

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 39. n. 164. Février 1931
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1931
Collation	1 vol. (XXXVIII p.-p.[87]-174) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 164
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.164

France et Colonies : 4 fr.

N° 164. - Février 1931

LA SCIENCE ET LA VIE



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

Ultra Secteur
supprime cadre • antenne
une prise de courant c'est



VITUS

90 . RUE DAMRÉMONT . PARIS

demandez notre notice spéciale

PUBLICITE
HERGAT

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL | NAVIGATION

PLACÉES SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

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

ENSEIGNEMENT SUR PLACE et PAR CORRESPONDANCE

INDUSTRIE

Formation et Diplômes

de **DESSINATEURS
TECHNICIENS
INGÉNIEURS**

dans toutes les spécialités :

Electricité - T.S.F. - Mécanique - Métallurgie
- Chimie - Mine - Travaux publics - Bâtiment -
Constructions en fer, bois, béton armé, etc...

AGRICULTURE

Régisseurs - Intendants - Chefs et directeurs
d'exploitation

COMMERCE

Comptables - Experts comptables - Secrétaires
et administrateurs - Ingénieurs et directeurs
commerciaux

SECTION ADMINISTRATIVE

Poudres - P.T.T. - Chemins de fer - Manu-
factures - Douanes - Ponts et Chaussées et
Mines - Aviation - Armée

TRAVAUX DE LABORATOIRES

Mécanique - Electricité et T.S.F.

Tous les **Samedis après-midi**
et **Dimanches matin**

MARINE MARCHANDE

Formation

d'Elèves-Officiers - Lieutenants et Capitaines
pour la Marine de Commerce
Officiers mécaniciens - Radios et Commissaires

Préparation
aux Ecoles de Navigation maritime

MARINE DE GUERRE

Préparation
aux Ecoles de Sous-Officiers, d'Elèves-Officiers
et d'Elèves-Ingénieurs

Préparation
aux différents examens du pont et de la
machine, dans toutes les spécialités et à tous
les degrés de la hiérarchie

TRAVAUX PRATIQUES

Cartes - Sextant - Manœuvres d'embarcations
les **Jeudis et Dimanches**

NAVIRE-ÉCOLE D'APPLICATIONS
en rade de Dieppe

Croisière chaque année et croisière de vacances
sur les côtes d'Europe, d'Afrique et d'Asie.

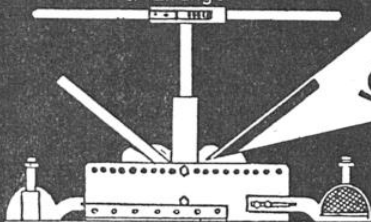
PROGRAMMES GRATUITS

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

CINTREUSE MINGORI

A FROID SANS REMPLISSAGE

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



10 FOIS PLUS VITE QU'À LA FORGE
POUR TUBES FER DU 12X17 AU 50X60 INCLUS

SUR N'IMPORTE QUEL PLAN

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

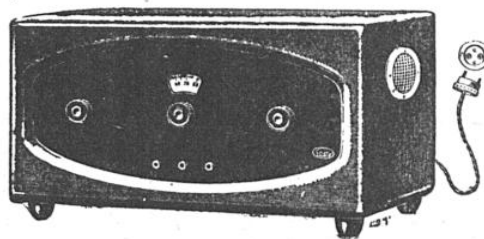
PLUS DE 10.000 EN SERVICE
Demander la brochure "MINGORI" N° 4

LA T. S. F. SANS ENNUIS AVEC LES GODY-SECTEUR

Type S.A.2. Poste à 2 lampes sect^r, type régional. Prise pick-up.
Prix (lampes comprises) 1.490 fr.
Complet avec diffuseur depuis 1.650 fr.

Type S.A.3. Poste à 3 lampes secteur, à commande unique éclairée, étalonnée en longueurs d'ondes. Prise pick-up.

Prix (lampes comprises) 1.975 fr.
Complet avec diffuseur luxe. 2.425 fr.



Extrait de Catalogue S franco. - Catalogue général T, édition de luxe, contre 4.50

ÉTS GODY, à AMBOISE (I.-et-L.), spécialisés en T.S.F. depuis 1912

SUCCURSALES à : PARIS, 24, Boul. Beaumarchais (Rog. 24.08) - ANGERS - CLERMONT-FERRAND - ORLÉANS - POITIERS - TOURS

Si vous pouvez écrire, vous pouvez DESSINER



Des lignes simples, voilà ce que nous demandons à nos élèves. M. Gibey l'a très bien compris, dans ce croquis alerte. M. Gibey s'est fait maintenant un nom dans le dessin humoristique.

L'ENSEIGNEMENT du DESSIN par la MÉTHODE A. B. C.

C'EST le titre de la luxueuse brochure que nous offrons aux personnes qui nous en font la demande. Vous êtes certainement intrigué par ce que peut être un cours de dessin par correspondance. Feuilletons ensemble cette brochure.

Le fondateur et directeur de l'École A. B. C. vous présente la pléiade des Maîtres, qui feront éclore votre talent et développeront vos aptitudes. Ce sont tous des artistes notoires dont les noms sont connus et l'autorité indiscutable.

