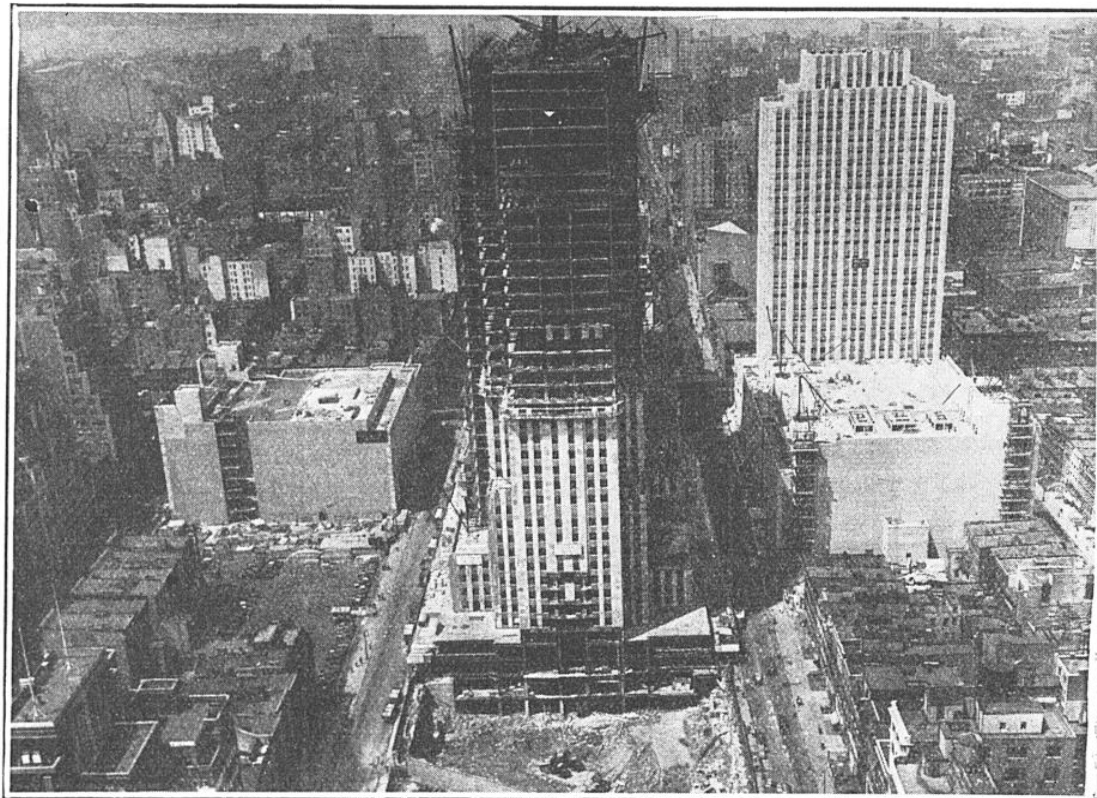


FIG. 4. — LE BATIMENT CENTRAL DE LA « RADIO-CITY » EN COURS DE CONSTRUCTION. On remarquera, à droite, un autre bâtiment du même groupe qui vient d'être achevé. En bas et à droite, des pâtés de maisons destinés à disparaître. À gauche, le bâtiment contenant un grand cinéma.

plus fort qu'au sol. Les ingénieurs américains ont donc été amenés à établir des formules tenant compte de ces efforts et qui semblent donner des résultats satisfaisants.

Le problème des ascenseurs

La question primordiale dans l'aménagement intérieur des gratte-ciel est celle des ascenseurs. Un gratte-ciel est, en effet, une véritable ville contenant une population « permanente » et « flottante » considérable. On estime, par exemple, que le *R. C. A. Building* — qui, avec ses 70 étages, constitue le bâtiment principal de la *Radio-City*

desservant commodément tous les étages.

En fait, on compte qu'il faut, en moyenne, environ un ascenseur par étage. Ainsi, le *R. C. A. Building* — dont nous parlons ci-dessus, comporte 74 ascenseurs, dont 55, d'une capacité de 22 personnes chacun, auront une vitesse comprise entre 800 et 1.200 pieds à la minute, ce qui correspond, au maximum, à 360 mètres à la minute, soit 6 mètres à la seconde, plus de 21 kilomètres à l'heure ! Ces vitesses considérables, dont nous n'avons aucune idée en France, ne sont d'ailleurs autorisées que depuis peu. Elles permettent d'atteindre

les étages supérieurs, à 250 mètres d'altitude, en moins de cinquante secondes. Bien entendu, ces divers ascenseurs sont équipés avec les dispositifs de signalisation, de commande et de sécurité les plus modernes.

Signalons, à ce sujet, l'emploi de cellules photoélectriques qui empêchent la fermeture des portes dès que quelqu'un va pénétrer dans un de ces ascenseurs, ce qui évite les accidents, malheureusement fréquents, qui se produisaient sous l'effet du choc toujours brutal de ces portes.

Le conditionnement de l'air dans les gratte-ciel

Un autre problème d'aménagement intérieur est celui du chauffage, ou plutôt du conditionnement de l'air dans les immeubles. Le chauffage se fait à la vapeur, mais on préfère, en général, ne pas prévoir, dans l'immeuble, une chaudière spéciale à cet effet. On utilise plutôt la vapeur fournie par une centrale urbaine, à pression relativement haute, et que l'on expédie dans des radiateurs sur lesquels on fait circuler de l'air au moyen de ventilateurs appropriés. L'air doit ensuite traverser des filtres spéciaux. C'est d'ailleurs la technique couramment utilisée pour le conditionnement de l'air (1) d'une manière générale.

Signalons, enfin, que suivant l'orientation, certaines parties des immeubles doivent être plus chauffées que les autres.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 144, page 439.

Comment les gratte-ciel sont défendus contre l'incendie

A côté des questions de construction et d'aménagement proprement dits, l'édification d'un immeuble pose un problème d'une importance capitale : celui de la sécurité et de la défense contre l'incendie. La

première chose à faire est, évidemment, d'écartier au maximum toute possibilité d'incendie. A cet égard, des règlements draconiens sont imposés. Ainsi, tous les éléments métalliques portants (poteaux, poutres, solives) doivent être protégés par une couche d'un produit calorifuge en ciment ou en plâtre de plusieurs centimètres d'épaisseur. D'autre part, des avertisseurs et des extincteurs d'incendie sont prévus à chaque étage, et un personnel spécial veille à demeure. En outre, un nombreux service d'inspecteurs s'assure, par des visites men-



FIG. 5. — LE BATIMENT CENTRAL DE 70 ÉTAGES DU « CENTRE ROCKFELLER » EST TERMINÉ

suelles, que les mesures préventives sont strictement observées.

C'est qu'en effet les moyens pour combattre l'incendie lui-même sont extrêmement difficiles à mettre en œuvre par suite de la nature même des gratte-ciel. Il y a des limites aux échelles et à la puissance des lances à incendie que peuvent amener les pompiers et, malgré leurs dimensions et leur puissance, elles sont incapables de combattre le feu à partir du dixième étage.

Au delà de ce niveau, quand un incendie est signalé, il faut utiliser des méthodes spéciales. Les pompiers doivent essayer d'atteindre, si possible, l'étage *au-dessus* du lieu du sinistre. C'est pour cela qu'un ascenseur à l'abri du feu est toujours prévu dans les gratte-ciel. Ils ne se font conduire d'ailleurs généralement qu'à l'étage *au-*

Quel est l'avenir des gratte-ciel ?

Nous venons de passer rapidement en revue tous les problèmes qui se posent, en ce qui concerne l'édification du gratte-ciel. Nous avons vu, en outre, au début de cette étude, que le gratte-ciel avait sa raison d'être dans la concentration des affaires.



FIG. 6. — VUE D'ENSEMBLE DES TROIS BLOCS QUI CONSTITUERONT LE « CENTRE ROCKFELLER » — COURAMMENT APPELÉ « RADIO-CITY » — EN COURS DE CONSTRUCTION. L'immeuble du centre est presque terminé. Derrière lui, un peu sur la gauche, la Maison Britannique en cours de construction, à côté de laquelle prendra place la Maison de France. Au fond, à gauche, la cathédrale Saint-Patrick semble écrasée par les bâtiments qui l'entourent.

dessous de celui où le feu s'est déclaré, ignorant les proportions prises par le sinistre. De là, ils gagnent, si possible, l'étage au-dessus par des escaliers également à l'abri du feu, et ils trouvent alors à pied-d'œuvre tout le matériel (haches, lances, etc.) nécessaire pour combattre le feu.

En fait, les incendies de gratte-ciel sont généralement peu graves et sont facilement circonscrits. Notons, d'ailleurs, que les canalisations d'eau sous pression sont plus considérables qu'en Europe et permettent de déverser rapidement des tonnes d'eau.

Examinons maintenant si réellement cette formule de construction des immeubles est une formule d'avenir. Du point de vue commercial, au temps de la prospérité économique, l'exploitation d'un gratte-ciel était indubitablement une bonne affaire. A New York, où les terrains situés dans le centre valaient près de 50.000 francs le mètre carré, l'expérience montrait que le revenu d'un immeuble croissait de 4 % à 10 % quand le nombre des étages variait de 8 à 60. Au delà de 60, ce revenu diminuait. C'était donc surtout pour une ques-

tion de prestige que l'on construisait des immeubles plus élevés, comme l'*Empire State Building*. Celui-ci, avec ses quatre-vingt-cinq étages, se termine par une tour qui en fait le bâtiment le plus élevé du monde et qui doit, en principe, servir de mât d'amarrage pour les dirigeables. Cette conception a d'ailleurs été très critiquée,

la faillite du gratte-ciel. Ce n'est pas notre avis. Il y a eu certainement, pendant la période de prospérité, une poussée exagérée de construction, mais il est bien imprudent de se baser sur la période de dépression actuelle pour affirmer que la conception du « bâtiment tour » a fait son temps. Basé sur des principes de rationalisation commerciale,

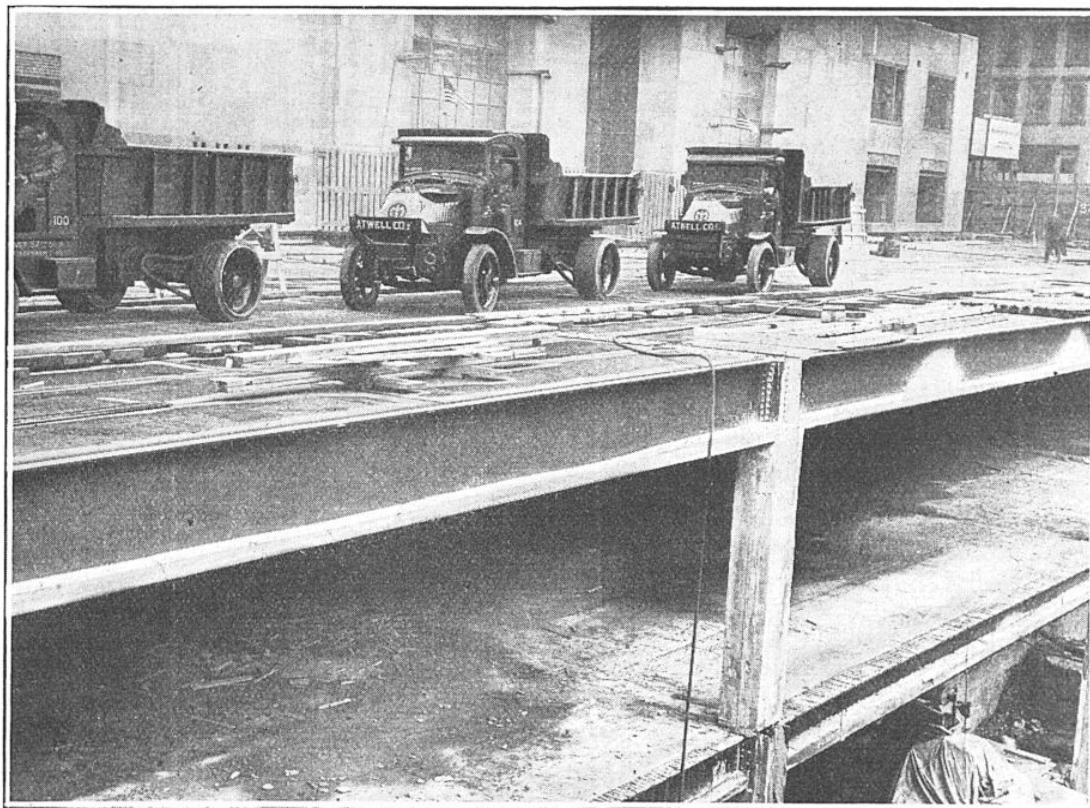


FIG. 7. — VOICI L'UNE DES RUES « EN ACIER » TRAVERSANT LE « CENTRE ROCKFELLER »
Le revêtement en asphalte de cette route repose, en effet, sur une base en acier. On remarquera, au-dessous de la route, un sous-sol qui sera utilisé également comme passage, par la suite.

car — comme nous l'avons souligné — la vitesse du vent en altitude est beaucoup plus grande qu'au sol. Quoi qu'il en soit, déjà au temps où les affaires « marchaient », ce développement en hauteur pouvait paraître excessif. Depuis, la « crise » est venue et la plupart des locaux restent vides, dans les nouveaux bâtiments. Si l'on songe que l'*Empire State Building* a coûté 67 millions 500.000 dollars à bâtir, soit environ 1.700 millions de francs, et que le coût d'édification de la *Radio-City* est évaluée à quinze milliards de francs, on se rendra compte de la masse des capitaux pour le moment improductifs. Certains esprits ont vu là

elle apparaît au contraire, comme la formule de l'avenir, à condition toutefois de rester dans des limites raisonnables.

Faut-il étendre le principe des gratte-ciel aux villes européennes? Certaines l'ont déjà adopté, et on peut en voir, en particulier, à Anvers, Hambourg, Berlin, bien que, toutefois, les dimensions y soient considérablement réduites.

Du point de vue pratique, les avantages seraient certains, mais l'esthétique de nos vieilles cités serait par là même bouleversée, et c'est pourquoi les partisans des gratte-ciel sont si peu nombreux chez nous.

ANDRÉ CHARMEIL.

APRES LA PERTE DU DIRIGEABLE « AKRON », VOICI LE NOUVEAU RIGIDE « MACON »

Par Y. LEIMARCH

La catastrophe qui a entraîné, le 3 avril dernier, la perte de l'Akron — le plus grand dirigeable du monde, — où tout avait pourtant été mis en œuvre par la marine des Etats-Unis pour assurer le maximum de sécurité (emploi de l'hélium, gaz incombustible), s'est produite précisément au moment où son « sistership », le Macon, allait procéder à ses essais. La destruction de cet aéronef, venant après tant d'autres (notamment notre Dixmude, perdu en 1923, en Méditerranée ; le rigide anglais R. 101, tombé en flammes à Beauvais en 1930), pose à nouveau le problème du dirigeable en tant que moyen de transport ou engin de guerre. Depuis la catastrophe du R. 101 (1), la Grande-Bretagne a renoncé à la construction des grands rigides. La France ne l'a jamais entreprise, par raison d'économie et insuffisance technique. Voici maintenant qu'aux Etats-Unis, certaines personnalités réclament l'abandon du dirigeable. Cette tendance est-elle justifiée ? Ce n'est pas notre avis : il ne faut pas oublier, en effet, les performances si brillamment accomplies par le dernier rigide allemand Graf-Zeppelin, qui a parcouru des centaines de milliers de kilomètres sans accidents et avec une régularité remarquable, par tous les temps. Le docteur Eckener vient précisément d'accomplir un voyage aux Indes néerlandaises et, tout récemment, il s'entretenait, à Amsterdam, de la création de lignes à exploiter par dirigeable, entre l'Europe et l'Amérique du Nord, l'Europe et les Indes néerlandaises. L'itinéraire serait le suivant : New York-Batavia par Barcelone et le Caire. Des capitaux américains seraient déjà assurés pour la mise en service de cette nouvelle ligne aérienne ce qui prouve qu'en Amérique même les gens avertis n'ont pas renoncé au dirigeable. La firme Zeppelin, grâce à son admirable personnel technique, que dirige le docteur Eckener, a acquis une expérience hors de pair de plus de trente années dans la construction du dirigeable rigide : elle n'est arrivée à établir son dernier modèle qu'après avoir construit et essayé un grand nombre d'appareils, sans se laisser rebuter par les défaillances. Les Anglais et les Américains n'en sont pas encore là ! Aussi avons-nous jugé qu'il était opportun de décrire le nouveau dirigeable de la marine américaine Macon, muni des derniers perfectionnements de la technique aéronautique, que l'on pourra ainsi comparer à ceux du Zeppelin décrit ici même (2) lors de sa mise en service.

LE 3 avril dernier a été une journée néfaste pour les ballons dirigeables. Ce jour-là, en effet, trois d'entre eux ont été détruits, dont l'Akron, le gigantesque « croiseur de l'air », dont s'enorgueillissait la marine américaine.

Cette catastrophe s'est produite, par une curieuse coïncidence, quelques jours seulement après le « lancement » du Macon — frère cadet de l'Akron — dont les essais sont actuellement en cours. Il ne reste donc plus en service aujourd'hui, dans le monde entier — puisque le vieux Los-Angeles, qui appartient également à la marine américaine, vient d'être déclassé — qu'un seul grand « rigide », le Graf-Zeppelin, dont les multiples randonnées ont défrayé la chronique depuis plusieurs années. Signalons toutefois qu'un nouvel appareil, le L-Z-129 est actuellement en construction aux chantiers

« Zeppelin », de Friedrichshafen (Allemagne).

Graf-Zeppelin, Macon, L-Z-129, voici donc trois étapes dans la construction du « plus léger que l'air ». Il est particulièrement intéressant de comparer les techniques qui ont présidé à l'élaboration de ces appareils, car cette comparaison nous permettra de suivre l'évolution du dirigeable au cours de ces dernières années.

Rappelons donc tout d'abord les principes généraux de conception et de réalisation des « rigides ». On sait que ceux-ci sont essentiellement constitués par une carcasse métallique recouverte d'un tissu protecteur métallisé à l'intérieur de laquelle sont logés un certain nombre de « ballonnets » emplies du gaz sustentateur.

Le gaz sustentateur : hélium ou hydrogène ?

Un premier problème — problème capital, d'ailleurs — se pose dès l'abord, celui

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 150, page 483.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 138, page 509.

du choix de ce gaz sustentateur. L'hydrogène est, comme on le sait, le plus léger des gaz et, à ce titre, il est le mieux approprié au gonflement des ballons, mais il a le très grave inconvénient d'être combustible, ce qui risque de provoquer de terribles catastrophes, comme ce fut le cas pour le dirigeable anglais *R-101* qui s'abattit en flammes près de Beauvais.

sont très limitées et, en fait, jusqu'à présent, seuls les dirigeables américains — et, en particulier, l'*Akron* et le *Macon* — ont pu l'utiliser. Le *Graf-Zeppelin* est, en effet, gonflé à l'hydrogène comme l'était le dirigeable anglais *R-101*.

Le *L-Z-129* aura, lui, un système de gonflage mixte. Il comprendra des ballonnets extérieurs gonflés à l'hélium, à l'intérieur

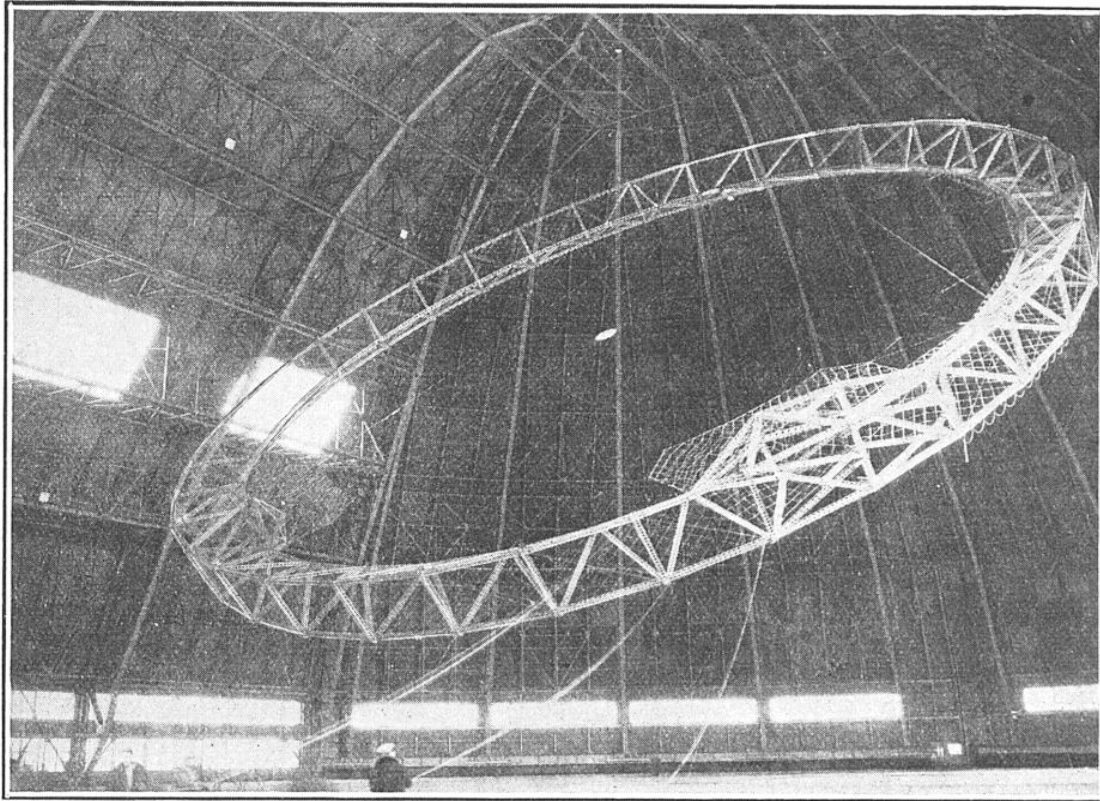


FIG. 1. — VOICI LA MISE EN POSITION DU PREMIER ANNEAU TRANSVERSAL DE L'« AKRON »
On remarquera la construction, à section triangulaire, de ces anneaux dont la rigidité est ainsi assurée.

Aussi a-t-on cherché à le remplacer par un autre gaz incombustible. Cet autre gaz, c'est l'hélium. Il est quatre fois plus lourd que l'hydrogène, ce qui diminue dans une notable proportion sa force ascensionnelle, mais son principal inconvénient n'est pas là. Il réside dans sa rareté et sa difficulté d'obtention (1). A l'heure actuelle, on l'extraie presque exclusivement de certaines sources naturelles qui sont situées aux États-Unis, et tel quel son prix de revient est encore de 20 francs le mètre cube, tandis que celui de l'hydrogène est de 3 francs seulement.

D'autre part, les quantités recueillies

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 47.

desquels seront disposés d'autres ballonnets gonflés à l'hydrogène. Cette disposition aura l'avantage suivant : grâce à la couverture extérieure d'hélium, la sécurité dans l'incendie est assurée d'une façon suffisante. D'autre part, c'est le ballonnet à hydrogène qui communique avec la soupape commandée qui permet de faire échapper de ce gaz pour équilibrer le ballon, on ne perd donc que de l'hydrogène, moins coûteux.

Moteur à explosion ou moteur à huile lourde ?

Le *Graf-Zeppelin* est équipé de cinq moteurs à explosion Maybach, logés dans des

nacelles spéciales. Rappelons (1) que le carburant utilisé pour ces moteurs est un mélange combustible gazeux à base d'éthylène appelé « gaz bleu » et ayant la même densité que l'air. Ce gaz est enfermé dans des compartiments en toile imperméable. L'emploi d'un gaz comme carburant a pour objet de remédier à l'allègement progressif du dirigeable qui se produit lorsque l'on utilise des carburants liquides ; on devait, autrefois, en effet, compenser cet allège-

l'extérieur. Pour compenser l'allègement dû, comme nous l'indiquons ci-dessus, à la combustion de l'huile, on a prévu un dispositif de condensation de l'eau contenue dans les gaz d'échappement. Le poids de l'eau recueillie balance alors celui de l'huile brûlée ; il s'agit, suivant l'heureuse expression que l'on a employée à ce sujet, d'une véritable « fabrique de lest ». En ce qui concerne l'appareil motopropulseur, une autre caractéristique curieuse des deux rigides améri-

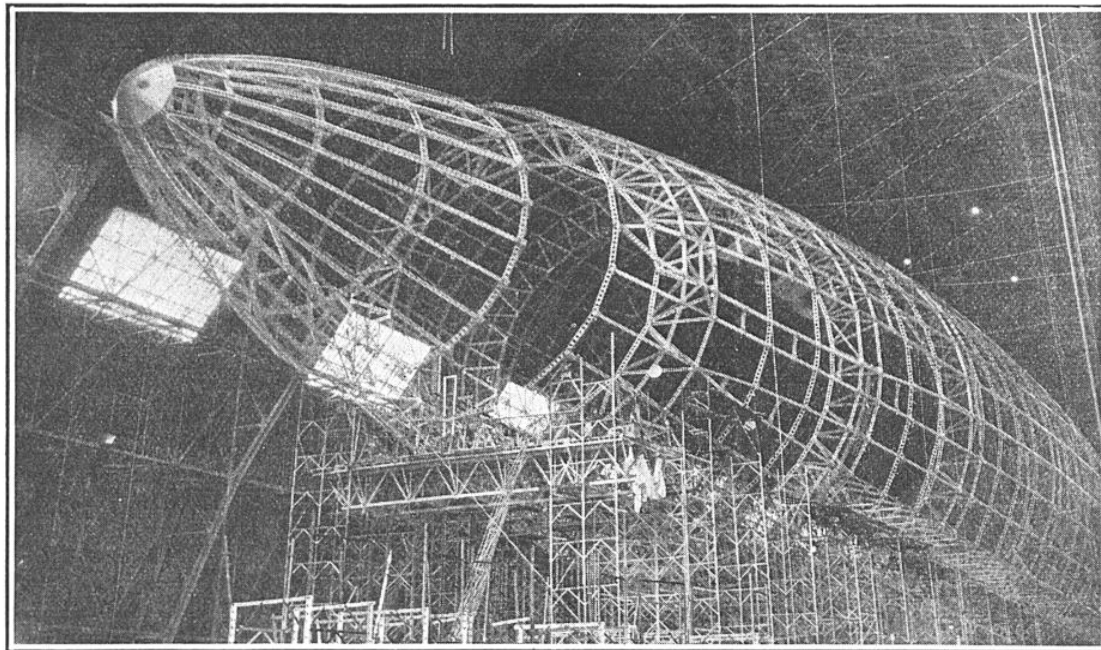


FIG. 2. — LA MISE EN PLACE DE LA PARTIE ANTÉRIEURE DE LA CARCASSE DE L'« AKRON »
On voit la carcasse métallique en forme de cage, formée par des anneaux transversaux en duralumin réunis par des poutres longitudinales. Le duralumin est un alliage d'aluminium à la fois léger et résistant.

ment en laissant échapper du gaz sustentateur.

Au contraire, le gaz « bleu » brûlé étant remplacé par de l'air ayant même densité, aucune modification « aérostatique » ne se produit.

En ce qui concerne le *Macon*, comme ce fut également le cas pour l'*Akron*, une autre solution a été adoptée. Cet appareil est équipé de huit moteurs à huile lourde qui sont logés directement dans la coque de l'appareil ; il n'y a plus, en effet aucun danger d'incendie, étant donné que le gaz sustentateur est l'hélium. Cette disposition permet de réduire au minimum la résistance à l'avancement, puisqu'il n'y a plus que les hélices et leurs arbres qui sont placés à

cains consiste dans la disposition d'hélices orientables. L'axe de ces hélices peut être maintenu soit horizontal pour leur permettre de jouer leur rôle normal de propulseur, soit incliné et même vertical pour aider à la sustentation du ballon en vue de faciliter les manœuvres. Sous ce rapport, les dirigeables américains sont donc très différents du *Graf-Zeppelin*. Ce ne sont pas, d'ailleurs, les seules différences qui existent. Nous verrons tout à l'heure celles qui proviennent des buts d'utilisation de ces engins. (Le *Graf-Zeppelin* est, en effet, un appareil de transport, tandis que le *Macon*, comme l'*Akron*, est un dirigeable de marine). Nous allons examiner maintenant les différences dans la conception et la construction des carcasses elles-mêmes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 138, page 511.

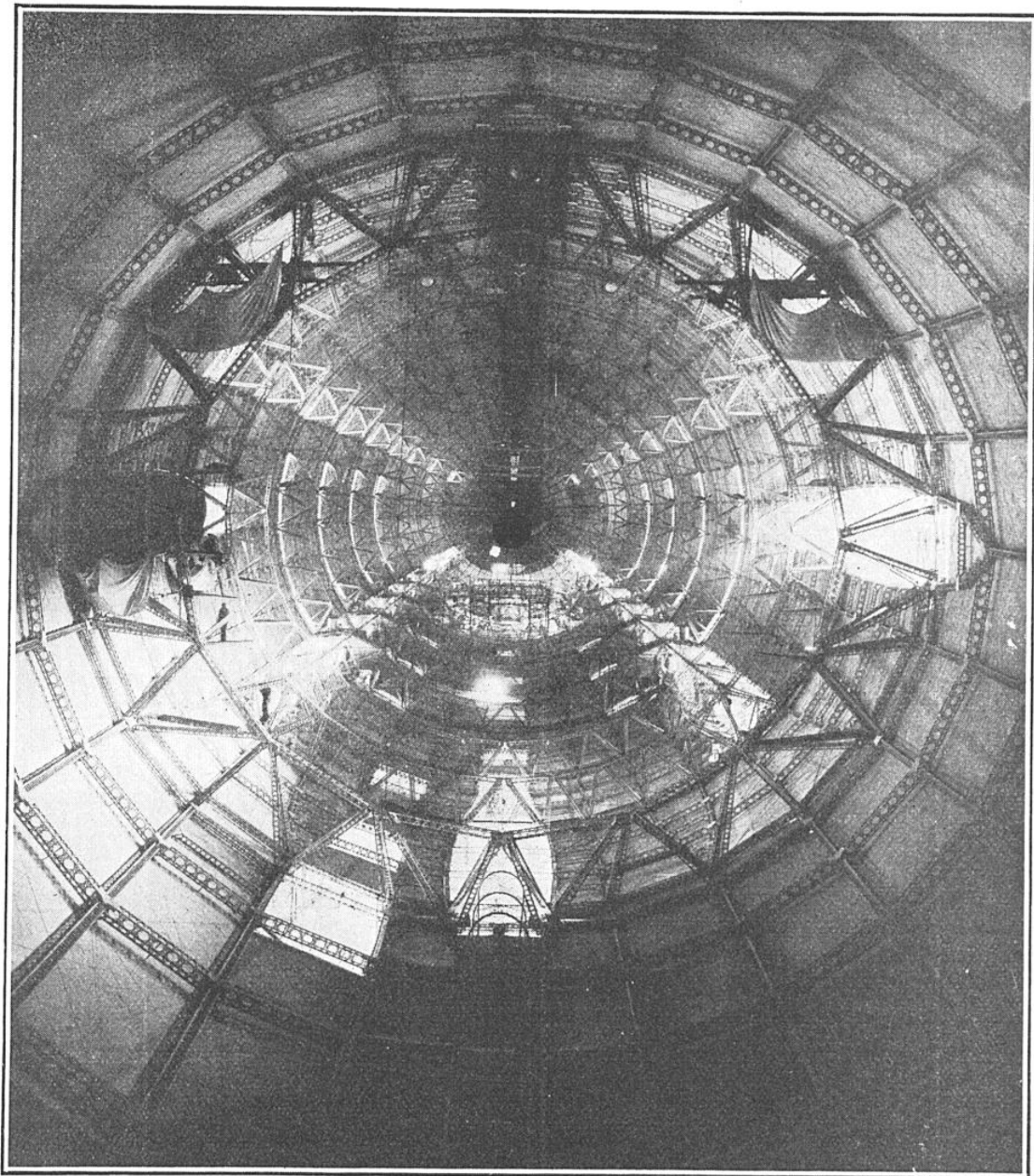


FIG. 3. — LA CARCASSE DU « MACON » APRÈS ENTOILAGE, PHOTOGRAPHIÉE, DE BOUT EN BOUT, DE L'INTÉRIEUR MÊME DE L'APPAREIL

En quoi diffèrent les carcasses du « Graf-Zeppelin » et du « Macon »

Le *Graf-Zeppelin* et le *Macon* ont des longueurs à peu près égales (239 mètres pour le *Macon* contre 235 pour le *Graf-Zeppelin*). Par contre, le diamètre du *Macon* atteint 40 m 40, soit 10 mètres de plus que

celui du *Graf-Zeppelin*, si bien que le *Macon* est beaucoup plus « renflé ». Par voie de conséquence, son volume est de 182.000 mètres cubes contre 105.000 seulement au *Graf-Zeppelin*. La force ascensionnelle est donc considérablement plus grande. Du point de vue aérodynamique, d'ailleurs, sa forme est meilleure, et si le *Graf-Zeppelin*

est si effilé, ce n'est pas, comme on pourrait le croire, pour des raisons mécaniques ou physiques, mais simplement à cause des dimensions trop étroites du hangar utilisé pour sa construction.

Dans ces deux cas, la carcasse elle-même est formée d'une sorte de cage constituée par des anneaux espacés, reliés entre eux

« cordes à piano ». Les ballonnetts qui sont logés entre ces anneaux successifs s'appuient alors que les réseaux de corde à piano ainsi constitués.

Cette disposition présente l'inconvénient que si l'un des ballonnetts se dégonfle partiellement, les ballonnetts qui l'encadrent viennent appuyer exagérément sur les

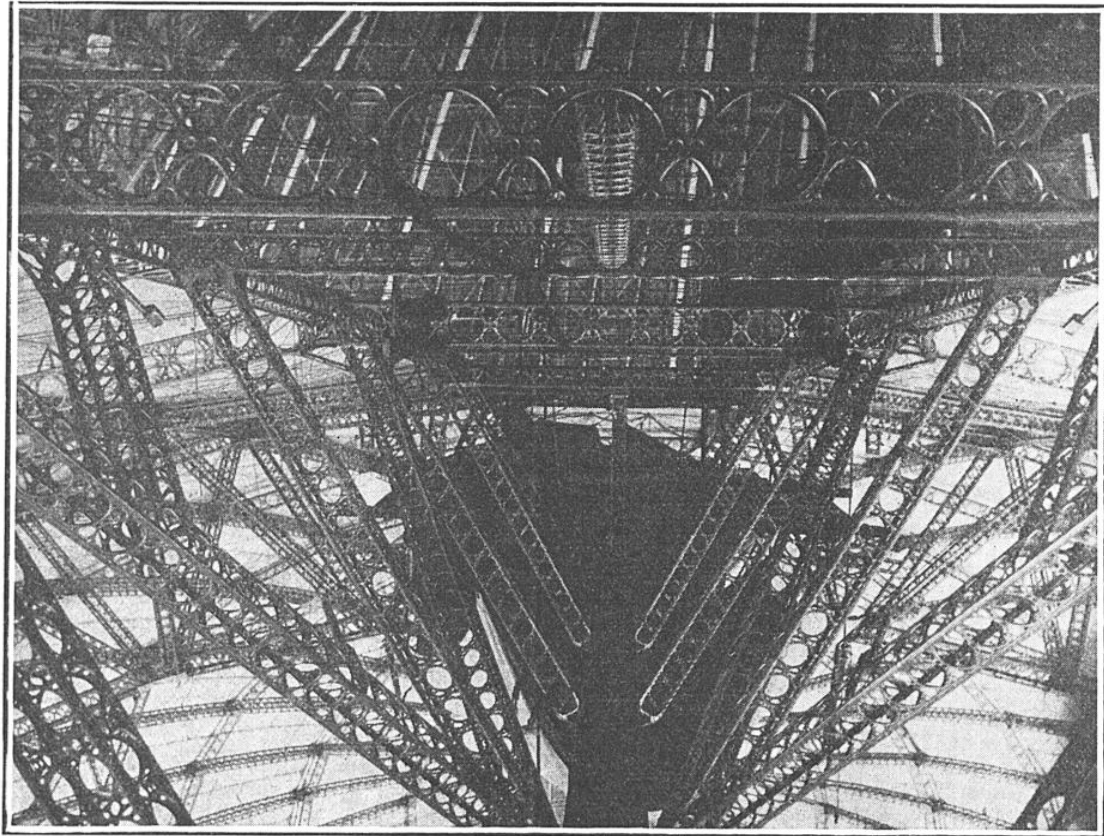


FIG. 4. — VOICI, A PLUS GRANDE ÉCHELLE, L'ASPECT DE LA POUTRE SUPÉRIEURE DE LA CARCASSE DU « MACON », QUE L'ON VOIT EN HAUT DE LA FIGURE PRÉCÉDENTE

par des poutres longitudinales. Là encore, il y a des différences fondamentales dans les conceptions de la construction allemande et américaine.

Les anneaux sont, en effet, soumis à des forces qui tendent à les étirer et les ovaliser dans le sens vertical : ce sont le poids de toute la charge, d'une part, qui appuie vers le bas, et la force ascensionnelle des ballonnetts, d'autre part, qui agit sur le haut.

Dans la réalisation allemande, les anneaux, construits très légèrement, sont relativement peu rigides. Aussi pour les empêcher de se déformer tend-on, transversalement, entre les différents éléments de ces anneaux, des

cordes à piano qui les séparent du ballonnet dégonflé, créant ainsi des tensions dangereuses dans ces cordes.

C'est pour cette raison que les constructeurs américains et anglais ont préféré fabriquer des anneaux ayant par eux-mêmes une rigidité suffisante pour résister à toute déformation. Ce mode de construction adopté sur l'*Akron*, le *Macon*, et le dirigeable anglais *R-101* pour des raisons de sécurité, a cependant été probablement la cause de la catastrophe au cours de laquelle ce dernier a été détruit à Beauvais, en 1930. Voici, en effet, comment on admet, à l'heure actuelle, que l'accident a pu se produire. Les ballon-

nets logés dans la carcasse n'étant plus maintenus latéralement par les cordes, à piano, et ayant un certain jeu, balottaient légèrement et frottaient les uns contre les autres. Au bout d'un certain temps, ce frottement occasionnant une usure des tissus a dû provoquer une fuite de gaz, et l'hydrogène s'échappant à l'intérieur de la carcasse s'y est mêlé à l'air qui y était contenu en formant un mélange détonant. Ce serait

leurs pas encore fourni son rapport. On a prétendu que l'*Akron* était mal fabriqué. En fait, il était lourd (comme le *R-101*), son poids dépassant de plusieurs tonnes celui qui était prévu. En outre, il était, paraît-il, peu maniable. Quoiqu'il en soit, il avait néanmoins accompli plus de mille heures de vol, et paraissait donc donner satisfaction. Il semble que l'erreur initiale, de la part du commandant, a été de ne pas tout mettre en

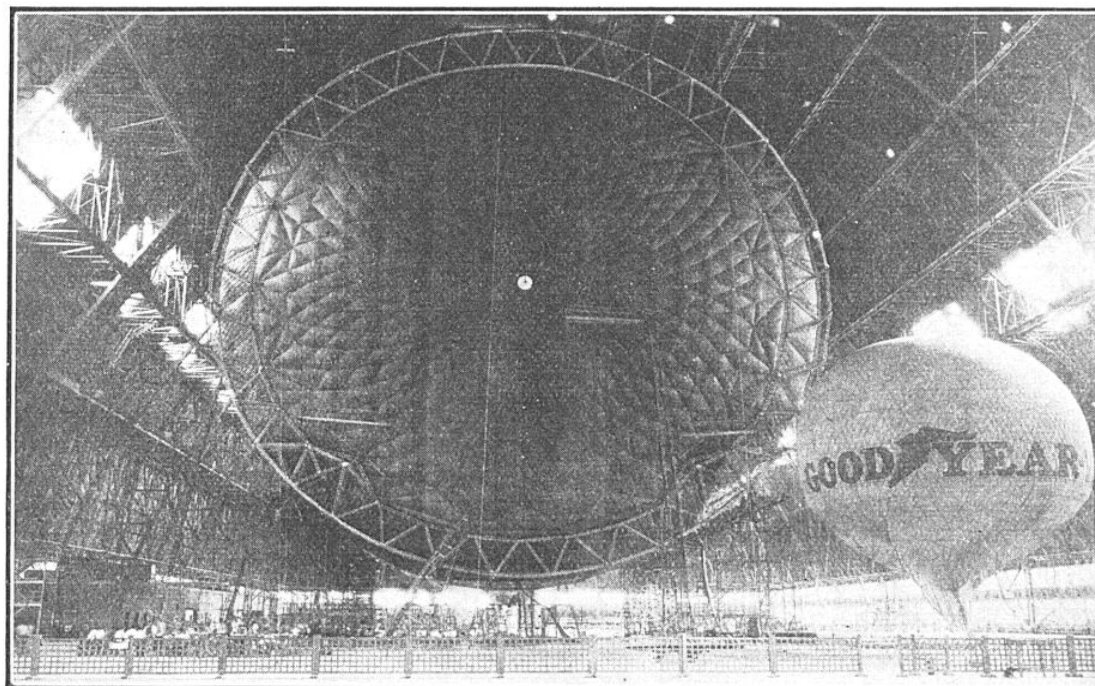


FIG. 5. — L'ESSAI D'UN BALLONNET DEVANT ÊTRE UTILISÉ SUR L'« AKRON »

Le ballonnet est placé entre deux anneaux dans la partie de la carcasse qu'il devra occuper par la suite. Le petit ballon, à droite, est utilisé comme réservoir additionnel à hélium pendant l'essai.

alors l'explosion de ce mélange qui aurait donné naissance à la grande flamme que les habitants de Beauvais aperçurent avant que le dirigeable vint s'écraser sur le sol. Notons, d'ailleurs, que cette explication ne saurait en rien s'appliquer à la catastrophe de l'*Akron*, gonflé à l'hélium. Nous n'avons aucun détail sur les circonstances dans lesquelles ladite catastrophe a pu se produire, et les témoignages des survivants, le capitaine en second Wiley et deux matelots, sont trop imprécis pour qu'on puisse en induire la cause de la perte de l'aéronef. Celui-ci s'est-il brisé en l'air ? A-t-il été simplement « plaqué » sur la mer par un courant descendant ? Il est bien difficile de se prononcer. La commission d'enquête n'a d'ail-

œuvre pour éviter l'orage menaçant qui lui avait été annoncé par T. S. F. On sait que dans un cas pareil, le *Graf-Zeppelin*, piloté par le docteur Eckener, cherche toujours à éviter les zones dangereuses. L'expérience de l'*Akron* nous aura donc montré, une fois de plus, que le dirigeable est un engin qui ne semble guère pouvoir résister au gros temps. On est donc ainsi à se demander si, réellement, il peut rendre des services comme engin de guerre.

Le « Macon » et l' « Akron » « croiseurs de l'air »

A l'encontre du *Graf-Zeppelin*, qui est simplement, comme nous l'avons dit, un appareil de transport, le *Macon* est un véri-

table « croiseur de l'air », et il a pour mission de faire des reconnaissances à très longue distance sur l'Océan, objectif que ne peut évidemment pas atteindre un avion quel qu'il soit, à l'heure actuelle, du fait de son faible rayon d'action. Bien entendu, pour pouvoir remplir son rôle, le *Macon* est forte-

Pour rentrer à bord, les avions reviennent s'accrocher à ce bras qui les soulève à nouveau pour les rentrer au hangar. En pratique, ce système a donné d'excellents résultats, au cours des essais nombreux effectués sur l'*Akron*.

Que vaudrait un tel engin dans la ba-

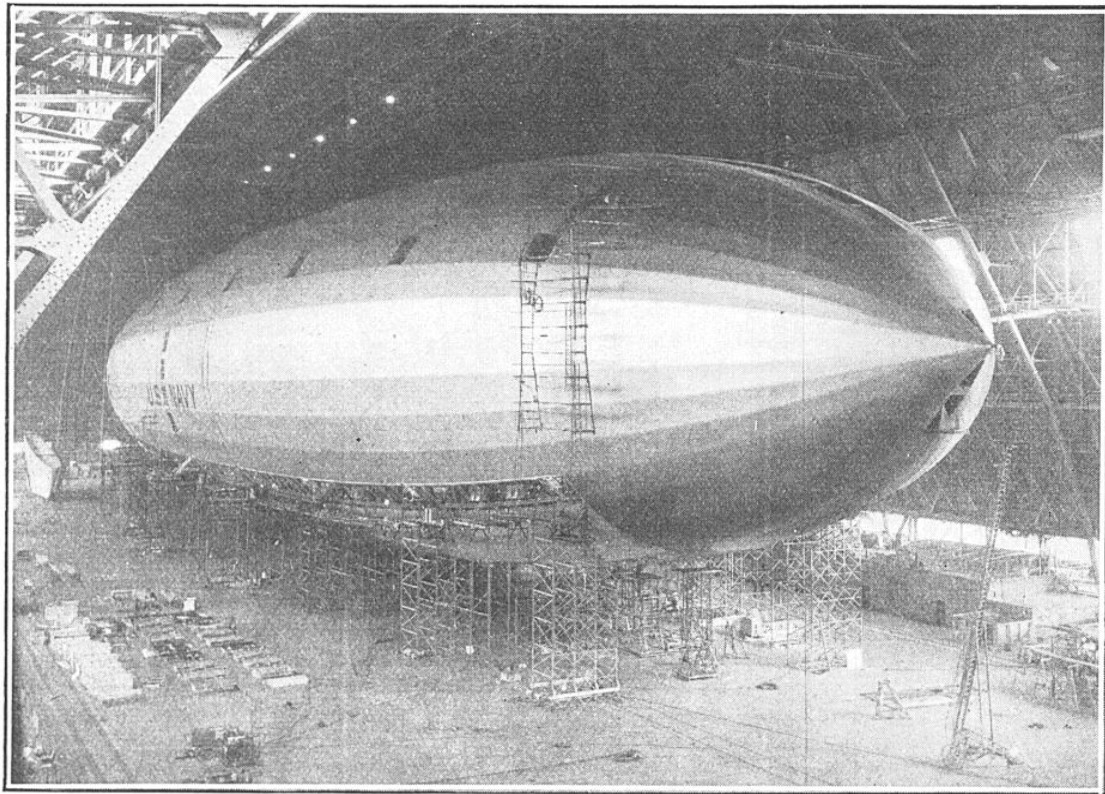


FIG. 6. — LE « MACON », SUR LE POINT D'ÊTRE TERMINÉ, RECOUVERT DE SON ENVELOPPE SUR ENVIRON 90 % DE SA SURFACE

ment armé. En fait, il possède seize mitrailleuses lourdes de fort calibre. Enfin, comme l'était l'*Akron*, c'est un aéronef porte-avions. Il contient, en effet, à l'intérieur même de sa carcasse, un véritable hangar contenant cinq avions de chasse destinés à l'éclairer et à le défendre. Lorsque les avions doivent prendre l'air, on les descend au moyen d'un long bras à travers une brèche en forme de T, créée par le glissement des panneaux. Le « lâcher » se fait alors sans grande difficulté.

taille ? Pourrait-il rendre réellement les services qu'on attend de lui ? Par beau temps, l'énorme rayon d'action qu'il possède lui permettrait évidemment de surveiller de vastes étendues d'Océan, mais nous avons vu combien il était désarmé par mauvais temps. D'autre part, comment se comporterait-il devant l'ennemi maritime ou aérien ? Serait-il capable d'une défense sérieuse ?

C'est là un des secrets de la guerre future.

Y. LEIMARCH.

UNE NOUVELLE MÉTHODE POUR DÉTERMINER LES PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX

Par Charles BRACHET

Jusqu'à présent, la détermination des qualités d'« élasticité », de « rigidité », de « dureté », etc., des matériaux de toutes sortes (matériaux utilisés dans le bâtiment, la construction mécanique, etc.) demandait souvent de longues études et un appareillage compliqué. Or, un nouveau procédé vient d'être mis au point, qui permet, à l'aide de dispositifs oscillants, de déterminer rapidement les caractéristiques en question en mesurant simplement la durée d'oscillation et de « battement » de ces dispositifs à mouvements périodiques. Il y a là, en particulier pour l'étude de la résistance des ailes d'avions et de tous les autres matériaux employés en aviation, une méthode extrêmement féconde du point de vue de la sécurité.

Un exemple fécond de la recherche méthodique : comment, avec des pendules, on mesure la rigidité d'un matériau

PLUSIEURS récentes communications faites à l'Académie des Sciences par M. Léon Guillet, viennent de montrer, une fois de plus, par des exemples typiques, la fécondité en résultats pratiques d'expériences effectuées sur le plan de la recherche désintéressée.

Il s'agit des travaux de M. Paul Le Rolland, professeur de mécanique physique et de mécanique des fluides, à la Faculté de Rennes, et de son collaborateur, M. Sorin (1).

Le problème général que s'étaient proposé MM. Le Rolland et Sorin, s'est révélé de la plus haute importance pour la sécurité aérienne :

Une poutre rigide (aile, fuselage) est

(1) Ces études ont été poursuivies à Nantes à l'Institut Polytechnique de l'Ouest, qui est une école annexe de la Faculté de Rennes spécialement affectée à l'éducation des élèves-ingénieurs dans le sens de la recherche industrielle.

soumise par les efforts qu'elle subit en vol à des flexions alternées qui modifient à la longue sa rigidité. Un état de vieillissement peut survenir dans lequel la « limite élastique » de la poutre se trouve dépassée, c'est-à-dire un moment où, fatiguée, elle ne reprend plus sa position antérieure après déformation en l'un quelconque de ses points. A partir de cet instant, il y a déformation permanente locale et, par suite, danger de rupture. Cette déformation cachée, que rien ne décèle aux yeux, voilà ce qu'il s'agit de déceler.

Pour y parvenir, il faut en conséquence, inventer de toutes pièces une *méthode pratique* qui permette de mesurer directement, en tout point de la charpente, sa *rigidité*. M. Le Rolland et ses collaborateurs ont parfaitement résolu le problème au moyen de *pendules*.

Pour saisir toute la généralité en même temps que l'élégance de ces expériences, prenons d'abord le cas le plus simple, celui où il s'agit de

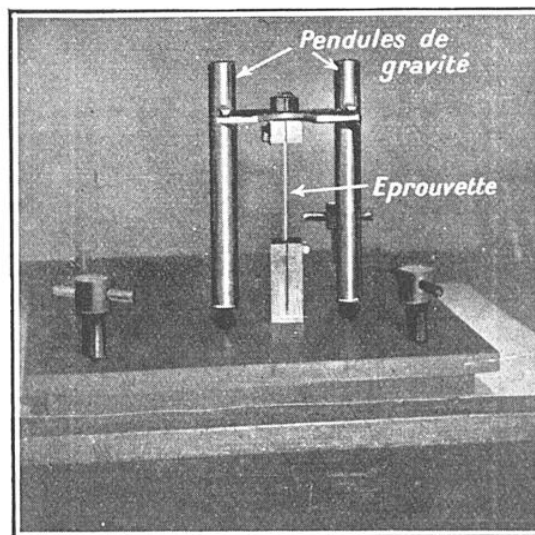


FIG. 1. — ENSEMBLE DU PENDULE DE RIGIDITÉ DE M. LE ROLLAND

L'éprouvette constitue le support de l'ensemble de l'appareil dont le fonctionnement schématisé est donné à la figure suivante.

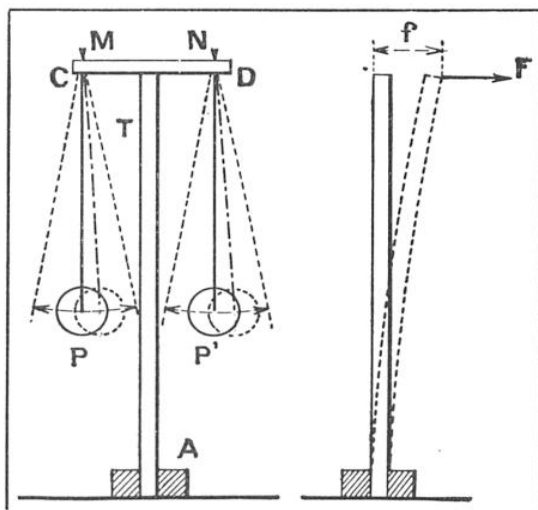


FIG. 2. — LE PRINCIPE DU PENDULE PERMETTANT DE MESURER LA RIGIDITÉ

Le pendule P est lancé. Son mouvement provoque la réaction F du support élastique. Cette réaction oscillante met en branle, à son tour, le second pendule P' dont le balancement absorbe par conséquent l'énergie fournie à P. Donc P ralentit son mouvement, mais P' lui restitue son énergie à nouveau par le même mécanisme et le même intermédiaire (le support flexible). C'est là le phénomène de battement bien connu. La période qui mesure ce battement (passage de l'un des pendules entre deux zéros d'amplitude) mesure le degré d'élasticité (module) de la tige-support.

mesurer la rigidité à la flexion d'une tige cylindrique faite d'un métal donné.

Encastrons cette tige T (fig. ci dessus) dans un support fixe. Surmontons cette tige d'une courte barre transversale formant plateau. Aux extrémités de cette barre, suspendons deux pendules de gravité bien identiques. Lançons l'un des pendules tout en laissant l'autre en repos. Nous voyons bientôt ce dernier entrer, lui aussi, en mouvement. L'amplitude de son oscillation augmente progressivement, passe par un maximum, puis décroît jusqu'à zéro pour croître à nouveau et ainsi de suite. La raison de ce phénomène est celle-ci : l'énergie du premier pendule se transmet au second par les vibra-

tions du support (notre tige cylindrique).

Mais, du fait de cette transmission de mouvement, à mesure que le second pendule accroît son amplitude d'oscillation, le premier « se vide » de l'énergie qu'il détenait de notre impulsion. Inversement, il récupère à son tour cette énergie, quand l'oscillation du second pendule vient à décroître. Tout cela, en vertu de cette loi fondamentale de conservation, qui veut que l'énergie totale du système demeure constante.

Cet échange périodique d'énergie entre les deux pendules « sympathiques » — comme disait le physicien Savart, qui découvrit le phénomène — est évidemment causé par les petits mouvements du support que constitue notre éprouvette verticale. En sorte que les mouvements alternés des deux pendules ne sont, tout compte fait, que l'amplification des vibrations de la tige-support.

En vertu de l'alternance de leurs amplitudes respectives, chacun des deux pendules passe à un moment donné par un temps d'arrêt très court. Le temps qui sépare deux de ces arrêts s'appelle un battement. La valeur de ce battement dépend de la rigidité du support puisque ce sont les petites vibrations de celui-ci qui provoquent le phénomène d'ensemble.

Sans entrer plus avant dans l'étude mécanique du dispositif, nous concevons par conséquent que, du chronométrage de ce battement, l'ingénieur-physicien puisse déduire la mesure rigoureuse de rigidité qui l'intéresse.

La précision du chronométrage du « battement » dépend évidemment de l'obser-

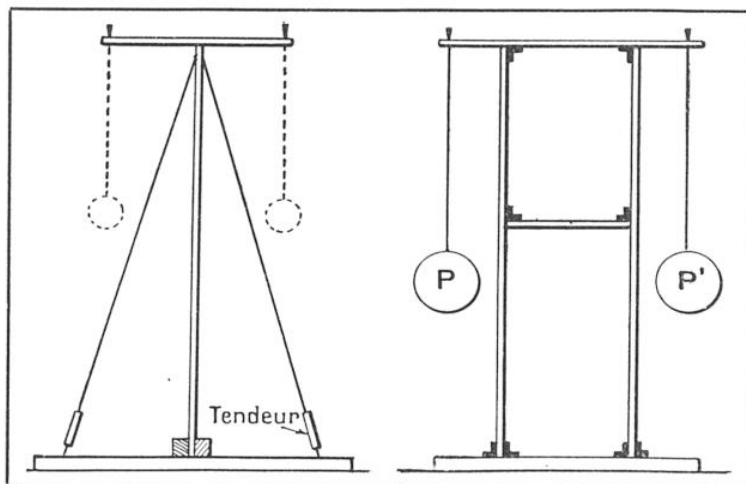


FIG. 3. — DES SYSTÈMES DE CONSTRUCTION TRÈS DIFFÉRENTS (A GAUCHE, UN MAT HAUBAN ; A DROITE, UN CADRE RIGIDE) PEUVENT ÊTRE ESSAYÉS PAR LA MÉTHODE DU PENDULE DE RIGIDITÉ

vation des arrêts très courts du pendule. Cette observation s'effectue au moyen d'un rayon lumineux projeté sur un miroir fixé au pendule et réfléchi sur une règle fixe (procédé classique des « spots lumineux » destinés à amplifier un mouvement). Le mouvement du pendule, ainsi présenté à l'observation visuelle, autorise un comptage très précis du temps qui sépare deux zéros de ses oscillations en perpétuelle variation d'amplitude.

Une formule complexe mais extrêmement sûre permet de calculer, à partir de ce temps, le « module d'élasticité » de la tige-éprouvette. Pour obtenir le même renseignement sans cet ingénieux dispositif, il eut fallu soumettre l'éprouvette à des flexions horizontales (sous des poids rigoureusement déterminés) à charge de mesurer ces flexions au micromètre. L'intervention des pendules « en résonance » a donc transposé dans le temps, en la facilitant et en augmentant sa précision, une mesure qui, jusqu'ici, s'effectuait dans l'espace.

Naturellement, à la condition de procéder à une échelle plus vaste, le procédé que nous venons d'exposer s'appliquerait à la mesure de la rigidité d'un fuselage, d'une aile, d'une poutre haubannée ou non. Il suffirait de suspendre côte à côte, successivement, en chaque point de la construction envisagée, le couple des pendules : « l'émetteur » (celui qu'on lance et le « résonateur », celui qui entre spontanément en branle). Mais ce serait bien incommode.

Tout juste peut-on étudier de la sorte la rigidité à la flexion de systèmes de construction simple, par exemple un « cadre » métallique à deux montants (rectangulaire, triangulaire ou trapézoïdal) dont chaque pied se fixe au socle de la même manière que l'éprouvette cylindrique précédente et dont la tige

transversale supérieure, formant portique, supporte un pendule à chacune de ses extrémités (fig. 3). C'est même par des expériences préalables sur de tels systèmes simples (que la théorie de la résistance des matériaux peut contrôler rigoureusement) qu'ont été effectués les premiers essais de mesure de la rigidité. Nous allons voir, cependant, que cette méthode d'utilisation du pendule, convenablement modifiée, a permis de résoudre des problèmes beaucoup plus compliqués de résistance des matériaux.

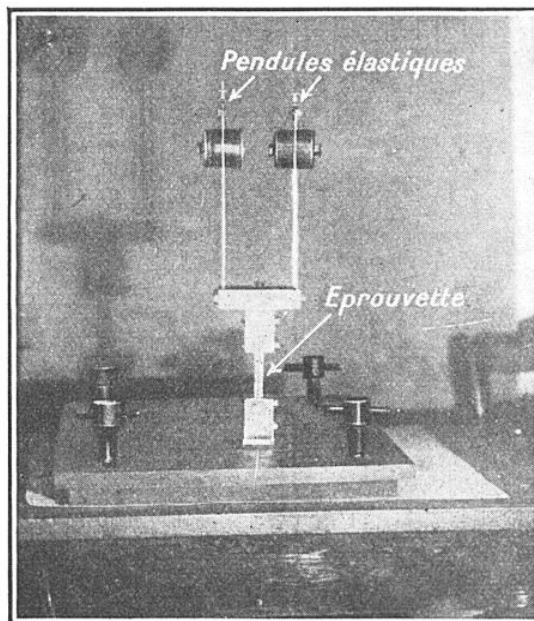


FIG. 4. — AUTRE MONTAGE POUR L'APPLICATION DU PHÉNOMÈNE DE BATTEMENT
Les pendules élastiques, au lieu de pendules « de gravité », accouplés sur un même support, permettent de réaliser également le phénomène de battement qui mesure l'élasticité de l'éprouvette.

L'auscultation d'un avion du point de vue de sa rigidité par le moyen de pendules élastiques

Voici maintenant l'appareillage auquel ont abouti les expérimentateurs, afin d'ausculter pratiquement, avec le maximum de rapidité, la rigidité de la carcasse d'un avion, en chacun de ses points.

Les « pendules » avec lesquels nous venons de prendre connaissance de la méthode « de résonance » dite, encore, de *vibrations forcées*, sont des pendules de gravité, oscillant transversalement. Mais rien n'est changé si on remplace les pendules de gravité par des sys-

tèmes élastiques oscillant dans le sens vertical. M. Sorin a construit dans ce but le système oscillant que représente la photographie ci-dessus.

Il se compose de deux masses indépendantes suspendues, chacune, à un système de lames de ressort. Les deux systèmes élastiques sont solidaires et suspendus à une même tige, qu'un étrier permet de fixer au-dessous de la poutre étudiée, en divers points, mais principalement à ses extrémités.

L'un des systèmes (l'inférieur) étant lancé tandis que l'autre est laissé immobile, l'effet de résonance ne manque pas de se produire et le système immobile se met peu à

peu en branle, absorbant (par l'intermédiaire de la suspension commune, elle-même solidaire de la poutre auscultée) l'énergie du premier système. Celui-ci parvient donc à un temps d'arrêt puis, à son tour, récupère l'énergie — jusqu'au temps d'arrêt suivant, etc. Pour mesurer le « battement » de ces oscillations verticales, on se sert également d'un rayon lumineux projeté sur une tige graduée, liée au cadre rigide vertical de l'appareil.

Par cette méthode, on a pu, en chargeant progressivement divers assemblages mécaniques, suivre les variations de leur rigidité jusqu'à la rupture inclusive. Avant l'apparition de tout accident visible ou sensible au toucher, il se manifeste une décroissance très nette de la rigidité qui fait prévoir la rupture prochaine.

Par exemple, une étude comparative des assemblages soudés et rivés renseigne sur le rôle exact de certains facteurs importants, tels que l'adhérence des têtes de rivets, le traitement mécanique des soudures. Dans l'ensemble, les assemblages rivés se sont montrés supérieurs aux assemblages soudés.

En ce qui concerne l'aviation, le moindre changement apporté à la construction mécanique du fuselage est décelé par l'appareil. Celui-ci est donc capable d'identifier les avions

à la réception ou après réparation, avant le vol ; d'éprouver les trains d'atterrissage, etc.

Autre application des oscillations : « le pendule de dureté »

Après la rigidité, la *dureté* constitue la qua-

lité mécanique la plus essentielle d'un matériau. Il fallait une singulière audace pour demander également au pendule de mesurer cette nouvelle caractéristique — et, cela va sans dire, avec une précision dépassant les méthodes existantes. Sinon, à quoi servirait de les abandonner ?

La méthode classique pour effectuer les essais de dureté sur les matériaux industriels, est celle imaginée par l'ingénieur anglais Brinell. Une bille d'acier extradur est pressée contre le matériau essayé, au moyen d'une presse hydraulique exactement tarée. La profondeur de l'empreinte laissée par la bille Brinell sur

le matériau indique son degré de dureté.

Une autre méthode consiste à laisser tomber la bille d'une certaine hauteur sur un plan parfaitement poli, constitué avec le matériau en essai. La hauteur à laquelle rebondit la bille mesure la dureté de la surface.

Une objection capitale plane sur ces deux méthodes : si le corps étudié est parfaitement

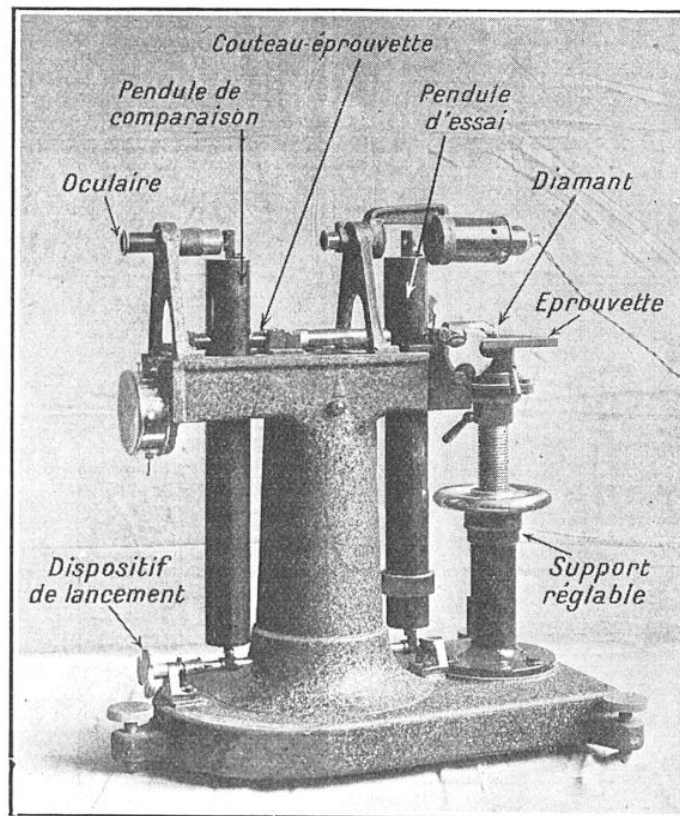


FIG. 5. — LE PENDULE DE DURETÉ DE M. LE ROLLAND

L'éprouvette constitue le plan sur lequel oscille le pendule d'essai par un montage (voir schéma fig. 7) qui fait porter l'appareil tout entier sur une bille de diamant. La bille subit l'effet du frottement sur le plan d'épreuve et, de ce fait, le mouvement pendulaire se ralentit. Ce ralentissement se mesure par un pendule de comparaison. L'œil suit, au moyen d'un dispositif de visée très étudié, les occultations mutuelles de deux indices portés par l'un et l'autre pendule. Le ralentissement du pendule d'essai mesure la « dureté » du plan de l'éprouvette (comme l'expliquent les deux schémas de la page 512).

élastique, en caoutchouc par exemple, l'empreinte de la bille Brinell ne persiste pas. Quant à son rebondissement, il indiquerait plutôt que le caoutchouc est infiniment dur! En somme, les essais à la bille ne sont valables que pour les métaux — pris en masses importantes sous peine d'être détériorés.

Mais voici un pendule dont le pivot horizontal d'oscillation est formé par une bille de diamant. Faisons osciller ce pendule en posant sa bille sur un plan horizontal du matériau à essayer. Le faible écrasement du

d'équilibre. Un déclenchement automatique les lance simultanément au moment précis où l'éprouvette à étudier (fixée à un support universel) vient prendre contact avec la bille de diamant. En même temps, et toujours automatiquement, un chronomètre fixé sur le bâti de l'appareil se met en marche. Un dispositif optique projette l'image d'un fil (porté par le pendule d'épreuve) sur une règle translucide fixée au pendule de comparaison. Un viseur permet d'observer l'instant précis où l'image du fil et la règle qui lui sert

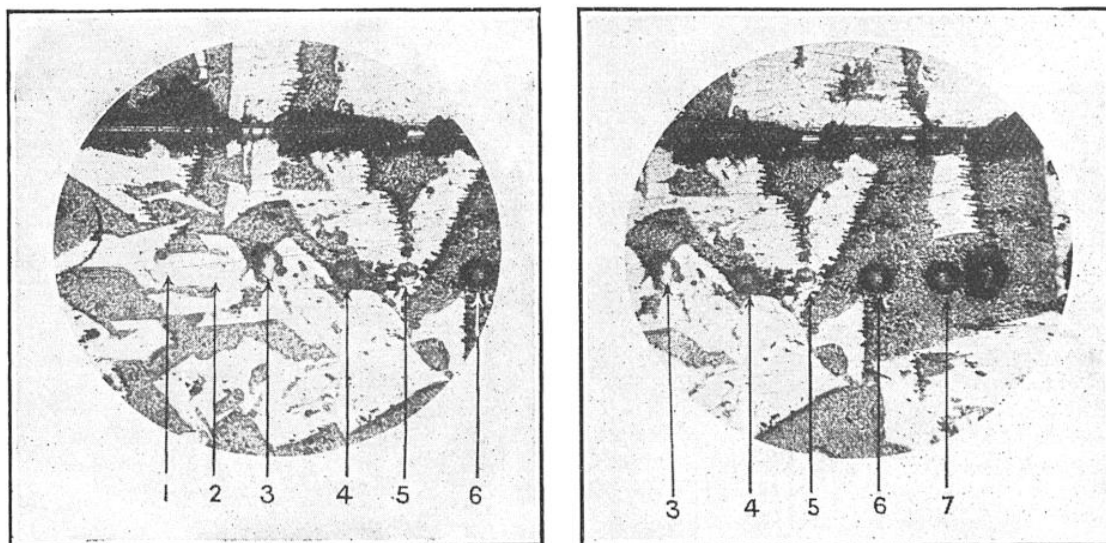


FIG. 6. — LE PENDULE DE DURETÉ, DONT LE PIVOT EST FORMÉ PAR UNE BILLE DE DIAMANT, DÉCELE, PAR LA PROFONDEUR DES TRACES PLUS OU MOINS PROFONDES QU'À LAISSÉ LA BILLE DE DIAMANT, LA DURETÉ DES DIFFÉRENTES PARTIES DE L'ÉPROUVETTE (EN 1, 2, 3, 4, ETC.)

On vérifie ainsi quasi-microscopiquement, par de très légers déplacements successifs du plan d'épreuve, par rapport au pendule de dureté, la structure intime de l'alliage essayé.

plan support résultant du poids du pendule provoque une *diminution* de la durée d'oscillation. La valeur de cet écrasement indique évidemment le degré de dureté du plan, exactement comme l'empreinte de la bille Brinell. La diminution de la durée d'oscillation du pendule — son « amortissement » — sera donc une fonction de cette dureté.

Il ne reste plus qu'à évaluer avec précision cet amortissement.

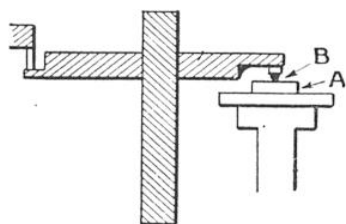
L'appareil représenté figure 5 révèle le dispositif de mesure. D'un côté se trouve le pendule à bille de diamant oscillant sur l'éprouvette. De l'autre, se trouve un pendule de comparaison aux oscillations invariables.

On « arme » les deux pendules en les écartant convenablement de leur position

d'écran atteignent une immobilité apparente, relativement l'un à l'autre. Ce fait indique la *coïncidence* des oscillations du pendule de comparaison et de celles du pendule d'épreuve.

Le chronomètre étant stoppé au moment précis de cette observation, le temps qu'il marque est celui-là même qui s'est écoulé entre le lancement simultané des deux pendules et le retour à la coïncidence.

Ce temps dépend de la rapidité plus ou moins grande avec laquelle le pendule d'épreuve s'est ralenti, *par l'effet du frottement spécifique de la bille sur le plan de l'éprouvette*. Ce ralentissement mesure, d'autre part, avons-nous dit, la dureté de l'éprouvette. Donc, on peut graduer le chronomètre de telle façon qu'au lieu de lire un



« couteau » d'oscillation du pendule de sureté.

FIG. 7. — DÉTAIL DU MONTAGE DU PENDULE D'ESSAI

En A, l'éprouvette ; en B, la bille de diamant qui fait l'office de

temps sur son cadran, on y lis un coefficient de dureté.

La nouvelle méthode de mesure n'est plus limitée aux métaux. Tous les corps en relèvent — même les corps fragiles et cassants, même les plaques minces et les simples feuilles. Car la pénétration de la bille adamantine sur son plan support est extrêmement petite — bien que le degré de cette pénétration dans l'éprouvette soit à la base du phénomène métrique — comme dans la méthode Brinell.

La surface de contact de la bille et du corps d'épreuve étant très petite, l'essai peut être aussi *localisé* que l'on veut. Des mesures en divers points d'un même corps peuvent donc vérifier le degré d'*homogénéité* de ce corps. La disposition particulière de la bille d'oscillation à l'extrémité du bras porté par le pendule permet de mesurer la dureté même à l'intérieur d'un corps creux — d'un anneau, d'un coussinet, par exemple.

Le poids du pendule étant très faible, l'empreinte laissée par la bille est à peine visible (fig. 6). Il est donc possible d'essayer directement les pièces usi-

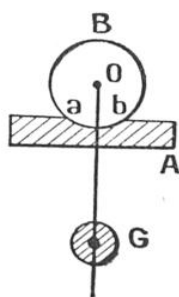


FIG. 8. — COMMENT FONCTIONNE LE PENDULE D'ESSAI

Le pendule d'essai O G est suspendu à la bille B grossie pour montrer l'effet déformant que son oscillation impose au corps A, suivant l'arc a b. La grandeur de cet effet mesure la « dureté » du corps éprouvette A — tout en étant proportionnelle à la vitesse

du ralentissement du pendule. Cette dernière valeur mesure donc la « dureté » recherchée.

nées sans crainte de les détériorer. Pour le même motif, l'essai ne porte que sur la surface du corps étudié et c'est là une qualité essentielle dans les cas fréquents où il faut étudier la dureté des surfaces « cémentées », « nitrurées », « galvanisées »...

Le degré de précision nécessaire à la détermination des très hautes duretés est facilement accessible : il suffit que les deux pen-

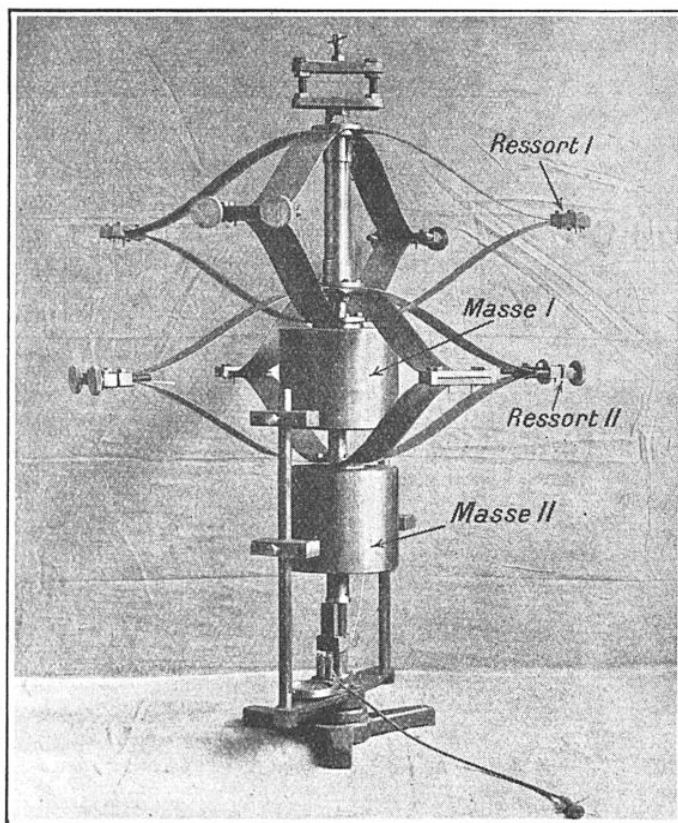


FIG. 9. — LE SYSTÈME ÉLASTIQUE OSCILLANT VERTICALEMENT DE M. SORIN POUR MESURER LA RIGIDITÉ. L'appareil est suspendu (par l'étrier supérieur) au point de la poutre dont on veut mesurer la rigidité. On lance la masse II portée par le ressort II par résonance sur le point de suspension et la poutre, le ressort I et la masse I entrent aussitôt en branle et le phénomène de battement apparaît entre les deux systèmes. Il mesure la rigidité de la poutre au point essayé.

dules soient aussi rapprochés que possible du « synchronisme » — ainsi le temps nécessaire à l'observation d'une première « coïncidence » de leurs oscillations est-il plus long. La précision des mesures n'en est que plus élevée : cette précision, de l'ordre du deux-centième, dépasse les meilleures déterminations de la méthode Brinell.

Les résultats obtenus ont apporté des

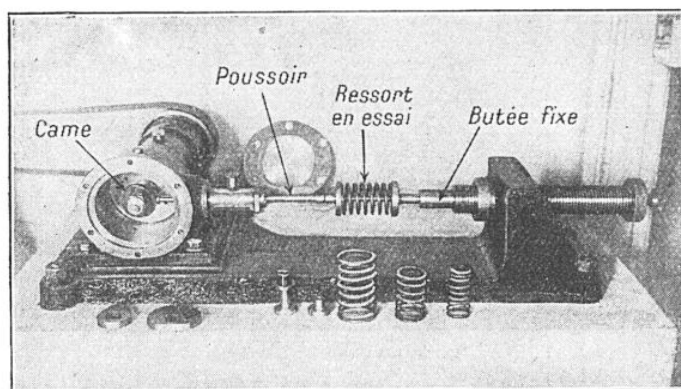


FIG. 10. — UN APPAREIL TRÈS SIMPLE QUI RECONSTITUE LE TRAVAIL DES RESSORTS DE SOUPAPES DANS LES MOTEURS

Le va-et-vient imposé par la came au poussoir permet (par un réglage spécial) de faire subir aux ressorts toutes les fréquences oscillatoires. On détermine aussi la fréquence critique de rupture d'un ressort donné, sans parler de la vérification qualitative de sa matière. On peut connaître ainsi les qualités du ressort.

révélations curieuses sur la dureté de certains corps. Si on établit une « échelle de dureté » dans laquelle le verre est représenté par 100 et le plomb par 3, l'aluminium ressort au degré 21, l'acier doux à 27, l'acier chromé à 82. Mais, si on explore méthodiquement une surface un peu étendue d'acier cémenté, par exemple, on trouve à côté de points très durs (dureté 300), des régions de dureté beaucoup moindre (70). Comme les empreintes du pendule ont une largeur de l'ordre du dixième de millimètre, et comme il serait très facile de les réduire encore, la méthode du pendule permet, par conséquent, d'étudier systématiquement la structure d'un alliage et d'atteindre la dureté propre de chaque constituant.

Autres exemples de travaux de recherches physico-industrielle par systèmes oscillants

On pose à un ingénieur le problème suivant, dont la solution pratique importe immédiatement : « Quelles sont les conditions de rupture d'un ressort à boudin de soupape, dans un moteur » ?

On sait que cette rupture, aux causes toujours obscures, équivaut à la panne pour l'automobile et à l'atterrissage forcé pour un avion, avec tous les dangers que cet incident peut comporter.

M. Ravilly (1) s'est mis à la recherche d'une machine d'épreuve. Après plusieurs tentatives, il a créé celle que représente la figure ci-contre où les ressorts sont soumis à des alternances de fréquence variable. Il a été constaté qu'à partir de 300° centigrades de température, la viscosité interne du métal empêche tout fonctionnement mécanique des ressorts. Et d'autres essais montrent que, même à la température ordinaire, les formules théoriques de la résistance des matériaux ne sont que très imparfaitement vérifiées.

L'identification des ressorts, du point de vue de l'élasticité, s'est révélée dépendre très étroitement du frottement intérieur (moléculaire) du métal. Un ressort à boudin, qui joue norma-

lement, subit tout le long du fil épais qui le constitue, une véritable torsion. Si l'on constitue avec un fil de ce même métal un pendule de torsion, la mesure des oscillations (et de leur amortissement) sur un tel pendule, nous renseignera, par conséquent, sur les efforts internes éprouvés par le ressort. Des études effectuées dans ce sens, avec divers matériaux, ont révélé des propriétés curieuses pour le fer, dont le frottement intérieur diminue avec la température (contrairement à ce qui advient aux autres métaux) pour croître toutefois, après être passé par un minimum, aux environs de 330°.

La « stroboscopie » est d'un puissant secours pour suivre les effets des vibrations sur les matériaux. Cette méthode a révélé qu'une lame élastique vibrante passe par des fréquences « critiques » quand ces fréquences atteignent le tiers ou la demie de

(1) Egalement attaché à l'Institut Polytechnique de l'Ouest où le travail a été réalisé.

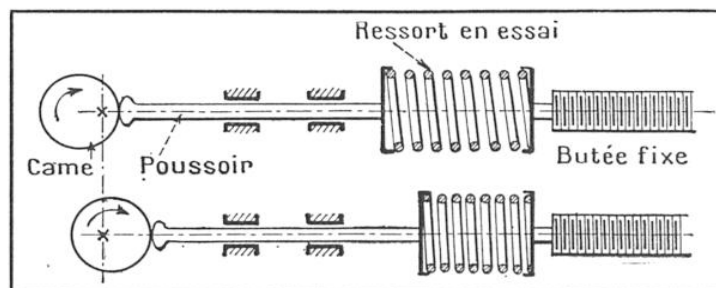


FIG. 11. — SCHÉMA DU DISPOSITIF REPRÉSENTÉ FIGURE 10

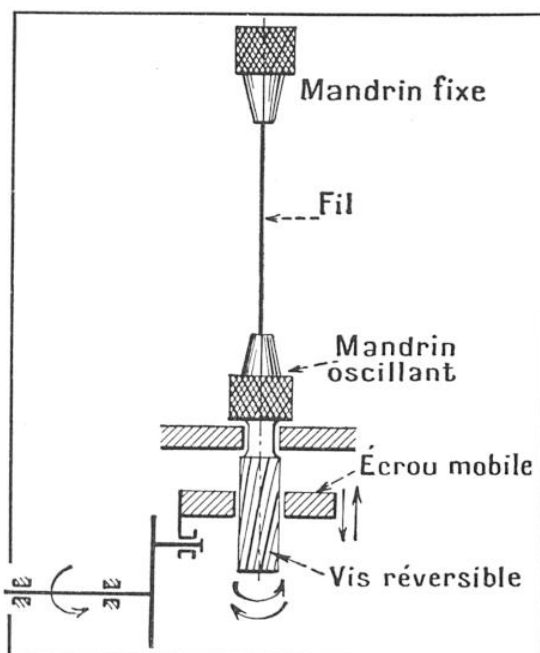


FIG. 12. — ÉPREUVE DE TORSION D'UN FIL
Le fil (corde à piano, par exemple) est attaché à un mandrin fixe (en haut de la machine) et à un mandrin oscillant par rotation alternée (au bas de la machine). Le mouvement est donné par le va-et-vient vertical d'un écrou mobile sur une « vis réversible » qui prolonge le mandrin oscillant.

sa « fréquence » propre (en vibration libre).

D'autres travaux ont été également effectués sous la direction du professeur Le Roland, ceux de M. Fournery en vue de déterminer les conditions de service des paliers de graissage en fonction de la résistance électrique de la couche lubrifiante ; les recherches sur la résistance de l'air au mouvement du pendule, etc.

Contentons-nous d'avoir montré quel enseignement concret les étudiants « ingénieurs-physiciens » de la Faculté de Rennes ont aujourd'hui à leur disposition. « Pour développer l'esprit de méthode, l'objet de

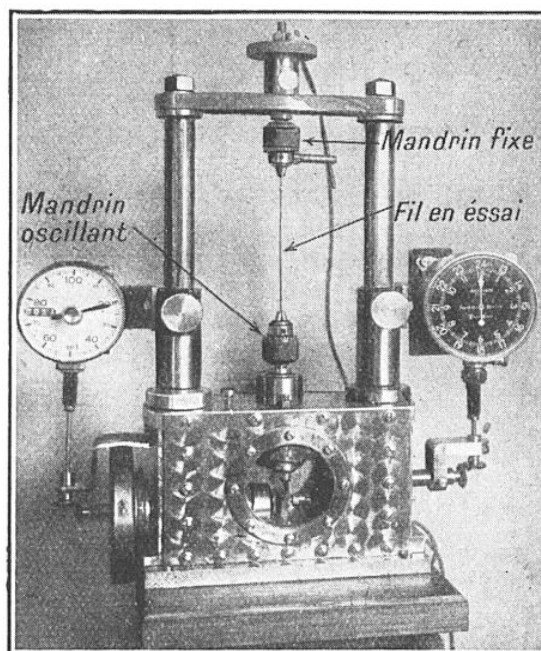


FIG. 13. — ENSEMBLE DE L'APPAREIL D'ÉPREUVES DE TORSION D'UN FIL DONT LE SCHÉMA EST DONNÉ FIGURE 12

l'étude n'a pas grande importance, a dit l'un d'eux, une fois établi dans l'industrie. L'auteur d'une thèse sur le caoutchouc fera un chef excellent de laboratoire d'aciérie s'il a acquis l'esprit de méthode — et, faut-il ajouter, s'il possède parfaitement la « physique générale » qu'un grand physicien anglais qualifiait de « grammaire de la Science ».

C'est dans cet esprit — qui est celui de beaucoup d'écoles étrangères, notamment des écoles polytechniques allemandes et suisses, qu'il conviendrait peut-être de former nos élèves ingénieurs, puisqu'il est bel et bien impossible de leur faire absorber en trois et même quatre ans autre chose qu'une teinture de toutes choses.

CHARLES BRACHET

Au dernier Salon de l'Automobile de Berlin, le chancelier Hitler a proclamé que l'industrie automobile est devenue la plus importante dans le monde et que, désormais, on calculerait le « standard » de la vie d'un peuple, non plus d'après le nombre de kilomètres de ses voies ferrées, mais d'après celui de kilomètres de ses routes adaptées au trafic des transports automobiles.

CHICAGO : CENT ANS DE PROGRES SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

L'inauguration de l'Exposition

L'Exposition Internationale de Chicago ouvre ses portes le 1^{er} juin. Elle avait été conçue au temps de la prospérité, et, suivant cette conception chère aux Etats-Unis, elle devait être grandiose sous tous ses aspects. Dans l'esprit de ses organisateurs, elle devait ainsi constituer une « anticipation de la vie de demain », où toutes les nouveautés de la science moderne trouveraient leurs applications. Pour donner une idée approximative de son importance, disons que l'Exposition de Chicago dépasse largement l'Exposition Coloniale de Vincennes, quant à sa superficie. Son inauguration, dans quelques jours, ne se fera pas sous le signe de l'euphorie économique. Elle sera cependant spécifiquement américaine, car elle montrera au monde tout ce qu'un peuple saturé de technique peut élaborer dans le domaine de la mécanique, au sens le plus général du terme. Comparativement à l'industrie étrangère, rendons, en effet, ce légitime hommage aux Américains : pour la production industrielle dans ses fabrications les plus variées et les plus perfectionnées, ils sont de vingt ans en avance sur la vieille Europe, que ce soit dans la technique automobile ou aérienne, la radiotechnique, le cinéma, l'usinage, l'électrotechnique. Peuple jeune, en conséquence dépourvu de toute civilisation propre comme de toute tradition, sa conception de la vie moderne date précisément de l'avènement, dans l'Univers, de la machine à vapeur et de la machine électrique : cent cinquante ans à peine ! Qu'est cela par rapport à l'évolution de l'économie politique des grandes nations de l'ancien monde ? En tenant compte de telles conditions, on ne peut s'étonner que l'Américain ait une mentalité différente de la nôtre, quant à l'organisation d'un peuple, puisqu'il s'est trouvé en présence, dès sa naissance, des révolutions que la science apportait dans la vie. L'Exposition de Chicago, envisagée sous cet angle, est, en quelque sorte, la synthèse de toutes ces disciplines matérielles.

« Un siècle de progrès ». Tel est le programme de l'Exposition universelle de Chicago, qui s'ouvre le 1^{er} juin. C'est dire que cette exhibition grandiose nous offrira tout d'abord une rétrospective de tout ce qui a été effectué depuis cent ans dans le domaine tant scientifique que technique ; mais elle ne s'en tiendra pas là, et, en nous présentant ce qu'on a réalisé de plus parfait sous ce rapport, elle nous fera entrevoir le développement de la civilisation « mécanique » moderne dans l'avenir.

Les Américains, en général, et les habitants de Chicago, en particulier, peuvent, en effet, être fiers des progrès réalisés depuis un siècle. En 1833, Chicago n'existait pas, et il n'y avait, à l'endroit où la ville s'élève aujourd'hui, qu'un petit village établi dans une contrée marécageuse, à côté d'un ancien fort démolí, le fort Dearborn, qui, d'ailleurs, a été reconstitué à l'usage des visiteurs de l'exposition. A l'heure actuelle, Chicago est une des plus puissantes cités du monde, la deuxième des Etats-Unis, après New York,

et c'est à ce titre que ses habitants ont jugé opportun, quarante ans après la première Exposition universelle (1893) de nous présenter « un siècle de progrès ».

Au point de vue de la situation géographique, Chicago se prête, d'ailleurs, parfaitement à une manifestation de ce genre. Située en plein cœur des Etats-Unis, à distance relativement faible des contrées les plus peuplées, l'Exposition est assurée d'avoir un grand nombre de visiteurs. En outre, la ville elle-même possède des terrains libres admirablement situés en bordure du lac Michigan, en plein centre des affaires et ce sont ces terrains qui ont été choisis comme emplacement.

En ce qui concerne l'extension et l'importance des bâtiments construits, l'Exposition de Chicago sera très certainement la plus grandiose qui ait jamais été réalisée jusqu'à présent. S'étendant, en effet, sur plusieurs kilomètres de long en bordure du lac, elle a une superficie de 175 hectares, supérieure à celle de l'Exposition coloniale de Vin-

cennes, qui était pourtant déjà fort étendue.

Du point de vue architectural, on a cherché, bien entendu, à faire du nouveau, et la plupart des palais sont édifiés suivant les principes les plus modernes. L'un des plus intéressants à cet égard est le Hall des Transports (voir fig. 1) avec son bâtiment à coupole « suspendue » (fig. 2).

ancrés dans le sol. C'est là un des exemples les plus curieux que nous offrira l'Exposition de Chicago au point de vue architectural. Par ailleurs, on a surtout cherché, en effet, comme dans toutes les expositions temporaires, à construire au meilleur marché possible. D'où de vastes immeubles sans style défini, dont la principale caractéristique est

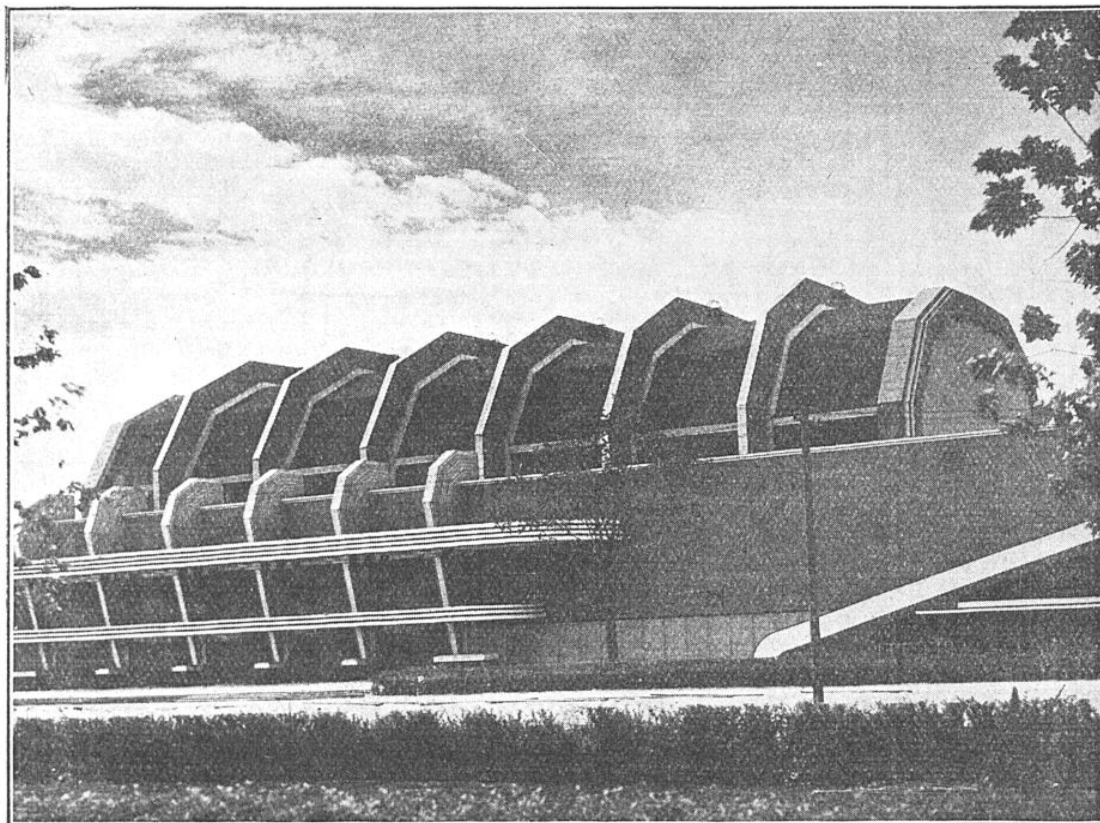


FIG. 1 — LE PAVILLON DES TRANSPORTS, NOUS MONTRERA TOUT CE QUI A ÉTÉ RÉALISÉ DEPUIS UN SIÈCLE DANS LE DOMAINE DES TRANSPORTS TERRESTRES, MARITIMES ET AÉRIENS

La coupole « suspendue » du Hall des Transports

Il s'agit d'une vaste salle de 60 mètres de diamètre sans aucun pilier intérieur, qui est recouverte d'une coupole dont la largeur est supérieure à celle de Saint-Pierre de Rome. Mais ce qui constitue la nouveauté de ce mode de construction, c'est que cette coupole, au lieu d'être supportée par dessous, est « suspendue », à la manière du tablier d'un pont suspendu, par des câbles accrochés à de hauts pylônes disposés autour de la salle. Ces pylônes eux-mêmes sont maintenus par d'autres câbles

qu'ils n'ont pas de fenêtres, et sont constamment éclairés artificiellement à l'intérieur.

Signalons, d'autre part, que l'exposition englobera des bâtiments déjà existants, un musée d'histoire naturelle, un aquarium, etc.

Le Hall de la Science

En ce qui concerne l'objet de l'Exposition elle-même, nous avons indiqué qu'elle était destinée à montrer les progrès réalisés dans tous les domaines de la Science et de l'Industrie. L'un des pavillons les plus importants est donc consacré à la Science, ou, plus exactement, à toutes les sciences — à commencer par les mathématiques, quoiqu'il

semble bien difficile de donner à celles-ci un intérêt spectaculaire. En fait, on a tourné la difficulté en présentant surtout des modèles appliqués à des démonstrations mécaniques. Dans le domaine de la physique, le visiteur pourra observer comment les gaz peuvent exercer de hautes pressions et pourra étudier le fonctionnement des machines thermiques et des machines réfrigérantes. La section d'acoustique lui montrera comment on produit et comment on enregistre les sons. Les sections d'optique et d'électricité lui offriront de la même manière la réalisation des expériences fondamentales concernant ces sciences. La section chimique exposera des modèles représentant la structure des atomes et des molécules et montrera les usages des matières premières avant et après la venue des chimistes. Toutes ces présentations se feront de la manière la plus vivante possible, de façon à constituer, en quelque sorte, une leçon de choses attrayante pour tous. C'est la même idée directrice qui a guidé les exposants pour la présentation de tout ce qui concerne les autres sciences biologiques et médicales. On montrera ainsi, à l'aide d'ingénieux dispositifs, la croissance des arbres et des cellules animales, le développement des maladies et leur mode de transmission. L'un des clous de cette présentation doit être l'«homme transparent», modèle d'un homme, grandeur nature, réalisé en une matière transparente, de manière qu'on puisse voir la position et le fonctionnement de tous les organes internes.

Parmi les autres pavillons consacrés à l'industrie en général, citons, en particulier, le « hall des transports », dont nous avons indiqué ci-dessus les bases architecturales et le « groupe de l'électricité ». Le « hall des transports » nous montre les progrès réalisés depuis un siècle dans tous les moyens de transports ferroviaires, routiers, maritimes, aériens et le « groupe de l'électricité » nous

présentera toutes les applications de l'électricité, dans tous les domaines. Une section spéciale est réservée à la radioélectricité, et à la télévision. Etant donné l'avance prise par les constructeurs américains, dans cette branche de sciences appliquées, cette section offre un intérêt tout particulier.

Outre les pavillons d'ordre général, il y a, bien entendu, de nombreux pavillons établis par des firmes privées. Ainsi, du côté de l'automobile, Chrysler et la General Motors ont fait de très gros efforts.

Chrysler n'a pas dépensé moins de 12 millions de nos francs, en effet, pour son pavillon. Quant à la General Motors elle a installé une véritable usine de montage d'automobiles (automobiles Chevrolet). Celles-ci arriveront en pièces détachées, que les amateurs pourront choisir et moins d'une heure après, paraît-il, ils prendront livraison de la voiture montée avec les pièces ainsi choisies.

Par ailleurs, l'Exposition de Chicago offrira, bien entendu, comme toutes les expositions de ce type, des « attractions » de toutes sortes. La plus sensationnelle, parmi celles-ci, doit être le « train du ciel »

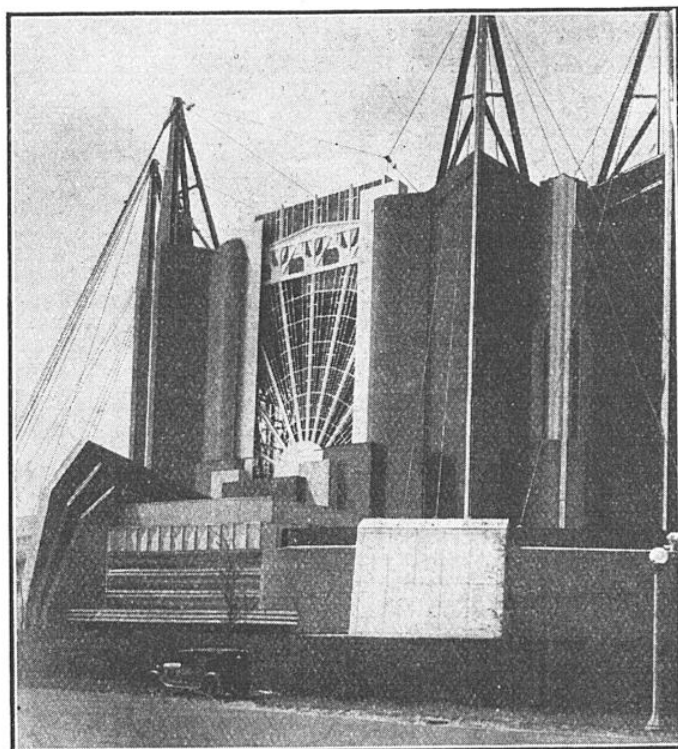


FIG. 2. — LE VASTE BATIMENT A « COUPOLE SUSPENDUE », ANNEXE DU PAVILLON DES TRANSPORTS

On remarquera les grands piliers qui entourent la salle et auxquels la coupole est suspendue par des câbles. Ces piliers sont eux-mêmes fixés à des câbles amarrés au sol.

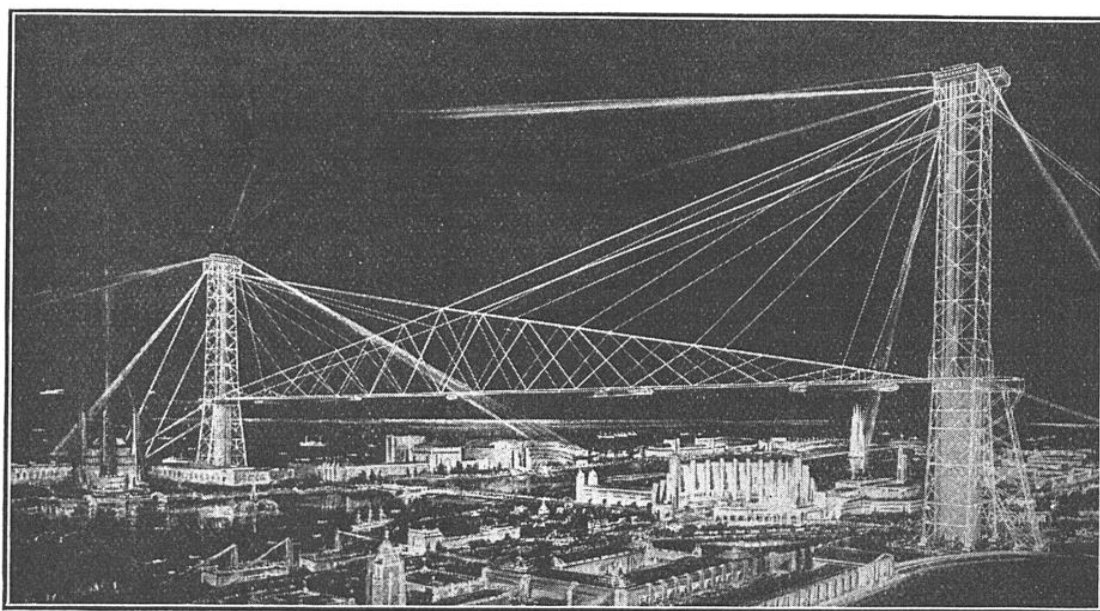


FIG. 3 — LE « SKY RIDE » UNE DES GRANDES ATTRACTIONS DE L'EXPOSITION DE CHICAGO
Il s'agit d'un chemin de fer aérien suspendu à des câbles tendus à 70 mètres de hauteur.

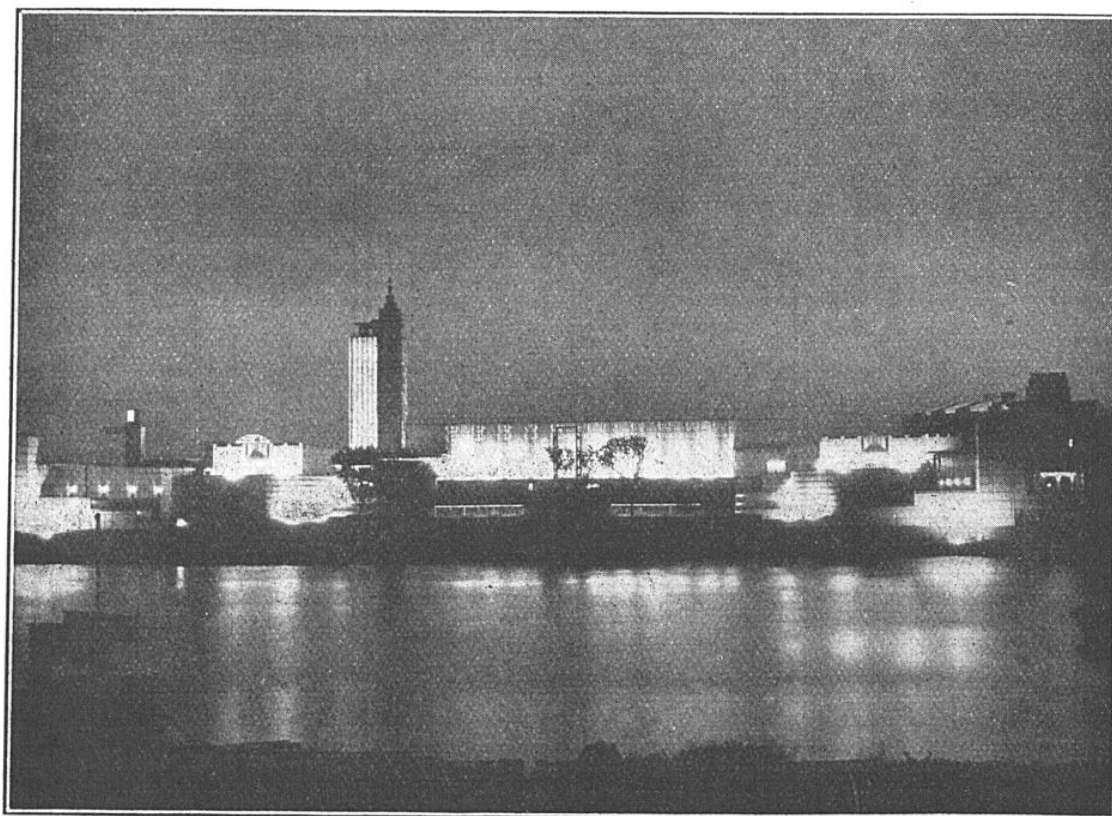


FIG. 4. — LE HALL DE LA SCIENCE QUE LA PHOTOGRAPHIE CI-DESSUS REPRÉSENTE ILLUMINÉ,
LA NUIT, NOUS MONTRE TOUTES LES APPLICATIONS DE LA SCIENCE MODERNE

(sky ride). Il s'agit d'un chemin de fer aérien suspendu à des câbles tendus à 70 mètres de hauteur entre deux tours écartées l'une de l'autre de 555 mètres. Ces tours, qui, elles-mêmes, sont hautes de 250 mètres, sont disposées l'une sur le bord même du lac, l'autre sur une île artificielle faisant partie intégrante de l'Exposition. Les visiteurs utilisant le « sky ride » auront ainsi une vue d'ensemble de l'Exposition.

préparé pour recevoir un million de personnes par jour. On prévoit, en effet, 90 millions de visiteurs pour toute la durée de l'Exposition. Signalons, d'ailleurs, que l'effort initial a été dû exclusivement aux habitants de Chicago. Le gouvernement fédéral s'est contenté, par la suite, d'apporter simplement sa participation. A ce sujet, nous ne pouvons que déplorer l'absence de la France, qui, après avoir accepté d'accorder son concours

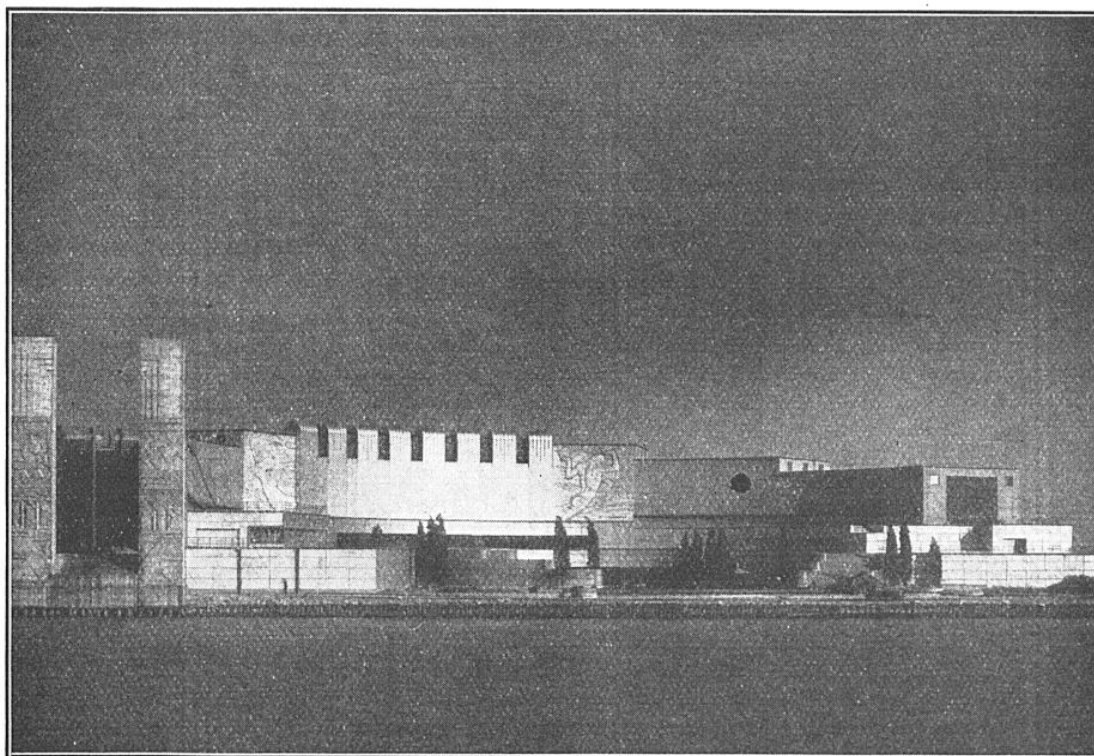


FIG. 5. - LE « GROUPE DE L'ÉLECTRICITÉ », UN DES PLUS IMPORTANTS PAVILLONS DE L'EXPOSITION
Il renferme tout ce qui a trait à l'électricité, la T. S. F., la télévision, etc.

L'exposition de Chicago sera-t-elle un succès ?

Les quelques aperçus que nous donnons ci-dessus nous montrent que rien n'a été négligé pour attirer des visiteurs éventuels. Bien entendu, tout ce qu'on peut rêver en vue de leur confort a été prévu pour ceux-ci. De nombreux hôtels ont été ouverts, des facilités de communication de toute sorte ont été établies. De multiples et énormes autobus sillonnent en tous sens les différentes parties de l'Exposition. Tout a été

efficace, s'est, en dernier ressort, refusé à le donner pour des raisons budgétaires. Le seul aspect de chez nous que les visiteurs pourront voir à l'Exposition de Chicago, sera une reconstitution du « Gay Paris » vu sous l'angle américain... C'est trop et pas assez. Quoi qu'il en soit, nous aurions tort de nous désintéresser de cette manifestation pour laquelle de si gros efforts ont été accomplis et nous souhaitons que, malgré les conditions économiques si défavorables à l'heure actuelle, elle ait tout le succès qu'elle mérite.

A. C.

LES MICROCHAMBRES D'IONISATION ET LA RADIOTHÉRAPIE

Par Victor JOUGLA

La science française n'est pas si souvent à l'honneur, sur le plan international, que nous ne lui fassions amende honorable pour une erreur de primauté que nous avons commise bien involontairement dans l'un des précédents numéros de cette revue, (n° 187) au bénéfice d'un savant étranger.

C'est au docteur Lucien Mallet, chef des travaux de curiethérapie, à l'hôpital Tenon, aidé de la collaboration de la maison Danne (Société Nouvelle du Radium), que revient l'honneur d'avoir créé les premiers appareils

d'ionisation ». Le degré d'ionisation (électrisation moléculaire) d'un certain volume de gaz en vase clos, sous l'influence d'un rayonnement pénétrant, constitue, en effet, une mesure assez correcte de l'énergie fournie par ledit rayonnement au gaz pris comme témoin.

Le problème est de mesurer l'énergie du faisceau de rayons pénétrants sur l'aire d'application, laquelle peut être fort limitée et, le plus souvent, située à l'intérieur du corps du patient. Il faut donc que les cham-

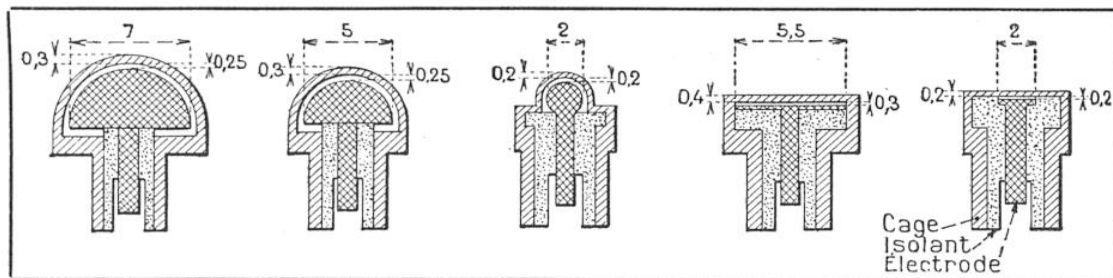


FIG. 1. -- DIVERS TYPES DE MICROCHAMBRES D'IONISATION, HÉMISPHERIQUES, SPHERIQUES ET PLANES UTILISÉES AUJOURD'HUI EN RADIOTHÉRAPIE ET EN CURIETHÉRAPIE

L'espace annulaire qui ressort en blanc entre les deux armatures métalliques externe et centrale (isolées par un bouchon d'ambre) représente la chambre proprement dite, dans laquelle se trouve le gaz qu'ionise le rayonnement pénétrant, ce qui permet de doser avec précision les applications de ce rayonnement.

de mesure du rayonnement des foyers radioactifs et des rayons X par les « microchambres » d'ionisation indépendantes.

Du reste, cette question si importante de la mesure *locale* du rayonnement sur les organismes traités par radiothérapie, n'a été qu'effleurée dans l'article en question, dont le sujet était plus général. Profitons-en pour la présenter avec plus de détails.

Les progrès de la technique radiothérapique et, particulièrement, de la curiethérapie, sont subordonnés, en grande partie, à la connaissance précise de l'énergie rayonnante reçue et absorbée par les tissus. Il est déjà très délicat — comme nous l'avons montré — de mesurer l'énergie rayonnante telle qu'elle sort, brute, des appareils qui la produisent : on y parvient, avons-nous expliqué, grâce aux « chambres

d'ionisation soient de très faibles dimensions, afin de pouvoir les introduire, s'il est nécessaire, dans les cavités naturelles — voire au sein des tissus, par puncture, à l'extrémité d'un trocart. De plus, contrairement à ce qui a lieu pour les grandes chambres, les « microchambres » ne peuvent être reliées par fil au système de mesure électrique (électromètre). Il les faut donc *indépendantes*.

En créant des microchambres de 1 millimètre cube, capables de conserver leur charge plusieurs jours, tout en étant manipulées comme simples grains de mil, le docteur Mallet, battait, du même coup, tous les records établis par des tentatives similaires.

Le principe que nous rappelons est le suivant :

Une « microchambre » se compose d'une

paroi métallique extérieure (destinée par conséquent, à être toujours à un potentiel nul) et d'une armature intérieure soigneusement *isolée*, qui reçoit la charge électrique. Tant que le gaz inclus entre les deux parois n'est pas ionisé, la charge interne persiste ; quand le gaz s'ionise par exposition de la microchambre au rayonnement pénétrant, la charge tombe en fonction : 1° de l'intensité des rayons ; 2° du temps d'exposition. Cette perte de charge mesurée à l'électromètre in-

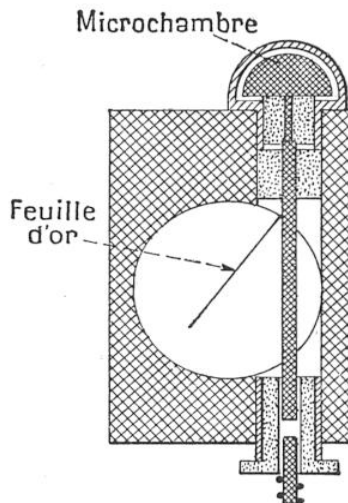


FIG. 2. — MONTAGE D'UNE MICROCHAMBRE SUR L'ÉLECTROMÈTRE A FEUILLE D'OR, POUR SA CHARGE INITIALE ET POUR LA MESURE (APRÈS EXPOSITION) DE LA DÉCHARGE PROVOQUÉE PAR L'IONISATION DUE AU RAYONNEMENT PÉNÉTRANT

dique la *quantité d'énergie rayonnante* absorbée par l'appareil dans le champ observé.

La figure 1 de la page 520 montre cinq modèles différents de telles microchambres.

L'ingéniosité des inventeurs a porté sur l'isolement et sur la commodité des opérations de charge et de mesure.

Pour charger la chambre à un potentiel donné, les auteurs se servent, soit d'une batterie ou du courant du secteur (fig. 3, ci-dessus), soit d'un chargeur électrostatique. La microchambre est présentée à l'appareil électrique en connexion avec un *électromètre* à sa taille (fig. 2) de telle sorte que la charge électrique captée par l'armature interne de la microchambre se trouve, *ipso facto*, mesurée par l'écart angulaire de la feuille d'or de l'électromètre en liaison avec la dite armature.

La charge étant effectuée au potentiel désiré, on dévisse la chambre ; on recouvre d'un

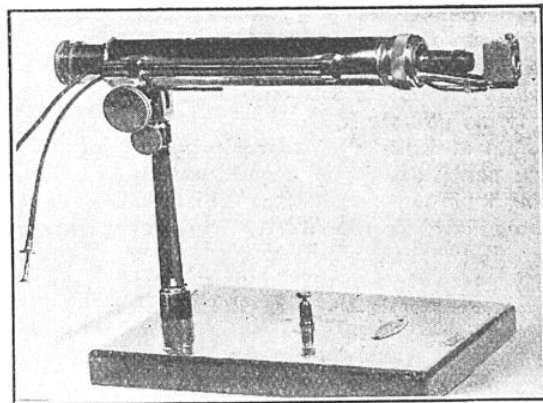


FIG. 3. — CHARGE DE L'ÉLECTROMÈTRE PAR UNE BATTERIE OU PAR BRANCHEMENT SUR LE SECTEUR (COURANT REDRESSÉ)

couvercle isolant (ambre) l'ouverture qui a servi aux connexions de charge et l'opérateur détient, libre de tous ses mouvements, le « grain de mil » désiré, qu'il peut visser sur la sonde (ou mandrin souple ou rigide) ou sur le trocart qu'il se propose d'introduire dans l'organisme. Il peut même expédier la microchambre par la poste à un collègue de province, qui la lui renverra après « impression » du rayonnement utilisé. La microchambre sera replacée sur le minuscule électromètre dont la feuille d'or accusera, dès lors, un nouvel écart angulaire

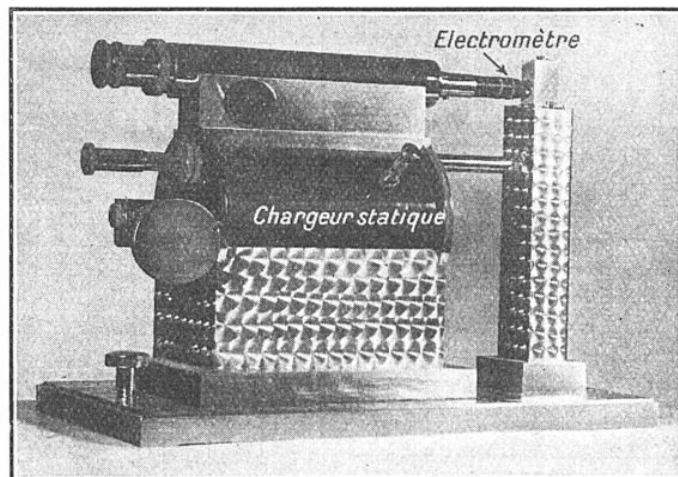


FIG. 4. — LA CHARGE D'UN ÉLECTROMÈTRE PEUT S'EFFECTUER AUSSI PAR UN CHARGEUR STATIQUE

L'électricité est produite par frottement à l'intérieur du chargeur, et son potentiel est porté à la valeur désirée par modification de la capacité d'un condensateur de réglage. En haut, l'électromètre, à l'extrémité de la lunette de visée, grossissante.

moins élevé que celui obtenu lors de la charge initiale. Cette *différence observée mesure la décharge*, donc la *quantité du rayonnement absorbée* sous le faisceau de rayons X ou de rayons gamma.

La stabilité des microchambres, leur peu de sensibilité, par conséquent, à tous les rayonnements parasites qui irradiant l'atmosphère (radioactivité terrestre, rayons cosmiques) vient précisément de leur volume très réduit. Toutefois, la perte de charge provenant de ces rayonnements permanents se calcule facilement en fonction du temps et rien n'est plus facile que de tenir compte de cette correction dans le cas où la microchambre attend plusieurs jours avant de repasser à l'électromètre.

Reste un dernier point délicat : l'étalonnage des microchambres sur un rayonnement de valeur connue. Cette opération exigerait, en toute rigueur, une source ponctuelle fournissant un champ rayonnant uni-

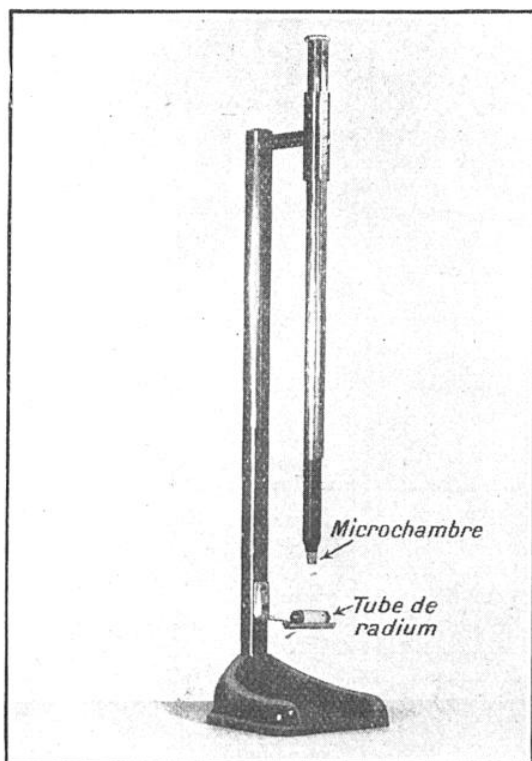


FIG. 5. — ETALONNEUR A GRADUATION VARIABLE POUR LES DIVERS MODÈLES DE MICROCHAMBRES

La microchambre, placée à l'extrémité d'un mandrin mobile, s'ionise au rayonnement d'un tube de radium étalon. La distance nécessaire à l'obtention d'une certaine ionisation étalonne la microchambre.

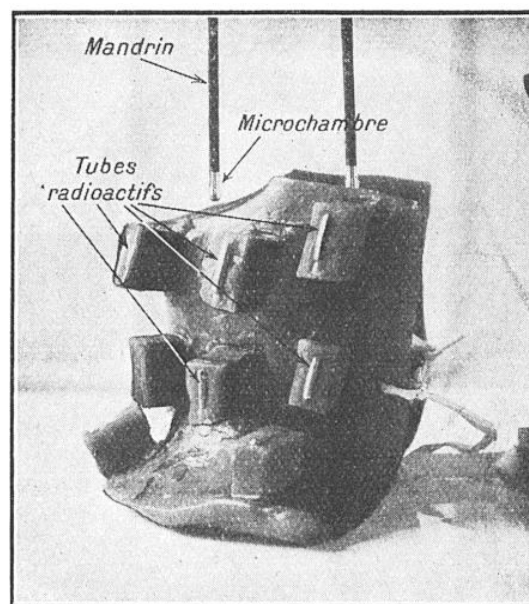


FIG. 6. — APPAREIL MONTÉ SUR MOULAGE POUR UN TRAITEMENT LOCAL DE CANCER
Le rayonnement des tubes radioactifs se mesure par les microchambres placées au bout des sondes qui les portent, le cas échéant (par les cavités naturelles), à l'intérieur de l'organisme traité.

forme et sphérique. Une cellule contenant 10 milligrammes de radium ne répond qu'imparfaitement à cette condition. D'autre part, la grandeur de la microchambre influe également sur la mesure. Toutefois, celle-ci, effectuée avec la plus petite microchambre (1 millimètre cube), vérifie la loi de décroissance de l'énergie du rayonnement en raison inverse du carré de la distance avec une approximation suffisante.

L'unité *D* de *quantité de rayonnement* (défini par R. Proust et L. Mallet) correspond à l'effet ionisant produit par 100 milligrammes de radium à la distance de 26 millimètres (comptée entre l'axe de la microchambre et celui de la cellule radioactive, cylindrique, longue de 16 millimètres), pendant une heure d'exposition.

Telle est l'unité de dose de ce remède impondérable, le rayonnement dur, que la science met à la disposition des médecins. Les doses appliquées peuvent donc se mesurer désormais directement au point précis de leur application, avec la même précision qu'apporte le pharmacien à doser un alcaloïde. C'est là un remarquable progrès qui met à la disposition de la radiothérapie la « mesure » indispensable.

V. JOUGLA.

LA CENTRALE ÉLECTRIQUE QUI DONNE L'HEURE

Par Jean MARTON

L'ÉNERGIE électrique, fournie par les centrales génératrices, est caractérisée, on le sait, par trois facteurs : la tension, l'intensité et la fréquence du courant. L'intensité est évidemment fonction de la demande des secteurs de distribution. Quant à la tension et à la fréquence, elles doivent être maintenues aussi constantes que possible, pour ne pas apporter de perturbations dans les réseaux, surtout depuis que l'interconnexion des usines est devenue la règle générale. Mais, tandis qu'une faible variation de tension peut n'avoir qu'une influence négligeable, il n'en est pas de même pour la fréquence. De celle-ci dépend, en effet, la vitesse des moteurs alimentés par le courant. Parmi ces moteurs, il en est une catégorie, les *moteurs synchrones*, dont la vitesse est intimement liée à cette fréquence. En effet, le fonctionnement d'un tel moteur repose sur les attractions et répulsions successives qui se produisent entre les pôles de l'inducteur et ceux de l'induit, alimentés tous deux par le courant alternatif du réseau. De sorte que, lorsque la vitesse de rotation est telle que les alternances du courant se produisent au moment

précis où les pôles inducteurs et induits sont dans la position convenable, le moteur tournera toujours à cette même vitesse. Cela explique pourquoi il faut tout d'abord lancer le moteur synchrone jusqu'à ce que cette vitesse soit atteinte pour qu'il continue ensuite à tourner de lui-même. On dit qu'il est « accroché ». De même, si la charge du moteur devient trop grande, celui-ci ne peut ralentir. Il s'arrête. On dit qu'il « décroche ».

Cette constance de la vitesse exige, par conséquent, que la fréquence du courant d'alimentation soit invariable.

Une nouvelle et importante application

de cette vitesse constante de rotation devait venir tout naturellement à l'esprit des techniciens. C'est celle de la distribution de l'heure. Puisque le moteur synchrone exécute toujours le même nombre de tours par seconde, pourquoi ne pas l'utiliser pour actionner, par l'intermédiaire d'engrenages appropriés, les aiguilles d'une pendule ou d'une horloge ?

Toutefois, l'invariabilité de la fréquence doit être exigée, dans ce domaine, avec le maximum de rigueur. Une faible variation suffirait, en effet, pour que l'on ne puisse plus se fier à

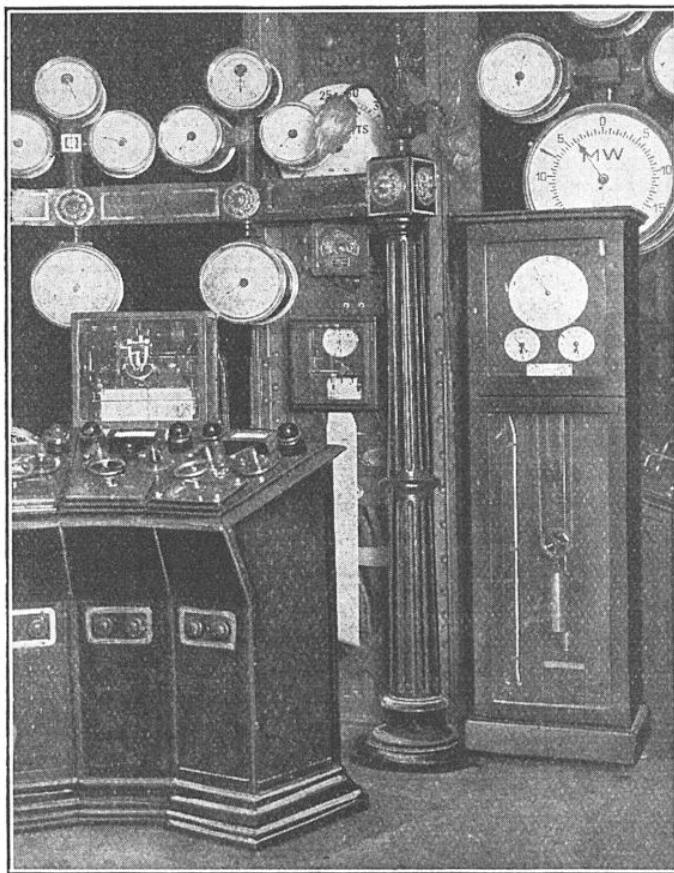


FIG. 1. — POSTE DE CONTRÔLE DE LA CENTRALE DE LA VILLE DE NEVERS, AVEC, A DROITE, L'HORLOGE QUI SERT À RÉGLER LA FRÉQUENCE DU COURANT DISTRIBUÉ

sa pendule. Heureusement, certains secteurs se sont déjà préoccupés de la question.

Jusqu'ici, on se contentait de mesurer la fréquence instantanée du courant au moyen d'un fréquencesmètre dont la précision n'est que de l'ordre de $1/100^e$. Nous sommes loin de la précision d'une bonne horloge ne variant que de 1 seconde par jour, précision qui atteint, par conséquent, $1/86.400^e$. On a donc cherché à contrôler la fréquence moyenne du courant fourni et la solution trouvée ne manque pas d'élégance.

La centrale génératrice de courant dispose d'une pendule astronomique qui, d'ailleurs, peut être remise à l'heure automatiquement chaque jour par les signaux envoyés par la Tour Eiffel. Mais cette horloge porte deux aiguilles des secondes : l'une, mue par le mouvement d'horlogerie, l'autre par un moteur synchrone alimenté par le courant de la centrale. Les deux aiguilles étant superposées, tant que la fréquence du courant demeure

constante (50 périodes par seconde, par exemple), elles resteront toujours l'une au-dessous de l'autre. Dès qu'un écart se produira, c'est que la fréquence aura varié. Si, par exemple, l'aiguille, actionnée par le moteur synchrone, avance par rapport à celle de l'horloge-mère, c'est que la fréquence aura dépassé 50. Immédiatement, la personne chargée du contrôle de la fréquence agit sur l'arrivée de la vapeur ou de l'eau aux turbines pour diminuer la vitesse des machines et rétablir la concordance des deux aiguilles.

Un autre dispositif, basé sur le même principe, ne comporte qu'une seule aiguille indiquant, à chaque instant, la différence entre l'heure officielle et l'heure du réseau. Cette aiguille doit donc être maintenue immobile. D'ailleurs, grâce à cet appareil, on peut prévoir le réglage automatique de la fréquence, en disposant des contacts qui sont fermés dès que l'aiguille se déplace d'un angle déter-

miné. Par l'intermédiaire de relais appropriés, ces contacts agiront sur les régulateurs de turbines, soit pour accélérer, soit pour diminuer leur vitesse.

Absolument maîtres de la fréquence du courant, les réseaux qui ont organisé ce contrôle (région parisienne, de Nantes et de Nevers) peuvent donc désormais distribuer l'heure exacte partout. Leur nombre est encore infime et il serait à souhaiter que les autres secteurs français suivent cet exemple.

C'est un Suisse, Thury, qui, en 1899, paraît avoir eu, le premier, l'idée d'utiliser les petits moteurs synchrones comme horloges.

Mais ce sont les Américains qui utilisèrent, les premiers, les réseaux de distribution pour donner l'heure au moyen d'horloges synchrones.

Le premier secteur électrique, qui paraît avoir réglé sa fréquence pour permettre la distribution de l'heure, est celui d'Edison Electric Illuminated Co, qui distribue le courant dans la région de

Boston aux Etats Unis, et ceci dès 1916.

Depuis cette époque, cette méthode s'est généralisée rapidement, puisque, à l'heure actuelle, plus de quatre millions d'horloges à moteurs synchrones sont utilisées en Amérique.

L'Allemagne, l'Angleterre, la Tchécoslovaquie, la Hollande ont suivi l'exemple des Etats-Unis.

La seule objection que l'on a pu élever est celle de la panne de courant. Encore que cette éventualité se fasse de plus en plus rare, grâce à l'interconnexion des centrales, on a pu y remédier en munissant la pendule synchrone d'une réserve constituée par un mouvement d'horlogerie qui se déclenche automatiquement dès que le courant n'alimente plus le moteur.

Le problème de l'heure est donc pratiquement résolu au moyen d'appareils simples, dont l'entretien est nul.

J. M.

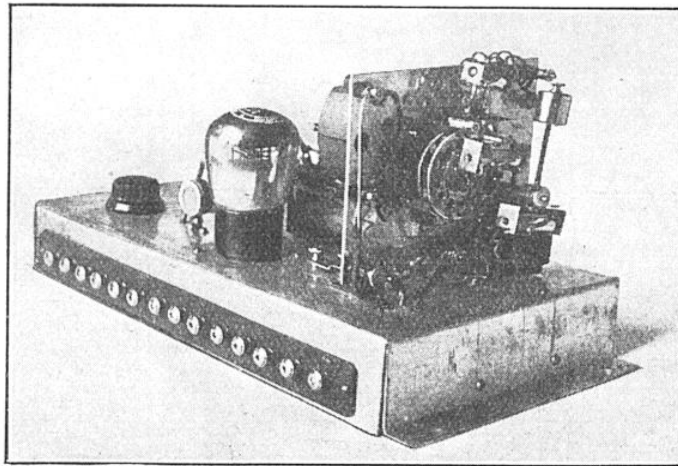


FIG. 2. — DISPOSITIF DE REMISE A L'HEURE AUTOMATIQUE DE L'HORLOGE « GARDE-TEMPS » DE LA CENTRALE, AU MOYEN DES SIGNAUX HORAIRE DE LA TOUR EIFFEL

UNE ÉLEGANTE SOLUTION POUR LE POMPAGE DES LIQUIDES VISQUEUX

Par Jacques MAUREL

Le développement de la chauffe au mazout, tant sur les bâtiments de combat que sur les navires de commerce, a posé avec une intensité croissante le problème du pompage des liquides visqueux. Le remplissage et la vidange des réservoirs à mazout de grande capacité nécessitent, en effet, un outillage puissant afin d'accélérer au maximum ces opérations.

D'une façon générale, une station de pompage se présente, en principe, comme l'indique la figure 1. Or, il est évident que, dans ce dispositif, la conduite de fort diamètre qui puise le liquide à la base du réservoir, ne peut alimenter la pompe en toute sécurité que si le mazout est suffisamment réchauffé pour le rendre liquide et lui permettre d'arriver à la tubulure d'aspiration de la pompe. Ce système exige, en outre, un certain

nombre de vannes et, pour que la station de pompage, située en contre-bas, ne risque pas d'être noyée, on doit prévoir un point haut dans la tuyauterie. Enfin, une telle installation coûte fort cher, d'une part en raison de la nécessité de mettre la pompe en charge si l'on veut assurer son alimentation en évitant l'aspiration du mazout, d'autre part en raison des chaudières et des réchauffeurs qui prennent une extension considérable si l'on veut obtenir un débit important. Enfin, cette installation nécessite des terrassements et tout un travail de maçonnerie. Quant à la durée du pompage, elle est forcément assez longue, car il faut réchauffer le liquide visqueux. Le problème à résoudre consiste donc à trouver un appareillage qui supprime le réchauffage et à disposer de pompes s'alimentant toujours, quelle que soit la viscosité. La solution, consistant à supprimer la tuyauterie d'aspiration en plaçant la pompe même dans le réservoir, a donné les meilleurs résultats.

En ce qui concerne la commande de cette pompe, le moteur électrique offre certains dangers d'incendie par suite des étincelles qui se produisent au collecteur. Il ne peut pas être noyé en même temps que la pompe et exige un couplage par arbre assez long; il n'est indiqué que pour les réservoirs de faible profondeur.

Le problème a été résolu en utilisant la commande hydraulique.

La commande hydraulique et la manutention des liquides visqueux

Voici le principe du dispositif :

Imaginons un circuit composé de tuyauteries et plein d'un liquide (ici, ce sera de l'huile fluide). Sur ce circuit, intercalons deux appareils : l'un, capable de faire circuler le fluide dans les tuyaux : nous l'appellerons la « génératrice hydraulique ». Elle sera

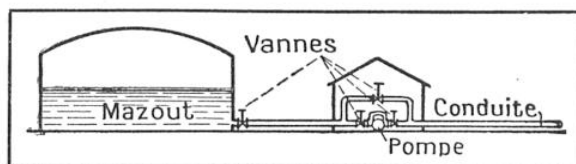


FIG. 1. — SCHÉMA D'INSTALLATION ORDINAIRE
D'UNE STATION DE POMPAGE DE MAZOUT

entraînée par un moteur Diesel, par exemple, à vitesse sensiblement constante. Un dispositif, commandé par volant, permet, en marche ou à l'arrêt, de faire varier la course des pièces en mouvement et, par suite, de faire varier le débit de cette génératrice de 0 au maximum.

L'autre appareil sera, au contraire, susceptible d'être entraîné par le fluide en mouvement. Ce sera le « moteur hydraulique ». Ainsi, nous aurons transmis le mouvement d'un point à un autre, sans utiliser autre chose qu'une transmission hydraulique extrêmement souple. Le moteur hydraulique entraînera à son tour, en effet, la pompe destinée à vider les réservoirs.

Voici maintenant la réalisation :

Une « colonne élévatrice » (fig. 2), destinée au vidage ou au remplissage des réservoirs, est composée d'une pompe rotative à huit pistons, système Guinard (fig. 3), accouplée directement à un moteur hydraulique rotatif à huit pistons également, du même sys-

tème, le tout pouvant être entièrement plongé au sein du liquide. Cet appareillage est situé à l'extrémité d'un système de trois conduites : une servant pour le refoulement de la pompe ; les deux autres utilisées pour l'aller et le retour du fluide en mouvement, qui actionne le moteur hydraulique entraînant la pompe.

Dans ces conditions, il est évident que les dangers que nous signalions plus haut sont supprimés. De plus, tout réchauffage devient inutile : l'expérience a prouvé que les pompes de ce type utilisées dans les liquides visqueux ont assuré une alimentation par-

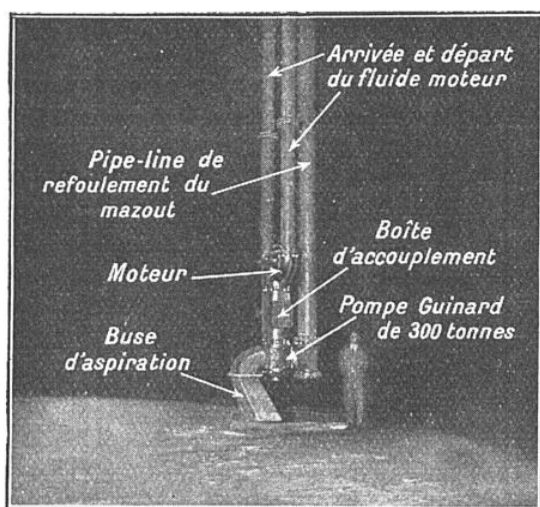


FIG. 2. — MONTAGE D'UNE « COLONNE ÉLEVATRICE » POUR LE REMPLISSAGE OU LE VIDAGE D'UN RÉSERVOIR À MAZOUT

faite à des vitesses de 1.500 tours par minute. Leur débit en graisse est le même qu'en huile pour une même vitesse de rotation. En effet, ces pompes sont constituées de façon à présenter de grands diamètres et de faibles courses pour les pistons ce qui assure le remplissage convenable des cylindres (fig. 4). On conçoit d'ailleurs qu'une pompe à soupapes ne saurait convenir, par suite du laminage au passage des soupapes (fig. 4). De même, une pompe centrifuge produirait des phénomènes de cavitation qui diminueraient son rendement. En outre, elle s'accommode mal des variations de charge qui se produisent dans la manutention de liquides dont la viscosité dépend de la température, et, enfin, ne permettrait pas de produire, accidentellement, une pression élevée pour enlever, par exemple, un bouchon de mazout formé dans une tuyauterie trop refroidie. La pompe à palettes n'a pu conve-

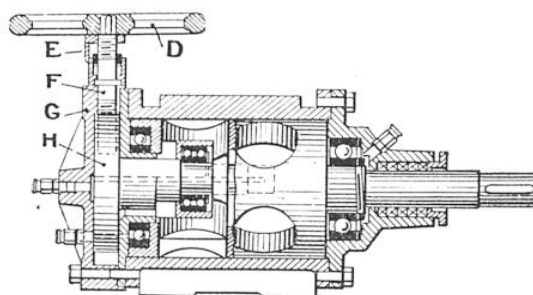


FIG. 3. — DESSIN EN COUPE D'UNE POMPE GUINARD ROTATIVE À HUIT PISTONS

L'arbre vilebrequin est terminé par un plateau H coulissant dans le flasque arrière G de la pompe, guidé par une clavette. Une vis F est fixée sur ce plateau et est solidaire du volant D. En tournant ce volant, on fait monter ou descendre le plateau H et on augmente ou diminue l'excentrage, de zéro à son maximum, c'est-à-dire le débit de la pompe. Un index E donne le débit de la pompe à chaque instant, selon la position du volant.

nir, car elle serait trop fragile et d'un rendement inférieur.

La pompe rotative à huit pistons ne présente pas ces inconvénients et assure un refoulement fort régulier.

Mais le dispositif hydraulique présente d'autres particularités. Ainsi, chaque réservoir peut posséder sa pompe autonome, d'où un accroissement de vitesse du ravitaillement des bateaux et une grande sécurité dans l'exploitation même du parc à combustibles. De plus, il est évident qu'aucun travail de terrassement, pour placer l'usine de pompage en contre-bas des réservoirs, n'est nécessaire.

Quant à la colonne élévatrice elle-même, son démontage est très facile, car elle est fractionnée en éléments de 3 m 50 au maximum. Il suffit de prévoir un palan, pouvant d'ailleurs servir pour plusieurs réservoirs, pour soulever la colonne et la démonter.

Enfin, les variations de débit peuvent être obtenues très progressivement de zéro au maximum, puisque la vitesse du moteur hydraulique est réglée par le dispositif à

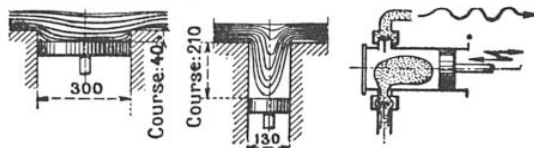


FIG. 4. — SCHÉMAS MONTRANT QU'UN CYLINDRE LARGE SE REMPLIT PLUS AISÉMENT QU'UN CYLINDRE ÉTROIT. ON VOIT, À DROITE, LE LAMINAGE PRODUIT AU PASSAGE DES SOUPAPES

débit variable de la génératrice, qui est lui-même très progressif.

La génératrice hydraulique

Les moteurs hydrauliques actionnant les pompes, sont alimentés, avons-nous dit, par un fluide mis en mouvement par une génératrice hydraulique. Celle-ci ne sera pas autre chose qu'une pompe rotative à huit pistons, établie pour haute pression.

Entraînée par un moteur Diesel, par exemple, cette génératrice puise le fluide-moteur dans un bac placé en charge, à proximité, et le refoule, par une tuyauterie de diamètre approprié, dans les moteurs hydrauliques des colonnes élévatrices. Après avoir travaillé, ce fluide-moteur revient au bac

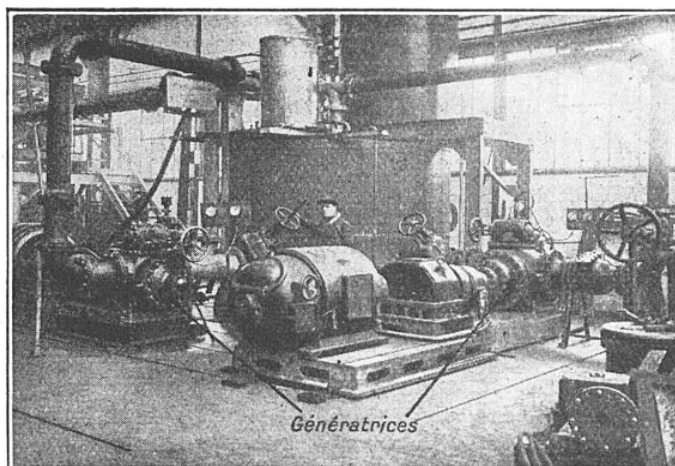


FIG. 6. — SALLE D'ESSAIS DE L'USINE DES POMPES GUINARD MONTRANT EN ESSAIS DEUX GÉNÉRATRICES HYDRAULIQUES A DÉBIT VARIABLE PERMETTANT D'ACTIONNER PLUSIEURS POMPES ROTATIVES A MAZOUT DE 200 A 300 TONNES DE DÉBIT HORAIRE

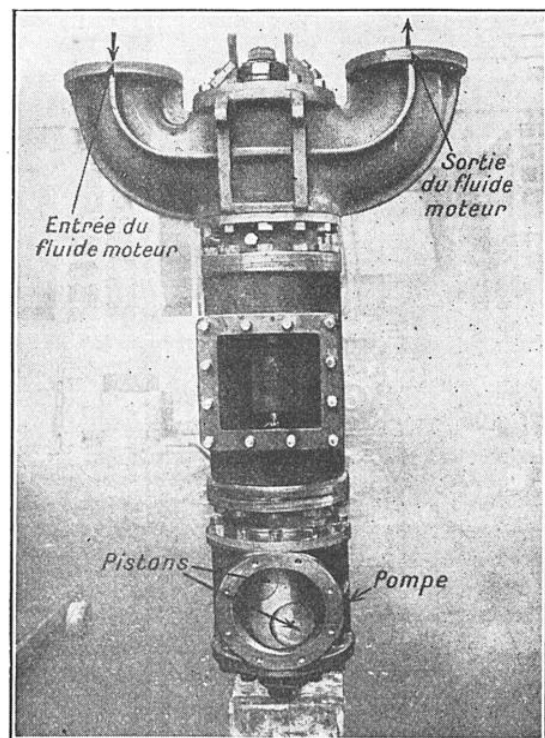


FIG. 5. — POMPE A MAZOUT IMMERGÉE, DONT LE DÉBIT ATTEINT 300 TONNES A L'HEURE

En haut, le moteur hydraulique ; au milieu, plaque enlevée permettant de voir l'accouplement entre le moteur et la pompe ; à la partie inférieure, pompe avec sa buse enlevée permettant de voir deux pistons sur les huit que possède la pompe rotative.

précité. Le cycle du fluide est donc continu.

On conçoit immédiatement qu'une telle génératrice peut, en refoulant le fluide dans un collecteur alimentant plusieurs colonnes, servir au vidage ou au remplissage de plusieurs réservoirs. Dans ce cas, le retour du fluide se fait également dans un collecteur relié au bac.

Dans ces conditions, la souplesse de l'installation est très grande, puisque l'on peut, d'une part, régler la vitesse de chaque moteur hydraulique, et, d'autre part, agir par un volant sur le débit de la génératrice hydraulique elle-même. D'ailleurs, toutes les vannes peuvent être réunies dans une même salle adossée à la station génératrice, de sorte qu'un seul mécanicien peut assurer la marche de l'exploitation.

Nous ne pouvons nous étendre ici sur les appareils accessoires intéressants qui complètent une telle installation. Signalons : les boîtes à crépines à grande section de passage du liquide ; les soupapes de sûreté permettant, en cas de fermeture inopinée d'une vanne, de ramener directement le fluide-moteur au bac ; les ventouses placées aux points hauts des tuyauteries pour évacuer automatiquement l'air qui pourrait s'y accumuler ; l'inverseur de mazout, système Guinard, breveté en France et à l'étranger, qui permet l'automatisme des manœuvres et la simplification des tuyauteries, etc.

Ainsi, dans les ports où la manutention des liquides visqueux, tels que le mazout,

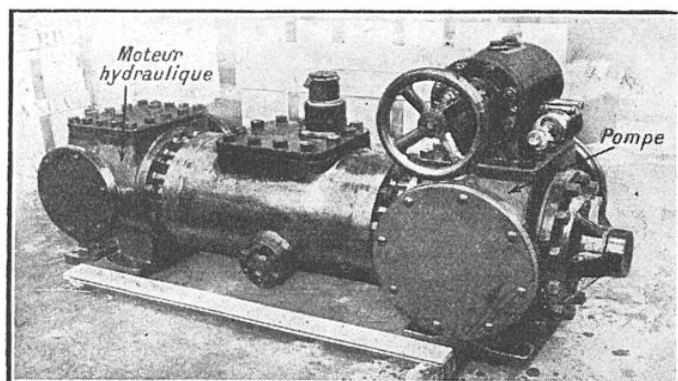


FIG. 7. — VUE D'ENSEMBLE D'UN GROUPE MOTO-POMPE HORIZONTAL A MAZOUT, DESTINÉ A ÊTRE PLACÉ A L'EXTÉRIEUR ET PRÈS DES RÉSERVOIRS

A droite, pompe, débit horaire 300 tonnes, portant à sa partie supérieure un « by-pass » formant appareil de sécurité; à gauche, moteur hydraulique de 150 ch, dont la vitesse variable peut passer de 0 à 700 tours-minute. La puissance de 150 ch est constante entre 300 tours-minute et 700 tours-minute.

prend chaque jour une place plus considérable, cette élégante solution, offrant à la fois sécurité et bon rendement, permet d'accélérer les opérations.

Une installation de ce genre, réalisée à bord d'un bateau-citerne, assure un débit de 300 tonnes à l'heure.

Le rendement énergétique, génératrice moteur et pompe, a été la partie du problème la plus délicate à résoudre. En effet, les trois appareils sont couplés en série et le rende-

ment global est le produit des trois rendements de chaque appareil. Cette considération a été dictée par la nécessité de diminuer l'échauffement du fluide-moteur, de façon à n'avoir aucun refroidissement artificiel de ce fluide et un minimum d'échauffement. Cet échauffement, pour une puissance de refoulement donnée, croîtrait avec une rapidité vertigineuse, si le rendement individuel de la génératrice, du moteur hydraulique et de la pompe, tombait au-dessous d'une certaine limite. On est donc conduit, par ces diverses considérations, à adopter un type d'engin ayant un rendement très élevé.

Des installations très importantes du système décrit ci-dessus sont actuellement en service ou en cours d'installation: par exemple, des pompes Guinard, actionnées par

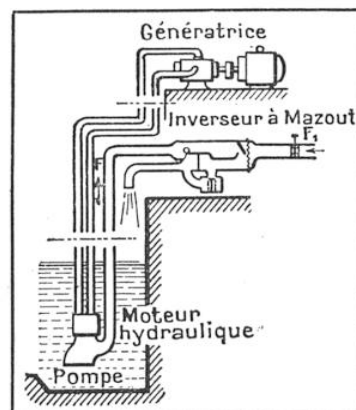


FIG. 9. — SCHÉMA DE L'INVERSEUR A MAZOUT

Ce dispositif permet d'effectuer à volonté soit le refoulement du mazout à l'appontement, soit le remplissage du réservoir par le pétrolier ou les pompes-relais. Il comprend un « by-pass » formant soupape de sûreté et un filtre pour le tamisage du mazout.

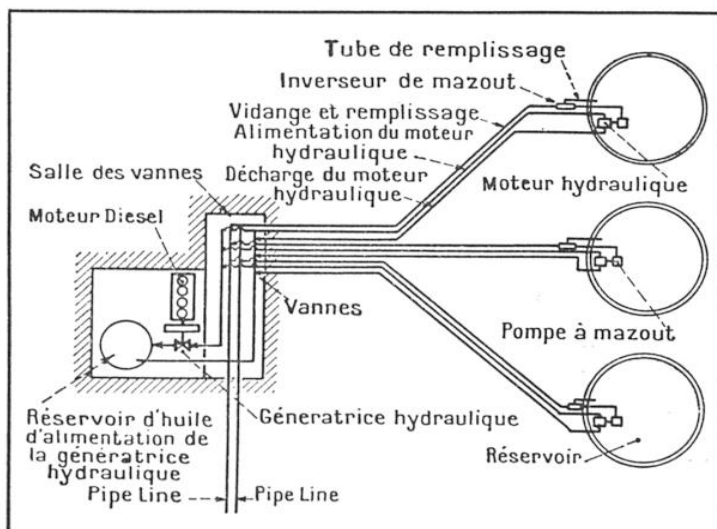


FIG. 8. — INSTALLATION GÉNÉRALE D'UN PARC A MAZOUT

moteurs hydrauliques, refoulent à travers un pipeline de 5.000 mètres, du mazout visqueux à un débit horaire de 300 mètres cubes. La souplesse, due à la transmission, permet de démarrer progressivement cette longue colonne de mazout sans chocs et coups de bélier dangereux pour la tuyauterie.

JACQUES MAUREL.

LES MACHINES MODERNES A PERFORER LES MÉTAUX

L'INDUSTRIE de la tôle perforée est une industrie relativement récente ; elle nécessite, en effet, des presses très puissantes, qui n'ont pu être réalisées que grâce aux magnifiques progrès de notre siècle. Ces machines ont permis d'envisager et de réaliser la perforation des grandes surfaces et de fortes épaisseurs.

Une presse à perforer se compose de deux parties essentielles :

1° Un bâti fixe, en fonte, pouvant affecter deux formes différentes. A la partie supérieure, ce bâti porte des glissières dans lesquelles se déplace un coulisseau mû, en général, par un dispositif à excentrique. Du coulisseau est solidaire le bloc porte-poinçons qui perce la tôle. Sur la partie inférieure du bâti repose la matrice fixe, servant de support à la tôle pendant la perforation ;

2° Une table mobile sur laquelle est fixée la tôle, et qui communique à celle-ci, au moyen d'engrenages et de rochets, un avancement, après chaque coup de poinçon, correspondant à l'écartement des trous du genre de perforation que l'on veut réaliser.

Pour distinguer les différents types de presses à perforer, on peut les considérer, soit au point de vue bâti, soit au point de vue utilisation.

Au point de vue bâti, nous trouverons deux classes différentes :

a) Le bâti à col de cygne, qui, comme son nom l'indique, ne possède qu'un seul montant ;

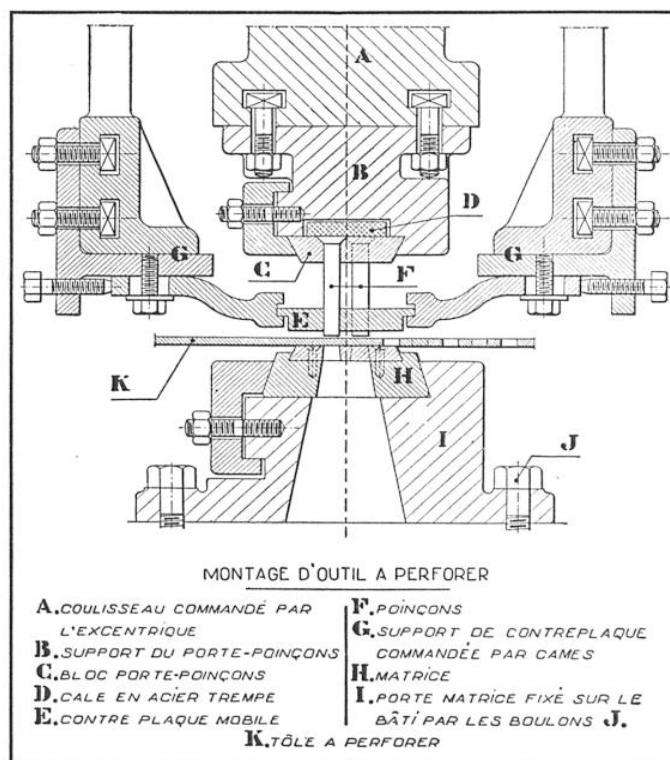
b) Le bâti à arcades, avec double montant dont les désignations très expressives suffisent à faire entrevoir l'allure générale de ces machines.

Au point de vue utilisation, il y a également deux classes :

a) Les machines larges ;

b) Les machines étroites.

Cette désignation ne s'applique pas à la largeur du bâti lui-même, mais à la longueur du bloc porte-poinçons, qui, dans le premier cas, peut perforer, à chaque coup de machine, la tôle dans toute sa largeur, et, dans le second cas, ne perce la tôle que sur une partie de sa largeur, ce



Document transmis par les Etab. Gantois, Saint-Dié (Vosges).

FIG. 1. — COMMENT EST MONTÉ UN OUTIL A PERFORER

qui nécessite plusieurs passes successives pour travailler toute la largeur de la tôle. Nous pouvons donc, de cette division, tirer immédiatement deux remarques :

1° Les bâtis à col de cygne, par suite du porte à faux, ne conviennent qu'à des presses étroites, tandis que les bâtis à arcades peuvent être équipés en presses larges ou en presses étroites ;

2° Si, sur les presses larges, la table mobile n'a besoin que d'un léger mouvement trans-

versal, nécessaire pour former le dispositif en quinconce des trous, par contre, sur les presses étroites, en plus du mouvement transversal de quinconce, nous trouverons un deuxième mouvement transversal, beaucoup plus important, qui permettra, après chaque passe sur la longueur, de déplacer la tôle d'une quantité égale à la largeur perforée pour reprendre la passe suivante,

Quelques calculs, d'ailleurs d'une grande simplicité, sont nécessaires pour déterminer la possibilité de faire une perforation sur une machine déterminée.

Le poinçon, découpant un trou dans la tôle, doit vaincre une résistance qui est fonction de la surface latérale du cylindre enlevé, lequel est appelé *débouchure*. Donc, si nous supposons, par exemple, que nous perforions un trou de 20 millimètres de diamètre, dans une tôle de 10 millimètres d'épaisseur, dont la résistance est de 40 kilogrammes par millimètre carré, la surface latérale du cylindre enlevé sera de 628 millimètres carrés.

Par conséquent, la résistance à vaincre sera $40 \text{ kg/mm}^2 \times 628 = 25.120$ kilogrammes, soit, approximativement, 25 tonnes.

Donc, une presse de 120 tonnes, travaillant dans ces conditions, pourra perforer simultanément quatre trous. Par suite, le bloc porte-poinçons pourra posséder, au maximum, quatre poinçons. C'est cette notion de puissance qui, alliée au genre de perforation à exécuter et aux tôles employées, limite les possibilités de chacun des types de machines.

Les presses modernes permettent de réaliser les perforations ou les gaufrages les plus variés, grâce à un outillage approprié.

Cet outillage se compose, pour chacun des genres de perforation, du porte-poinçons, des poinçons, de la contre-plaque et de la matrice. Le cliché (fig. 1, page 529) montre le montage respectif des différentes parties de l'outil.

Dans le coulisseau solidaire de l'excentrique — dont nous avons parlé au début de cet article — se place le bloc porte-

poinçons, plaque d'acier dans laquelle sont ajustés les différents poinçons qui formeront l'outil. Ces poinçons, dont la forme est le relief de ce que la perforation donnera au creux dans la tôle, ont une tête légèrement tronconique, qui vient appuyer sur une cale d'acier trempé, intercalée entre le coulisseau et le bloc porte-poinçons.

Pour guider les poinçons pendant leur travail, entre le porte-poinçons et la tôle, est intercalée la contre-plaque dans laquelle sont également ajustés les poinçons. Cette contre-plaque peut être mobile et alors elle est conduite par un jeu de cames avec un léger temps d'avance et de retard sur le bloc porte-poinçons. Par suite, la contre-plaque vient presser la tôle avant l'attaque des poinçons et le maintient jusqu'à ce que, dans leur mouvement ascensionnel, les poinçons aient quitté leur tôle. Elle joue donc, en plus du rôle de guidage, un rôle d'extracteur.

La contre-plaque peut être, également, fixe sur le bâti à quelques millimètres au-dessus de la tôle et joue également dans ce cas les deux rôles ci-dessus indiqués.

Enfin, la matrice placée sur la partie inférieure du bâti présente, également en creux, la forme des poinçons, mais avec un léger jeu. La matrice, sur laquelle la tôle appuie pendant le travail des poinçons, a pour but d'éviter les arrachages et de réduire au minimum les bavures sous la tôle. C'est par les trous de la matrice que s'évacueront les débouchures de la perforation.

La diversité des perforations entraîne des frais généraux très élevés tant par leur nombre que par les aciers spéciaux nécessaires à leur fabrication. L'emploi de la tôle perforée, en France, n'est pas aussi développé qu'à l'étranger. Il existe cependant, en France, des maisons ayant des catalogues très variés et il est certain que l'on peut chercher dans l'emploi de la tôle perforée des éléments décoratifs très intéressants qui développeront son utilisation actuellement limitée à l'industrie et principalement à l'industrie du criblage.

J. M.

Il faut lire chaque mois dans La Science et la Vie les articles consacrés à la T. S. F. Toutes les recherches et les réalisations qui contribuent à donner à la radio-diffusion son énorme développement y sont analysées, expliquées, commentées.

Comme le tirage de La Science et la Vie, le plus fort du monde, se maintient, même actuellement, c'est l'organe de propagande pour la T. S. F. le plus répandu.

L'ÉLECTRICITÉ A RENDU LA BOURSE SILENCIEUSE

LES Parisiens, habitués au vacarme qui règne à la Bourse pendant les séances, ne peuvent guère imaginer qu'il soit possible d'effectuer des transactions boursières dans le silence. C'est pourtant ce qui se passe à Stockholm, où les cotations se font entièrement au moyen d'appareils électriques, de la manière que nous allons exposer.

En Suède, comme partout ailleurs, on établit les cours en rapprochant les propositions de vente et d'achat par des enchères successives, enchères montantes de la part des acheteurs, enchères descendantes de la part des vendeurs. Dès que les prix se sont identifiés, ils déterminent le cours de la valeur correspondante. Ces enchères, montantes et descendantes, se font sous le contrôle du « président » de la Bourse.

Cette manière de faire présente l'avantage d'assurer la régularité des transactions ; par

contre, elle offre des inconvénients. Sa bonne marche dépend, en effet, de l'habileté et de l'expérience du président, et il arrive fréquemment que, malgré sa bonne volonté, il ne puisse procéder à une répartition complète et exacte des offres et des demandes.

C'est pourquoi on a songé à utiliser des appareils automatiques électriques qui permettent d'obtenir des résultats plus rapides et plus complets. Voici comment fonctionnent ces appareils :

Chaque agent de change, installé à un pupitre et relié directement avec l'extérieur par un téléphone particulier, a devant lui un clavier qui lui permet de faire connaître ses offres d'achat et de vente. Les claviers de tous les agents de change sont, en effet, reliés par l'intermédiaire de relais à deux tableaux lumineux, divisés chacun en deux parties correspondant, l'une, aux offres de vente,

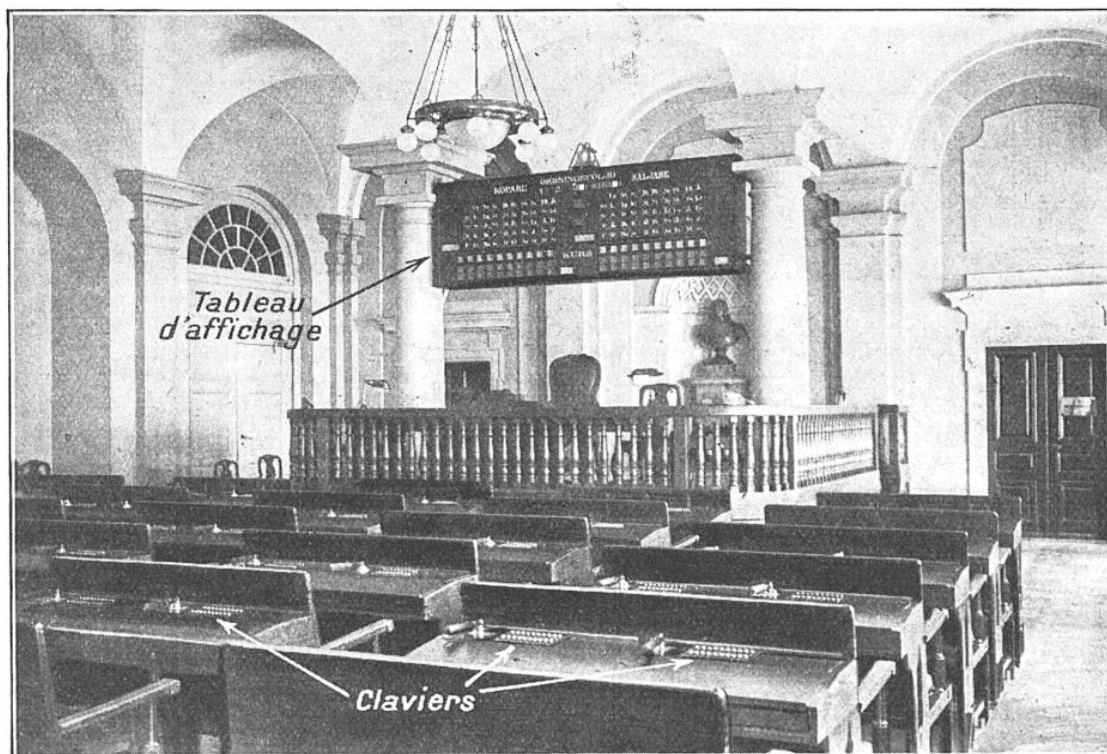


FIG. 1. — LA SALLE DES COTATIONS A LA BOURSE DE STOCKHOLM

l'autre, aux offres d'achat ; l'un de ces tableaux est sur la table du président, et l'autre est placé de manière à être vu du public.

Voici comment se font les cotations. Supposons qu'un agent de change, pour une valeur déterminée, veuille faire une offre de vente à 359, par exemple. Il appuie alors sur des touches correspondantes qui font apparaître sur le tableaux lumineux les derniers chiffres de son offre, c'est-à-dire 59 (le premier chiffre est, en effet, pratiquement tou-

lumineux, en remplacement des offres inférieures, — en indiquant chaque fois le nom des agents de change qui les ont formulées. Dès que les acheteurs et les vendeurs se sont mis d'accord sur un cours, le marché est automatiquement conclu. Un signal lumineux spécial est alors mis en action pour annoncer ce résultat. La question la plus importante, pour le président et les agents de change eux-mêmes, concerne l'enregistrement et la compensation des offres et des

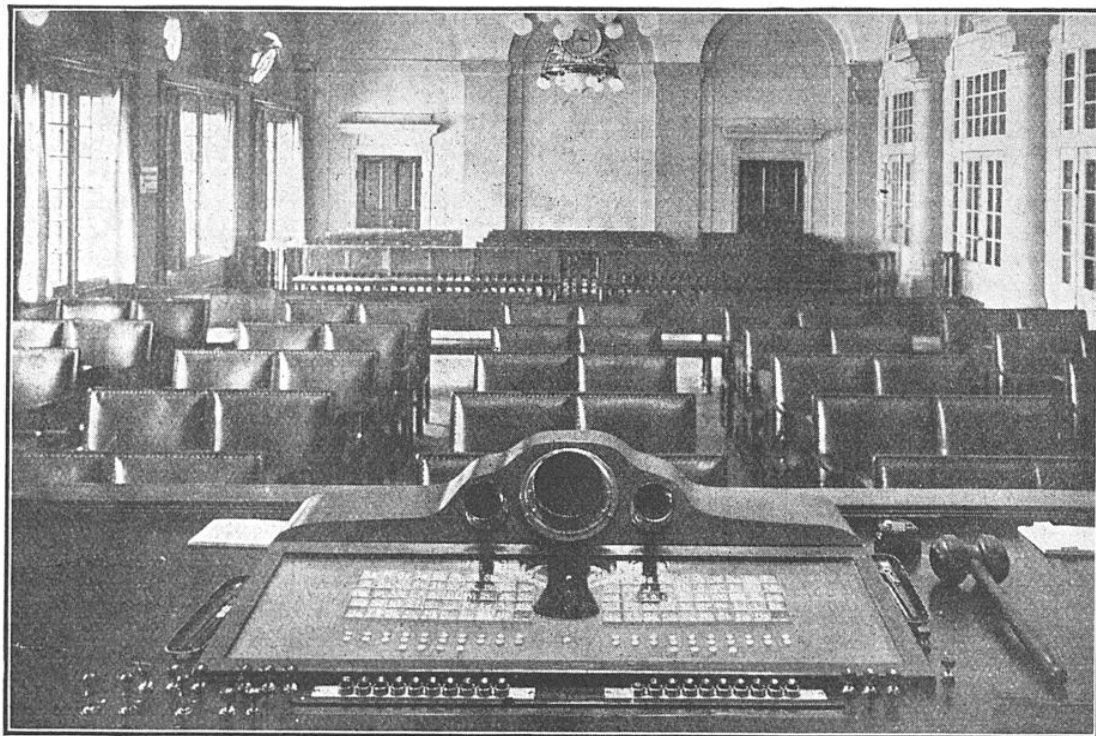


FIG. 2. — VOICI LE BUREAU DU PRÉSIDENT A LA BOURSE AUX VALEURS DE STOCKHOLM
Sur ce bureau, on voit un tableau correspondant au tableau d'affichage.

jours connu des agents de change). En même temps, son nom s'inscrit automatiquement à côté de ces chiffres. D'autre part, le dispositif est aménagé de telle sorte qu'il n'est pas possible de faire des offres de vente à un taux supérieur, mais seulement à un taux inférieur. Si, maintenant, une autre offre plus faible est faite, elle s'inscrit automatiquement en remplacement de la précédente, avec le nom de l'agent de change qui a fait cette deuxième offre, et ainsi de suite.

En ce qui concerne les offres d'achat, le processus est le même, mais, dans ce cas, ce sont les offres à des taux croissants qui peuvent seules s'inscrire sur les tableaux

demandes, qui sont souvent très nombreuses.

En fait, tous les ordres transmis, aussi bien vendeurs qu'acheteurs, sont immédiatement enregistrés sur les tableaux en différentes couleurs. La limite des possibilités du système, c'est-à-dire le temps qui doit s'écouler pour l'enregistrement des différents ordres n'atteint guère qu'un centième de seconde.

Bien que l'installation d'un tel appareil ait entraîné des récriminations de la part des boursiers, l'expérience de plusieurs années a prouvé que le système répondait exactement à ce qu'on en attendait et donnait toute satisfaction. C. A.

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

Nouveau poste « tous réseaux »

L'IMMENSE développement de la T. S. F. est encore limité par le manque d'unification des réseaux électriques. En effet, un grand nombre de personnes qui se déplacent fréquemment rencontrent des secteurs à 25, 42 ou 50 périodes ou encore des secteurs continus, hésitent à acheter un poste qui risquerait d'être souvent inutilisable.

Cependant, ce problème important est aujourd'hui résolu grâce aux nouvelles lampes à chauffage indirect alimentées directement par le secteur continu ou alternatif.

Il reste, bien entendu, la tension-plaque des lampes qui, elle, doit être en courant continu, rigoureusement filtré. Le poste fonctionnera cependant sur alternatif ou sur continu sans aucune modification. En effet, la valve de redressement prévue est une monoplaque; or, dans les valves redresseuses, le courant passe toujours dans le sens filament-plaque. Donc, si la fiche de prise de courant est branchée dans le bon sens, le courant continu traversera la valve sans aucune gêne pour alimenter le poste; si c'est de l'alternatif, cette valve empêchera de passer une alternance sur deux, c'est-à-dire qu'à sa sortie, nous aurons toujours du continu et du courant redressé, ce qui, en pratique, revient au même.

Mais ce courant, quoique continu, n'est pas encore apte à alimenter le poste, et il faut le filtrer; c'est à quoi servent les condensateurs électrochimiques et une self de 50 henrys.

Signalons que l'inversion du courant (pour le cas du continu) ne peut détériorer les condensateurs électrochimiques, car, dans ce cas, la valve arrête le courant. Le poste reste muet, il n'y a qu'à retourner la fiche de prise de courant.

Enfin, les lampes étant chauffées directe-

ment sur 110 volts, il est impossible de les griller, puisqu'il n'y a pas de tension supérieure dans le poste.

La réalisation que nous présentons ici d'un tel poste est fort intéressante. Le montage comporte une détectrice et deux basses fréquences. La détectrice possède un système d'accord en *bourne* accordé au secondaire par un condensateur variable au mica de 0.50/1.000^e de microfarad. Il a été prévu une seconde prise d'antenne qui, par l'intermédiaire d'un condensateur-type de 0,15 à 0,20, va au secondaire de *bourne*. La réaction se

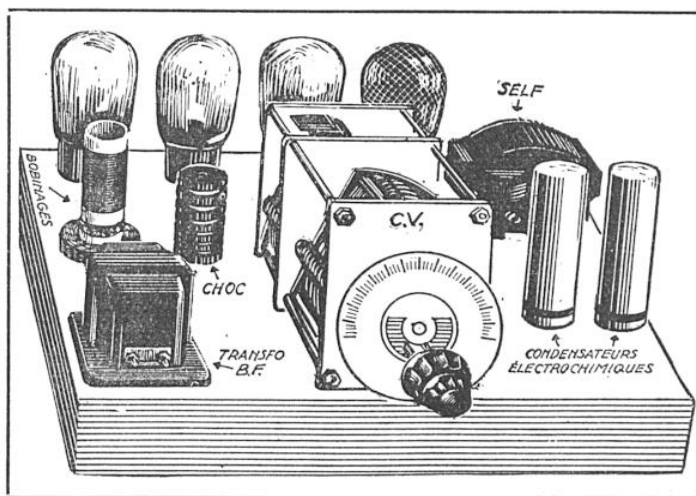
fait par un condensateur variable de 0,25/1.000^e entre plaque détectrice et primaire du *bourne*. Une self de choc bloque les courants de haute fréquence non détectés et un condensateur fixe de 6/1.000^e les dérive à la terre. La liaison entre détectrice et première basse fréquence se fait par un transfo de rapport 1/5^e. La

liaison entre première basse fréquence et deuxième basse fréquence se fait par résistance et capacité.

Ce montage n'exige aucune attention particulière quant à son fonctionnement, sauf qu'il ne faut pas faire toucher la prise de terre à la carcasse métallique de l'appareil, celle-ci étant portée à un potentiel positif par rapport à la terre. Il est prudent, en cas de doute sur l'isolement de l'antenne, d'intercaler, entre celle-ci et le poste, un condensateur fixe de 1/1.000^e.

L'appareil que nous venons de décrire donne de très bons résultats au point de vue musical. Sur antenne intérieure de 10 mètres, on peut entendre une quinzaine d'émissions étrangères et tous les principaux postes français dans d'excellentes conditions. De plus, la simplicité du montage, qui n'exige qu'un matériel réduit, permet d'établir ce poste à un prix relativement bas. J. M.

ETABLISSEMENTS RADIO-SOURCE, 82, avenue Parmentier, Paris (11^e).



INTÉRIEUR DU POSTE « TOUS RÉSEAUX » RADIO-SOURCE

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Trois excellents moteurs à deux temps pour motocyclettes

LE moteur à deux temps est resté, on le sait, l'engin le plus utilisé sur la motocyclette à cause de sa robustesse d'une part, et, d'autre part, parce qu'il fournit une impulsion par tour. Comme il n'est pas possible, sur la moto, de multiplier le nombre des cylindres, on obtient ainsi un couple moteur plus constant qu'avec le

moteur à quatre temps, qui ne donne qu'une impulsion tous les deux tours de l'arbre moteur.

Mais on sait aussi que la motocyclette ne peut comporter de radiateur à eau et que le refroidissement du moteur est assuré par l'air et les ailettes de la carcasse du cylindre. Dans ce domaine, l'emploi de l'aluminium devait permettre de réaliser un progrès appréciable par suite de la grande conductibilité calorifique de ce métal, environ quatre fois plus grande que celle de la fonte. MM. Aubier et Dunne ont donc cherché à utiliser l'aluminium. Mais celui-ci est évidemment trop tendre pour que le cylindre soit entièrement établi en aluminium. On lui a donc adjoint

une chemise en acier trempé. Le piston étant en alliage d'aluminium, aucune usure n'est à craindre. Grâce au refroidissement énergétique réalisé par la carcasse en aluminium munie d'ailettes aussi bien sur ses parois latérales que sur la culasse, un graissage efficace est obtenu en mélangeant à l'essence une petite quantité d'huile de bonne qualité.

Il faut, en outre, remarquer que la conductibilité thermique de l'aluminium croît avec la température, alors que celle de la fonte diminue, au contraire, dans les mêmes conditions.

En marche, la dilatation du piston, qui est monté avec un jeu de moins de 15 centièmes de millimètre, est compensée partiellement par celle de la chemise en acier et par le refroidissement du cylindre. L'axe du piston est en acier spécial de cémentation, la bielle en acier au chrome nickel trempée et rectifiée, comme le maneton.

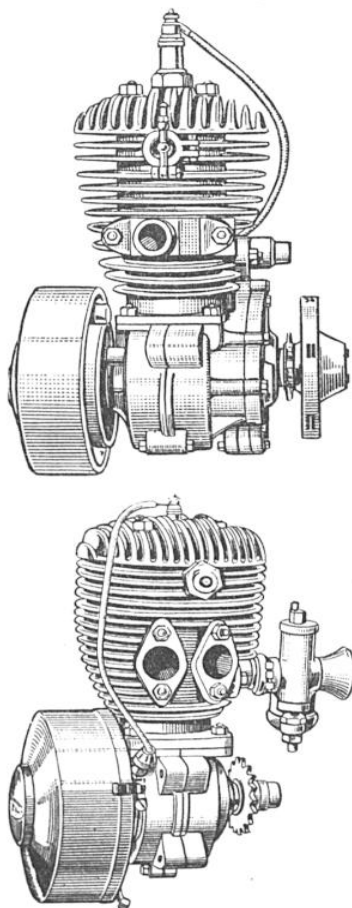
L'allumage se fait par volant magnétique ou magnéto accouplée en bout d'arbre.

Deux modèles de ces moteurs ont été créés : l'un de 100 centimètres cubes, l'autre de 250 centimètres cubes. Un autre type à deux cylindres a une cylindrée totale de 500 centimètres cubes.

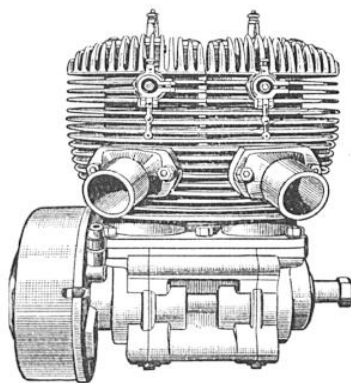
Etablis en vue d'assurer un fonctionnement sûr et de longue durée, ces moteurs, faciles à entretenir, donneront aux motocyclistes le maximum de satisfaction.

Le balai électrique se simplifie

LA plupart des inventions humaines parcourent, avant d'atteindre leur point de perfection, des cycles analogues : il y a toujours, à l'origine, un instrument primitif, très simple de conception, mais complètement dépourvu de perfectionnements mécaniques. Viennent ensuite une



MOTEURS A DEUX TEMPS POUR MOTOCYCLETES
En haut, de 100 cm³ ; en bas, de 250 cm³.



MOTEUR DEUX TEMPS, DEUX CYLINDRES DE 500 CM³ DE CYLINDRÉE



COMMENT ON UTILISE LE BALAI « ERA »

série d'appareils compliqués, inesthétiques, où se combinent maladroitement l'instrument initial et la « mécanique » qu'on lui adapte. Enfin, après de multiples efforts, on revient aux formes simples, rationnelles, où la « mécanique » se trouve, pour ainsi dire, assimilée par l'appareil. C'est le cas de la Draisiennne, devenue le monstrueux vélo-cipède, puis l'actuelle bicyclette arrivée, de toute évidence, à sa forme définitive.

C'est le cas aussi du vieux balai des familles, si simple de forme et de maniement. Dès le début du siècle, on s'avisa de le remplacer par des appareils aspirateurs qui représentaient, du point de vue de l'hygiène, un indéniable progrès, mais dont on peut dire qu'ils étaient tous exagérément compliqués. Ce gros inconvénient explique pourquoi, malgré des avantages évidents, l'aspirateur n'a pas été immédiatement adopté par le public.

Mais cet appareil lui-même vient d'être simplifié : les Etablissements Ragonot « grands spécialistes des petits moteurs », ont créé l'Electro-Balai Era, dont le nom seul explique la raison d'être : faire « assimiler » par l'instrument pratique de nos grand'mères, les bienfaits du progrès mécanique.

L'« Electro-Balai Era » est simple : d'une seule pièce, et très léger cependant, il rassemble tous ses organes suivant un même axe, de la buse à la poignée. Donc, pas de seau à traîner, pas de sac encombrant.

Il se manie exactement comme un balai... mais un balai qui aspire et qui aspire très

vigoureusement, puisque la succion se fait « en prise directe », dans l'axe même de la turbine. Et, cependant, il ne peut y avoir arrachement grâce au dispositif spécial qui empêche les lèvres de la buse de coller au sol.

L'« Electro-Balai Era » est conçu pour passer absolument partout : sous les meubles les plus bas ; le long des plinthes, le long des marches d'escalier, sur les tentures, les rideaux, les murs, les fauteuils, les coussins. Et toujours sans qu'il soit nécessaire de modifier l'appareil : pas d'accessoires à changer, aucune complication, aucune « gymnastique ».

Pour le vider, deux simples gestes à faire. Pour le ranger, rien à démonter. Pas besoin de coffre : on l'accroche tout simplement tel quel, comme un balai, dans le moindre recoin.

Voici donc, au service des ménagères, un instrument de nettoyage pratique, qu'elles n'hésiteront jamais à faire fonctionner même pour les menus soins du ménage : on le décroche, on s'en sert, on le raccroche.

Pour la cuisine au camping

VOICI venue la période estivale où les vacances vont intensifier les déplacements en automobile. Dans ce domaine, il faut reconnaître que le camping connaît une vogue de plus en plus considérable, justifiée, d'ailleurs, autant par les agréments et l'hygiène qu'il procure que par l'économie qu'il permet de réaliser.

Malheureusement, trop souvent les campeurs négligent, dans leurs ustensiles de cuisine ambulante, la source de chaleur cependant nécessaire à la confection de repas vraiment substantiels et ne recherchent pas suffisamment, dans le réchaud de camping, les qualités qu'ils demandent chez eux au réchaud à gaz.

Il y a pourtant dans le commerce des réchauds qui remplissent pour cet usage les conditions indispensables, comme celui figurant ci-dessous.

Cet appareil, spécialement étudié pour automobilistes, fonctionne à l'essence de tourisme et utilise par conséquent le même combustible que la voiture. Pour parfaire sa construction, qui est très robuste, il possède une soupape de sûreté supprimant tout danger en cas de surchauffe.

Il produit une flamme bleue puissante, et réglable à l'aide d'un robinet, et son fonctionnement est idéal par tous les temps.

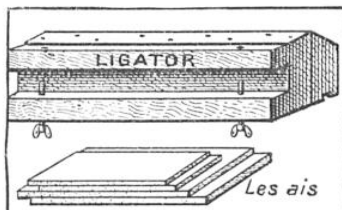
Son emploi est des plus simples. Sa mise en route se fait à l'aide d'un réchauffage préalable comme pour les réchauds ordinaires. En restant léger,



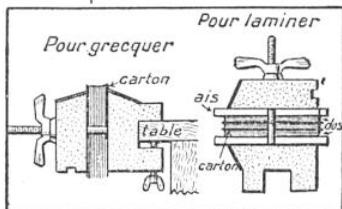
LE RÉCHAUD DE CAMPING

il concentre sous un faible volume une grande puissance. Sorti de son coffre, il est immédiatement prêt à entrer en service. Il offre, d'autre part, la particularité de pouvoir se transformer en une lampe à souder, outil qui peut rendre les plus grands services au garage, à l'atelier, voire sur la route et notamment pour les campeurs.

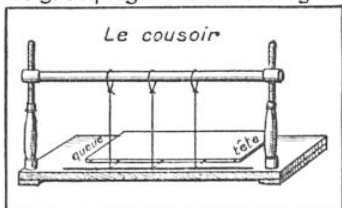
Présenté d'une façon élégante dans un coffret de métal verni, avec un broc-entonnoir de remplissage et un tube brûleur pour sa transformation en lampe à souder, cet appareil sera fort apprécié des campeurs en général et des automobilistes en particulier.



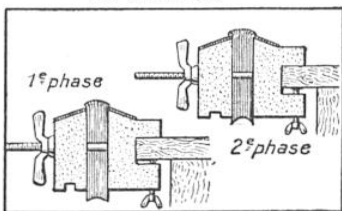
La presse et les aïs



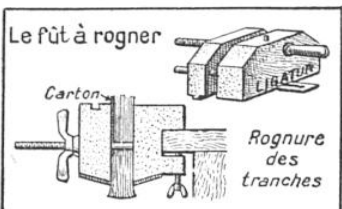
Le greçquage et le laminage



La couture



L'endossure



LES DIVERSES PIÈCES DE L'APPAREIL « LIGATOR »

Nouvel outillage de reliure pour amateurs

L'INVENTION d'un nouvel outillage, dénommé *Ligator*, vient d'apporter au matériel de reliure pour amateurs, d'importants perfectionnements et d'heureuses simplifications.

La presse peut être solidement fixée dans les deux sens au bord d'une table, grâce à des prolongements latéraux pourvus de garnitures taraudées avec vis à ailettes. Les supports auxiliaires encombrants sont ainsi supprimés. D'un côté, les mors biseautés sont garnis de bandes d'acier laminé permettant une exécution

parfaite de l'endossure. La face opposée est aménagée pour la rognure. Un serrage puissant est assuré aux extrémités par des boulons en acier forgé et de grands écrous à oreilles nickelés.

Cette presse, qui permet d'exécuter toutes les opérations de la reliure d'une façon parfaite, peut encore servir pour la dorure des dos et des tranches. Elle peut aussi être employée pour divers travaux de ménage, transformer toute table en établi et servir d'étau pour tenir solidement les objets à scier, raboter, limer, sculpter, etc.

Le fût à rogner se distingue de celui des professionnels par ses dimensions réduites et la simplification apportée dans le système d'attache et de réglage du couteau. Ce dernier est pourvu d'une coulisse axiale convenablement fraisée dans laquelle passe l'unique vis de fixation.

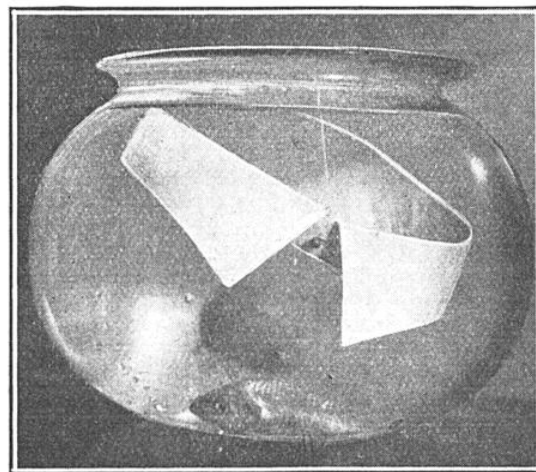
Le cousoir démontable ressemble à celui des professionnels, mais il permet la suppression des chevilletes dont l'usage embarrasse souvent les amateurs.

Ce dispositif permet donc à tous d'exécuter très simplement n'importe quelle reliure sans aucun apprentissage.

Un col toujours propre et empesé

MALGRÉ la vogue du col souple, le col empesé est toujours porté par ceux qui ont souci de leur élégance. Malheureusement, il exige un entretien onéreux. Depuis longtemps, on a cherché à lui substituer le col en celluloïd, mais celui-ci n'a pas réussi à s'imposer. Tout d'abord, il est trop inflammable et, de plus, il ne répond qu'imparfaitement au but poursuivi.

Un inventeur français vient cependant de créer un nouveau col constitué par une matière spéciale, la cellofibrine, extraite de certains textiles végétaux. Ceux-ci, mis



LE COL « STYLLUX » DANS L'EAU

en pâte, blanchis et malaxés, sont coulés en feuilles, puis tannés, laminés et fixés par pression sur un support, et enfin moulés.

Les cols ainsi obtenus ont une durée égale à celles des cols en celluloïd et présentent l'aspect de la toile. On les lave aisément, à l'eau froide et au savon, avec un linge ou une brosse douce. La photographie de la page précédente montre que ces cols sont insensibles à l'eau.

Les pendules synchrones et l'heure exacte

ON a vu, d'autre part (page 523), comment les centrales modernes contrôlent leur fréquence et comment les moteurs synchrones, alimentés par le courant, conservent une vitesse constante. Leur application à la distribution de l'heure devenait ainsi possible. Les photographies ci-jointes montrent deux modèles de pendulettes de ce genre des Etablissements Henry-Lepaute.

Ainsi, sans qu'il soit nécessaire de les remonter, de les régler, ces appareils, actionnés par un petit moteur synchrone, gardent indéfiniment l'heure de l'Observatoire. Dans un même immeuble dans une même ville, toutes les pendules peuvent être branchées, sans nécessiter de canalisation spéciale, sur le secteur lui-même.

La seule condition de leur fonctionnement est évidemment l'existence même du courant. Or nous l'avons dit, les pannes deviennent de plus en plus rares et à Paris, sur

les réseaux de l'Union d'Electricité, il n'a pas été constaté d'interruption de courant de plus de 15 secondes en trois mois. D'ailleurs, sur chaque horloge est prévu un petit voyant rouge qui n'apparaît qu'au moment des interruptions de courant, pour avertir que l'heure a subi un léger retard.

Signalons également que les moteurs utilisés sur ces pendules démarrent seuls, sans qu'il soit besoin de les lancer, et ont un couple très puissant. Ils ne risquent donc pas de se « décrocher », du fait de la moindre variation de voltage du courant qui les alimente, ou sous l'effet d'un « dur » mécanique provenant des rouages de l'horloge. Pour bien montrer l'importance du couple de ces horloges à moteur autodémarreur, il est possible, avec le même mouvement, de conduire des aiguilles pour cadrans de 2 mètres de diamètre.

On prévoit également, dans le cas d'une distribution comportant un grand nombre d'horloges, un système automatique qui fait connaître la durée d'une interruption de courant. On peut ensuite accélérer les horloges jusqu'à ce qu'elles soient à nouveau à l'heure.

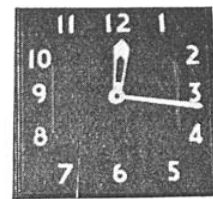
Enfin, mentionnons qu'il est possible d'employer les moteurs synchrones sur des horloges déjà existantes. Les moteurs n'ont, en effet, qu'un encombrement minime et leur poids n'excède pas 300 grammes.

Non seulement les appareils d'horlogerie, mais tous ceux qui comportent une indication de temps, tels que les enregistreurs, les appareils de signalisation ou de contrôle, ceux utilisés pour l'éclairage public, etc., peuvent bénéficier de cette constance de marche.

Une recette intéressante pour aiguiser les lames de rasoir

UN de nos lecteurs, M. Etienne Buffier, nous signale le procédé suivant pour l'aiguisage des lames de rasoir, qui non seulement permet de les faire durer fort longtemps — car il ne les use pas — mais encore ne coûte absolument rien.

Vous prenez un gobelet de verre moulé, bien lisse à l'intérieur et de forme légèrement tronconique, comme ceux qui sont couramment utilisés pour les confitures et la moutarde. Vous y versez de l'eau ordinaire jusqu'à une hauteur de 2 centimètres environ. Prenant le verre de la main gauche, vous l'inclinez légèrement pendant que, de la main droite, vous posez la lame dans le sens de la longueur, sur la paroi du verre. Il suffit alors d'appuyer légèrement sur cette lame et de



AUTRE TYPE DE
PENDULETTE
« LEPAUTE »



PENDULETTE SYNCHRONE « LEPAUTE »

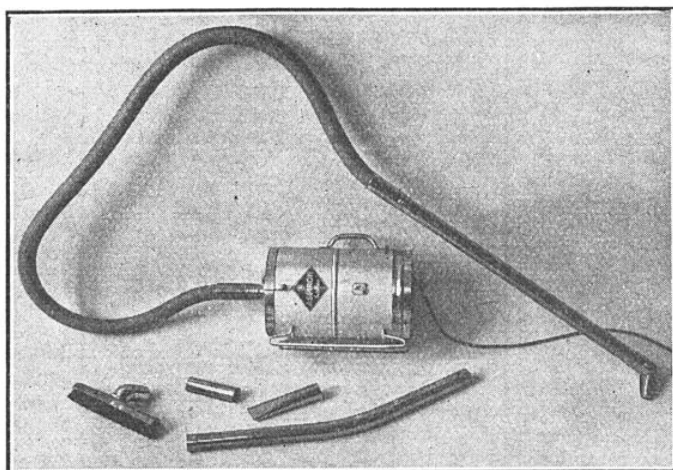
lui donner un large mouvement de va-et-vient. Au contact du verre et en baignant dans l'eau, le fil de la lame se trouve ravivé. Après une dizaine de mouvements (que l'on peut d'ailleurs porter à 30 ou 40, selon l'état de la lame), on recommence pour l'autre face, en ayant soin d'effectuer le même nombre de va-et-vient pour les deux faces.

L'opération est, on le voit, rapide et simple. Elle est même recommandée avec certaines lames neuves, qui ne coupent pas toujours parfaitement.

Un nouveau dépoussiéreur électrique à la portée de tous

L'USAGE de l'aspirateur électrique s'est répandu, au cours de ces dernières années, avec une rapidité que justifie d'ailleurs non seulement un supplément de confort, mais encore et surtout un souci bien compris de l'hygiène domestique. Aussi, les modèles d'aspirateurs sont-ils fort nombreux, chaque constructeur cherchant des dispositifs nouveaux améliorant l'emploi ou le rendement de l'appareil.

Toutefois, l'aspirateur de qualité reste encore d'un prix assez élevé. C'est pourquoi la « Société Paris-Rhône » vient de mettre



L'« ASPIRON BIJOU » ET SES DIVERS ORGANES

au point un nouvel appareil, l'*Aspiron bijou*, dans le but de permettre une diffusion encore plus grande de l'aspiration électrique des poussières. Nos photos le représentent en action et avec ses accessoires. Un peu plus réduit que les modèles normaux, ce dépoussiéreur, équipé d'un excellent moteur, conserve néanmoins une grande puissance d'aspiration et peut remplir les mêmes offices que ses aînés : nettoyage des tapis, parquets, escaliers, rideaux, tentures, meubles, bibliothèques, automobiles, étalages, etc.

Un fume-cigarette à nettoyage automatique

IL n'est pas un fumeur qui n'ait constaté que son fume-cigarette, mis directement dans la poche, se remplit rapidement de poussières et qu'il est indispensable de le déboucher constamment. Alors, on le met dans un étui, et c'est déjà un progrès. Cependant, la nicotine, en s'accumulant dans le tube de l'appareil, oblige également à des nettoyages fréquents si l'on ne veut pas que son amertume vienne dénaturer l'arome du tabac. De plus, le rôle hygiénique du fume-cigarette est ainsi pratiquement annulé.

Ce petit problème était cependant facile à résoudre, il suffisait d'y penser. La solution, élégante, a été mise au point récemment. Un étui en ébonite, en quatre parties, renferme le fume-cigarette proprement dit, lui-même en deux parties glissant l'une sur l'autre pour diminuer l'encombrement. Nous trouvons donc, pour l'étui : un capuchon percé de trous d'aération; un corps creux; un raccord intermédiaire auquel est fixée une tige métallique et qui renferme une réserve de petits goupillons; enfin, un bouchon se vissant sur le tout.

Un goupillon étant placé à l'extrémité de

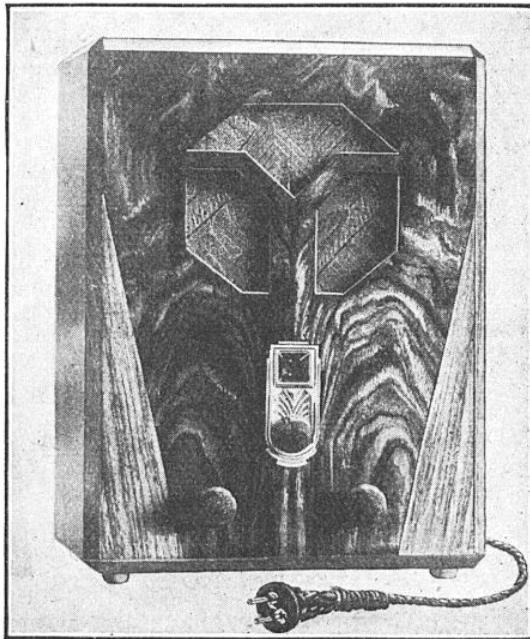


COMMENT ON UTILISE L'« ASPIRON »

la tige métallique, en faisant glisser le fume-cigarette dans l'étui, on « ramone » automatiquement le tuyau qui reste ainsi constamment propre. L'extrémité évasée recevant la cigarette, doublé d'argent, prend tout naturellement sa place dans l'étui qui, dans la poche, n'occupe qu'un faible volume.

Un poste secteur trillampe à la portée de tous

MALGRÉ la baisse notable des prix que les récepteurs radiophoniques ont connue depuis quelques années, tout en offrant des qualités de puissance et de musicalité sans cesse accrues, on est obligé

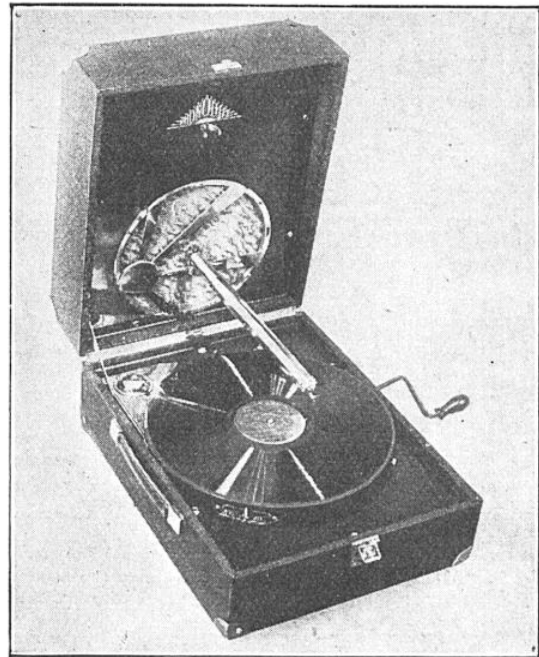


LE POSTE SECTEUR « GÉÈS »

de constater que la diffusion des postes de T. S. F. dépend encore, dans une grande proportion, du coût des appareils. C'est pourquoi nous tenons à signaler l'effort d'une maison française, les Etablissements Géès, qui a réussi à établir, pour une somme modique, un poste à trois lampes conçu pour donner le maximum de satisfaction. Fonctionnant sur le secteur, ne consommant qu'une quantité minime d'énergie (cinq centimes par heure), ce poste comprend trois lampes dont une tri grille et une valve. Il est muni d'un haut-parleur électrodynamique. Il permet de recevoir en haut-parleur les émetteurs français et les principales stations européennes, avec puissance, pureté et sélectivité. Ajoutons que cet appareil est à commande unique et muni d'une prise pour pick-up.

Un phonographe sans diaphragme

ON sait que, dans les phonographes, les mouvements de l'aiguille sont transmis à un diaphragme dont la membrane, ainsi soumise à des vibrations, agit sur l'air pour reproduire les sons, amplifiés par le pavillon. Un nouveau type d'appareil, récemment construit, ne comporte cependant aucun diaphragme. L'aiguille, en suivant les sinuosités du sillon gravé sur le disque, est animée de vibrations transversales ; celles-ci sont transformées par un système de leviers en vibrations latérales qui agissent sur le sommet d'un diffuseur



LE PHONOGRAPHE « PHONODIFF »

conique dont les bords sont fixes. En somme, c'est le diffuseur lui-même qui joue le rôle de la membrane du diaphragme, et sa surface est suffisante pour que les sons produits n'aient pas besoin d'être amplifiés par un pavillon. Le poids du bras étant, du fait de l'absence de diaphragme, plus faible que celui d'un bras ordinaire, l'usure du disque se trouve ainsi diminuée.

L'appareil représenté ci-dessus est un phonographe portatif qui, évidemment, ne peut jouer qu'ouvert. Malgré ses faibles dimensions, qui limitent celles du diffuseur, les résultats obtenus sont très bons. Il faut remarquer, en particulier, que, par suite de l'amortissement résultant de la résistance offerte par le diffuseur aux pièces soumises aux vibrations, les résonances et les nasillements sont supprimés.

Quant à l'emploi de ce nouveau phonographe, il est identique à celui d'un appareil ordinaire. Son prix est également du même ordre.

V. RUBOR.

**Adresses utiles
pour les « A côté » de la science**

Moteurs à deux temps : MM. AUBIER et DUNNE, 17, place de l'Eglise, Saint-Amand-les-Eaux (Nord).

Balai électrique : ETAB. RAGONOT, 15, rue de Milan, Paris (9^e).

Réchaud de camping : M. LÉON GUILBERT, 10-12, rue Montlouis, Paris (11^e).

Reliure d'amateurs : E^{ts} H. MORIN, 11, rue Dulong, Paris (17^e).

Faux-col : STYLLUX, 16, rue Vallentin, Coulommiers (Seine-et-Marne).

Pendules synchrones : E^{ts} HENRY-LEPAUTE, 17 à 23, rue Desnouettes, Paris (15^e).

Aspirateur : SOCIÉTÉ DE PARIS ET DU RHONE, 83, chemin de Saint-Priest, Lyon (Rhône).

Fume-cigarettes : M. MAGE, 30, rue des Petites-Ecuries, Paris (10^e).

Poste secteur : GÉÈS-RADIO, 1, rue Georges-Saché, Paris (14^e).

Phonographe : M. OGUEY, 50, rue Bichat, Paris (10^e).

CHEZ LES ÉDITEURS (1)

LES TRANSMUTATIONS ARTIFICIELLES : Rupture des noyaux atomiques par bombardement de particules alpha. Neutrons-Protons-Rayons cosmiques, par *Louis Leprince-Ringuet*. Prix franco : France, 16 fr. 50 ; Étranger, 18 fr. 75.

SUR LA THÉORIE DU RAYONNEMENT, d'après *M. C. G. Darwin*, par *Eugène Néculec*. Prix franco : France, 8 fr. 25 ; Étranger, 10 fr. 25.

SUR L'ABSORPTION EXPOTENTIELLE DES RAYONS DU RADIUM E, par *M. G. Fournier* et *M. Guillot*. Prix franco : France, 11 fr. 50 ; Étranger, 13 fr. 50.

LA PHILOSOPHIE SCIENTIFIQUE, par *Hans Reichenbach*, traduction par le général *Ernest Vouillemin*. Prix franco : France, 11 fr. 50 ; Étranger, 13 fr. 50.

LES COLLOÏDES, par *H.-R. Kruyt*, 1 vol. 320 pages, 118 figures. Prix franco : France, 63 francs ; Étranger, 67 francs.

Encore jeune, la science des colloïdes est encore en pleine évolution, c'est-à-dire qu'elle ne comporte pas un ensemble de principes directeurs universellement adoptés. Il y a donc plusieurs manières de la comprendre, et, par suite, de l'exposer.

Entre les doctrines diverses, l'auteur a dû faire un choix et a écrit l'exposé le plus clair qui existe des théories auxquelles il s'est rallié. Cet ouvrage rend compte d'un nombre considérable de travaux et de résultats, sans cependant en faire une fastidieuse encyclopédie. Devant le développement de la chimie colloïdale, un tel livre s'imposait.

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par *La Science et la Vie* au reçu de la somme correspondante aux sommes indiquées.

N. D. L. R. — M. Jean Hesse, auteur de l'article sur « La prospection électrique » paru dans notre numéro de Mars 1933, nous demande de bien vouloir signaler que nous avons oublié de mentionner que les procédés décrits dans cet article sont la propriété exclusive de la Société de Prospection Electrique (procédés Schlumberger) et de la Compagnie Générale de Géophysique (licence Schlumberger et S. G. R. M.). M. Jean Hesse tient d'ailleurs à remercier ici ces deux Sociétés d'avoir bien voulu lui communiquer les documents et en particulier les planches et photographies qui ont servi de base à son article.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an 45 fr.	Envois recommandés { 1 an 55 fr.
chis.....	{ 6 mois... 23 —	

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :
Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affran-	{ 1 an 80 fr.	Envois recommandés { 1 an 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —	

Pour les autres pays :

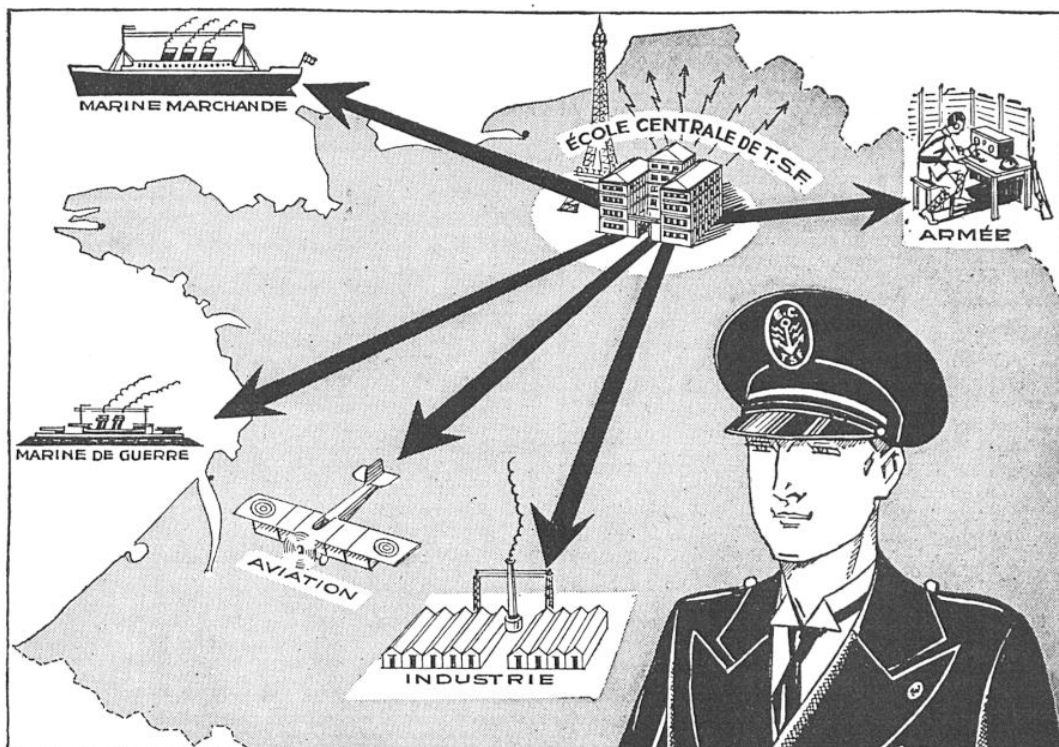
Envois simplement affran-	{ 1 an 70 fr.	Envois recommandés { 1 an 90 fr.
chis.....	{ 6 mois... 36 —	

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.



ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, Rue de la Lune - PARIS (2^e)

Toutes les préparations

PROFESSIONNELLES. - Radiotélégraphistes des Ministères et Grandes Administrations ; Officiers-Radio de la Marine Marchande ; Sous-Ingénieurs-Radio ; Chefs-Monteurs ; Radio-Opérateurs des Stations de T. S. F. Coloniales.

MILITAIRES :

Génie. - Chefs de Postes et Elèves Officiers de Réserve.

Aviation. - Brevet Radio.

Marine. - Brevet Radio.

Durée moyenne des études : 5 à 10 mois

Placement et incorporation assurés

Cours du jour et du soir et par correspondance

Demander renseignements pour la nouvelle session du 4 Juillet 1933



PROPULSEURS HORS-BORD

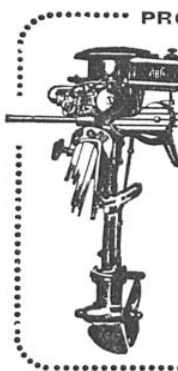
ARCHIMÈDES

MOTEURS A RÉGIME LENT
POUR TOUS BATEAUX
Plaisance - Tourisme - Transport

MIEUX QUE PROMESSES !!!
ARCHIMÈDES offre
VINGT ANS D'EXPÉRIENCE
DE NOMBREUSES RÉFÉRENCES
UNE GARANTIE D'UN AN

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

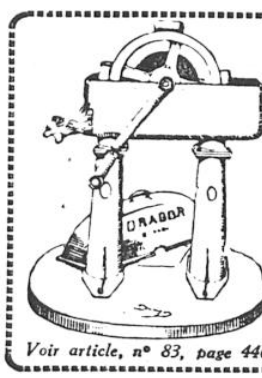
DEMANDER NOTICE 23 A
"ARCHIMÈDES"
27, Quai Augagneur, LYON



DRAGOR

Élévateur d'eau à g-dets pour puits profonds et très profonds
A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au 1er 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.**

Elévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)
Pour la Belgique :
39, allée Verte - Bruxelles



Voir article, n° 83, page 446.

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

EXCELSIOR

SEUL QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE	{	Trois mois...	20 fr.
ET SEINE-ET-MARNE.....	{	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

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°

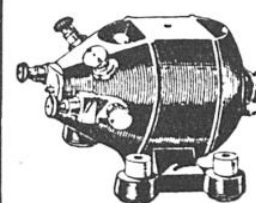
Vente des Livres et des Appareils
permettant les contrôles.

POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE

LE MICRODYNE

Le plus petit moteur industriel du monde

MOTEURS UNIVERSELS
DE FAIBLE PUISSANCE



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

UNE
RÉVOLUTION
TARIFAIRE...



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

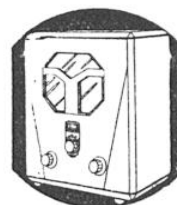
RENSEIGNEMENTS DANS LES GARES DU

RÉSEAU DE L'ÉTAT

Etonnant progrès en T. S. F.

**Un luxueux Poste-Secteur
avec dynamique à 745 francs!**

En vous adressant directement au Constructeur, vous pouvez avoir, pour 745 francs seulement, c'est-à-dire 500 francs au-dessous de sa valeur dans le commerce de détail, un Trilampe « Gèès », luxueux poste-secteur avec H. P. électrodynamique, fonctionnant sur courant alternatif ou continu. Avec le Trilampe-Secteur « Gèès », nos clients obtiennent en haut-parleur puissant et très musical, avec une netteté et une pureté remarquables, jusqu'à 40 stations françaises et étrangères parfaitement séparées. Ebénisterie luxueuse, prise pick-up, cadran lumineux, lampes de première marque. Garantie un an.



Venez écouter le Trilampe « Gèès » à nos magasins (ouverts le dimanche de 16 à 19 heures) 1, rue Georges-Saché, Paris (14^e) - Métro : Mouton-Duvernet, et vous constaterez qu'il n'est plus nécessaire de dépenser plusieurs milliers de francs pour avoir un bon appareil. Si vous habitez la province, demandez l'envoi gratuit de la notice détaillée. Le Trilampe « Gèès » peut vous être envoyé à l'essai, sans engagement.

Un document unique : LA TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

des VINGT ANS de

LA
SCIENCE
ET LA **VIE**

paraîtra pour le 25 Juin

Tous les sujets scientifiques depuis le début du siècle ont été traités dans les

VINGT MILLE

premières pages de *La Science et la Vie*.

Cette Table, de près de 400 pages, sera mise en vente (à nos bureaux) au prix de... **20 fr.**

Franco recommandé,
France et Colonies... **22,95**

Franco recommandé,
Etranger... **25 fr.**

La première Table décennale, parue en 1923, ayant été rapidement épuisée, nous engageons vivement nos lecteurs à retenir dès maintenant cet important ouvrage.

13, RUE D'ENGHIEN, PARIS (10^e)

BREVETS D'INVENTION

■ MARQUES DE FABRIQUE - MODÈLES ■

A.-J. VAREILLE. INGÉNIEUR-CONSEIL

10, PL. DE LA PTE CHAMPERRET, PARIS (17^e) • TÉL. : GAL. 49-56

DIMANCHE PROCHAIN

A FONTAINEBLEAU par le P.-L.-M.

10 FR. ALLER ET RETOUR EN 3^e CLASSE

**TRAJET D'ALLER ET DE RETOUR
PAR LES TRAINS A VOTRE CHOIX**

Les Parisiens ont apprécié, l'an dernier, les trains spéciaux à prix réduits que le P.-L.-M. mettait en marche chaque dimanche d'été pour Fontainebleau.

Des facilités encore plus grandes sont offertes cette année, les billets d'aller et retour à prix réduits :

22 fr. en 1^{re}, 15 fr. en 2^e, 10 fr. en 3^e
(moitié de ces prix pour les enfants de 3 à 7 ans)
sont valables dans tous les trains de la journée du dimanche, tant à aller qu'au retour.

Vous pouvez donc bénéficier, cette année, du tarif réduit en partant par le train de votre choix.

**LE MEILLEUR
ALIMENT MÉLASSÉ**

**8 GRANDS PRIX
8 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
DEPUIS 1910**

PAIL'MEL



**POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL**

USINE FONDÉE EN 1901 A TOURY (EURE-ET-LOIR)
Reg. Comm. Chartres B. 41

ASSURANCE SUR LA VIE

On peut obtenir une assurance sur la vie à des primes réellement favorables, avec protection étendue comprenant tous risques, auprès des meilleures Compagnies de Londres, en s'adressant à

L. E. HOPKINS,
COURTIER D'ASSURANCES

1, Regent Street, LONDRES, S. W. 1.



TIMBRES-POSTE AUTHENTIQUES DES MISSIONS ÉTRANGÈRES

Garantis non triés, vendus au kilo
Demandez les notices explicatives au Directeur de l'Office des Timbres-Poste des Missions, à PIBRAC, près Toulouse (Haute-Garonne)

STYLLUX

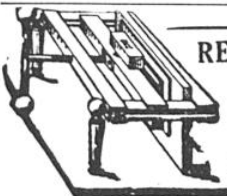
Colis et manchettes en cellofibrine

7.50 la boîte de 6

Expédition poste, 1 fr. par boîte — C. C. P. PARIS 1286-23

Ecrire : **STYLLUX**, 16, r. Vallentin, COULOMMIERS (S.-et-M.)

En vente Paris, M^{me} Davignon, 6, Fg Poissonnière



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. FOUBÈRE & LAURENT, à ARGOULÈME

SERVICES D'AUTO-CARS de la Compagnie du Midi

(SAISON D'ÉTÉ 1933)

I. - ROUTE DES PYRÉNÉES
CERBÈRE-BIARRITZ et inversement,
CARCASSONNE-BIARRITZ et inversement.

**II. - ROUTE DES CÉVENNES
ET DES GORGES DU TARN**
SAINT-FLOUR-CARCASSONNE et inversement.

Renseignements : Agence de la Compagnie du Midi, 16, boulevard des Capucines, Paris (9^e) ; Maison de France, 101, avenue des Champs-Élysées, Paris (8^e) ; toutes les grandes Agences de voyages.



TRÉSORS CACHÉS

Tous ceux qui désirent connaître le secret du pendule et des corps radiants nous demanderont la notice du "MAGNETIC REVEALATOR" contre 2 francs en timbres. Permet de découvrir sources, gisements, trésors, minerais etc. SWEETS FRÈRES Dep. 52

36 - RUE DE LA TOUR D'Auvergne, PARIS-9



- Dimanche, tu la verras ma robe neuve ... rose
rose ... rose comme la 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*.

LES BEAUX VOYAGES DE LA SCIENCE ET LA VIE

*Le premier voyage, à la fois **touristique et industriel**, organisé par LA SCIENCE ET LA VIE, aura lieu du 2 au 7 juin. Voici son itinéraire :*

- 2 JUIN : Paris, Reims, Luxembourg.
- 3 JUIN : Visite d'une aciérie et excursions dans le Luxembourg.
- 4 JUIN : Metz, Saverne, Strasbourg.
- 5 JUIN : Strasbourg, Sainte-Odile, Howald, Haut-Kœnigsbourg, Ribeauvillé, Kembs, Mulhouse.
- 6 JUIN : Mulhouse, Vieil-Armand, Route des Crêtes, Gérardmer, Lunéville, Nancy.
- 7 JUIN : Visite de Nancy. Retour à Paris.

ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS VISITÉS

Caves Pommery, à Reims ■ *Aciéries de Differdange* ■ *Port de Strasbourg* ■ *Centrale de Kembs* ■ *Fabrique de toiles* ■ *Faïenceries* ■ *Brasseries* ■

PRIX du voyage en autocar, **790** fr.
TOUS FRAIS COMPRIS: —

Un deuxième voyage, prévu du 30 juin au 4 juillet inclus, comprendra la visite de l'AVALLONNAIS, de la BOURGOGNE et du JURA.

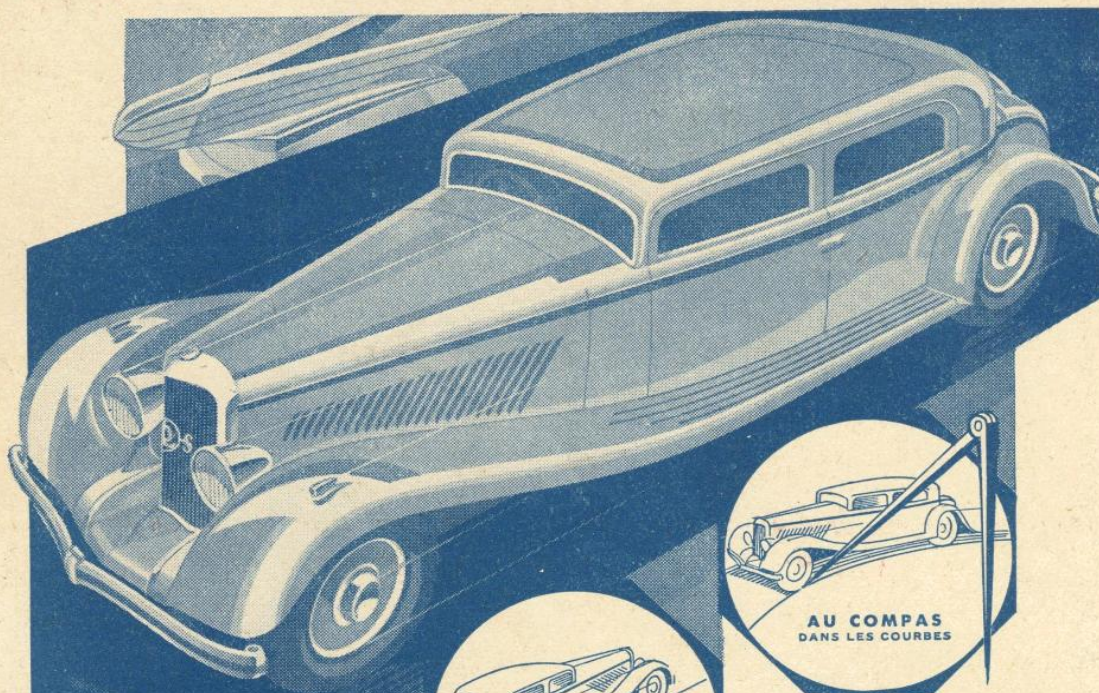
ITINÉRAIRE : Paris, Troyes, Dijon, Genève, Mâcon, Le Creusot et retour à Paris.

Circuit touristique de premier ordre. — Hospices de Beaune, la Route du Jura, Nantua et son lac, Abbaye de Vezelay, etc.

Etablissements industriels visités. — Bonneterie, Ateliers du Creusot, Chantiers "maritimes" de Chalon-sur-Saône (construction de sous-marins), Station de T. S. F. de Sainte-Assise, etc.

Prix : 690 fr. — Les détails concernant ces voyages seront publiés dans le PETIT PARISIEN.

Pour tous renseignements, s'adresser au BUREAU TOURISTIQUE du PETIT PARISIEN et de LA SCIENCE ET LA VIE, 18, RUE D'ENGHIEN, PARIS-X^e.



A L'ÉQUERRE
DANS LES VIRAGES

Trois instruments de géométrie définissent l'automobile parfaite: la règle, le compas, l'équerre. Essayez une Panhard, elle roule droit en trait de tire-ligne, elle tourne rond comme une roue et dans les courbes les plus dures, son stabilisateur donne cette impression étrange et délicate que le virage automatiquement se relève pour qu'elle puisse narguer la force centrifuge.

BAUDRY de SAUNIER



A LA RÈGLE
EN LIGNE DROITE

La qualité maîtresse d'une voiture, en ligne droite? Rouler droit, "à la règle". Panhard a déterminé les facteurs qui assurent la rigidité de la trajectoire, garantie essentielle de la sécurité. Le "surbaïsement" raisonné réduit la valeur des couples perturbateurs. La "suspension à balancier" rend l'ensemble de la voiture indifférent aux dénivellations. La "Carrosserie aérodynamique" stabilise la caisse par l'écoulement facilité des filets d'air. Les "freins auto-compensateurs" à serrage toujours équilibré suppriment toute tendance de la voiture à "se traverser". La "roue libre" élimine les dangers du frein-moteur, sur route glissante et procure un réel agrément de conduite.

CHARLES FAROUX



AU COMPAS
DANS LES COURBES

Dire qu'une voiture vire "au compas" cela signifie qu'elle prend ses virages sans que le conducteur ait à modifier l'orientation du volant de direction, fixé une fois pour toutes à l'entrée de la courbe. Que faut-il pour cela? Beaucoup de conditions rarement réunies: il faut que les liaisons cinématiques des différents organes porteurs et moteurs de la voiture soient établies avec une correction parfaite et qu'aucune flexion malencontreuse ne vienne les modifier en cours de route. Quand elle tourne, la voiture est soumise à la force centrifuge qui agit: sur la caisse pour l'incliner à l'extérieur; sur les roues pour les faire déraiper; sur les ressorts de suspension pour leur imprimer une distorsion. Pour que la voiture puisse virer au compas il faut que tous ces efforts aient été prévus par le constructeur et que leur effet ait été compensé ou annulé grâce à une conception, à un agencement correct des organes. Une voiture qui vire au compas est une voiture bien centrée, indiscutablement stable, essentiellement sûre... Une Panhard vire au compas.

HENRI PETIT

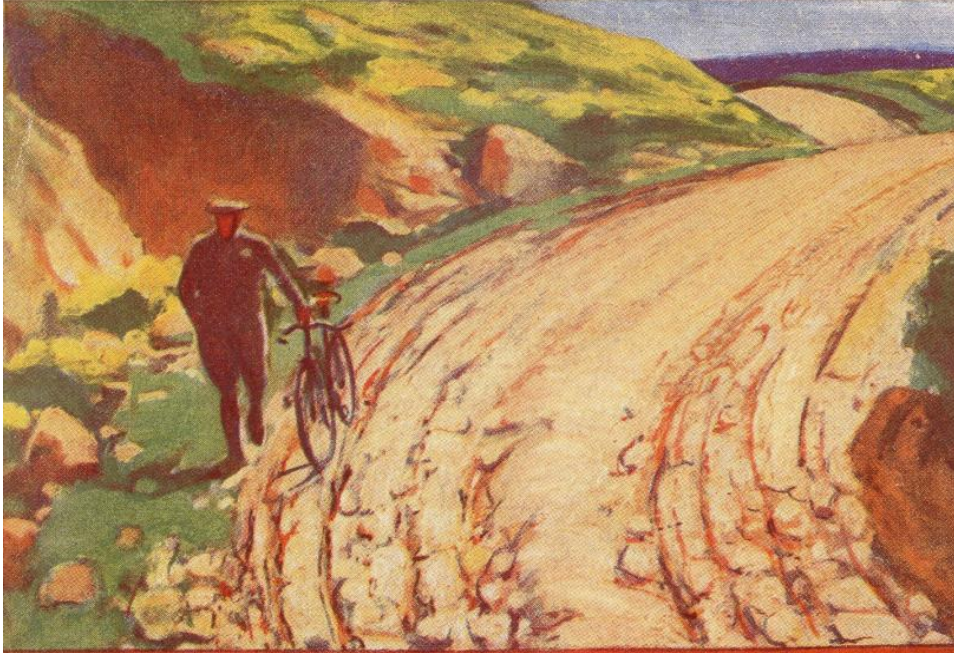
TELLE EST RÉSUMÉE, PAR TROIS DE SES MAÎTRES, LA GÉOMÉTRIE DE LA ROUTE

S.A.A.E.
PANHARD
LEVASSOR
19, AV. DIVRY
PARIS

PANHARD

S.A.A.E.
PANHARD
LEVASSOR
24, CH. ELYSÉES
PARIS



A man in a dark suit and hat is walking up a steep, rocky, and uneven path. He is carrying a bicycle. The path is made of loose stones and dirt, and the surrounding landscape is rugged with green and brown hills.

AVEC LES
ROUES AVANT
INDÉPENDANTES
Peugeot...
... LA PLUS
MAUVAISE ROUTE
DEVIENT...

...UN VÉRITABLE BILLARD.