Ne dites pas : "Suis-je doué ?" Demandez-vous seulement si vous aimeriez faire du dessin. Cela suffit pour que vous sachiez dessiner après avoir suivi, pendant quelques mois seulement, les cours de l'École A. B. C. A quoi devrez-vous des résultats aussi rapides ? La réponse vous en est fournie longuement, mais clairement, dans notre brochure, et vous serez, tout en même temps, initié à notre méthode grâce à

l'exposé que nous en faisons et qui sera pour vous une véritable révélation. Notre texte s'accompagne de figures extraites de nos leçons et de nombreux croquis exécutés par nos élèves au cours de leurs études.

Notre programme s'y trouve exposé avec précision, et nous avons voulu répondre à votre légitime curiosité, en vous fournissant, prises parmi des milliers d'autres, qui constituent notre Livre d'or, de nombreuses attestations enthousiastes. Mieux encore ! Sous la rubrique "En Cimaïse", nous présentons plusieurs de nos anciens élèves, devenus aujourd'hui artistes professionnels aux collaborations recherchées. Après avoir admiré les reproductions que nous donnons de leurs œuvres, vous ne pouvez qu'être convaincus de la puissance éducative, du caractère essentiellement pratique de notre enseignement, qui s'applique à respecter et à développer les dons personnels de chaque élève.

ENEZ NOUS VOIR ; SI VOUS NE LE POUVEZ, DEMANDEZ-NOUS CETTE BROCHURE, EN NOUS RETOURNANT LE COUPON CI-DESSOUS.

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (Studio D. 147)

12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS

Monsieur le Directeur,

Je vous prie de m'adresser, gratuitement et sans engagement de ma part, votre brochure annoncée ci-dessus, donnant tous les renseignements sur le Cours A. B. C. de DESSIN.

Nom :

Adresse :

Ville : Département :



Croquis d'un de nos élèves, à sa quatrième leçon. Ce portrait, par ses lignes très simples, touche déjà à la caricature.



L'AVERTEX

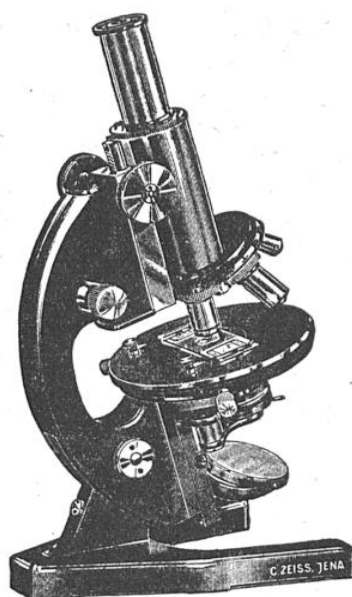
La main, l'outil d'un malfaiteur viennent-ils à proximité du coffre, l'avertisseur est déclenché au point choisi par vous.

Tel est le rôle de l'AVERTEX, appareil de sécurité fondé sur l'emploi des circuits équilibrés à haute fréquence.

Coffres-Forts FICHET

1^{re} marque du monde
20, Rue Guyot, 20 — Paris

Magasins de vente :
43, Rue de Richelieu, 43
et dans toutes les grandes villes



LA QUALITÉ DES MICROSCOPES ZEISS

est universellement connue ; ce qui l'est moins, c'est que la longue expérience et l'outillage moderne des Usines ZEISS leur permettent d'établir des prix qui ne dépassent pas ceux de la concurrence, tout en maintenant la supériorité des instruments.

Tous les statifs ZEISS possèdent les mêmes organes de mise au point rapide et lente, et la combinaison la plus simple est apte à être complétée ultérieurement par des organes mécaniques et optiques perfectionnés, que nécessitent les recherches les plus délicates.

Microscope P.C.N. et de Travaux Pratiques E B 116 "MINIMAC"

Grossissement 56-400 ×

avec platine ronde fixe munie d'un manchon à condensateur fixe, diaphragme-iris à coupole, 2 objectifs achromatiques 8 x et 40 x, 2 oculaires Huygens 7 x et 10 x, en boîte-armoire à clé : 1.117 fr.

Microscope pour Travaux Généraux E S A 95 "MINERVIEN"

Grossissement 56-1.350 ×

avec platine à chariot simplifié, appareil d'éclairage mobile en hauteur par crémaillère et pignon, condensateur à iris, revolver quadruple, 2 objectifs achromatiques à sec et 1 objectif à immersion 1/12, 2 oculaires Huygens, en boîte-armoire à clé : 2.963 fr.

Se référer à ce journal en indiquant le but d'utilisation pour obtenir gratis et franco, sans aucun engagement, une offre détaillée pour un équipement approprié.

BROCHURE MICRO 77 SUR DEMANDE ADRESSÉE A
SOCIÉTÉ OPTICA, 18-20, Faubourg du Temple, PARIS-XI^e

Concessionnaire pour la France de



Etablissements
Laureys Frères
 17 rue d'Angliem
 Paris (X^e)
 Tél. : PROvence 99-37, 99-38, 99-39

Photogravure
 Galvanoplastie
 Clicherie

**EXÉCUTION RAPIDE
 DE CLICHÉS EN NOIR ET
 EN COULEURS PAR TOUS
 PROCÉDÉS MODERNES**
 pour Catalogues, Revues, Editions, etc...

■

**DESSINS — PHOTOS
 RETOUCHES**

■

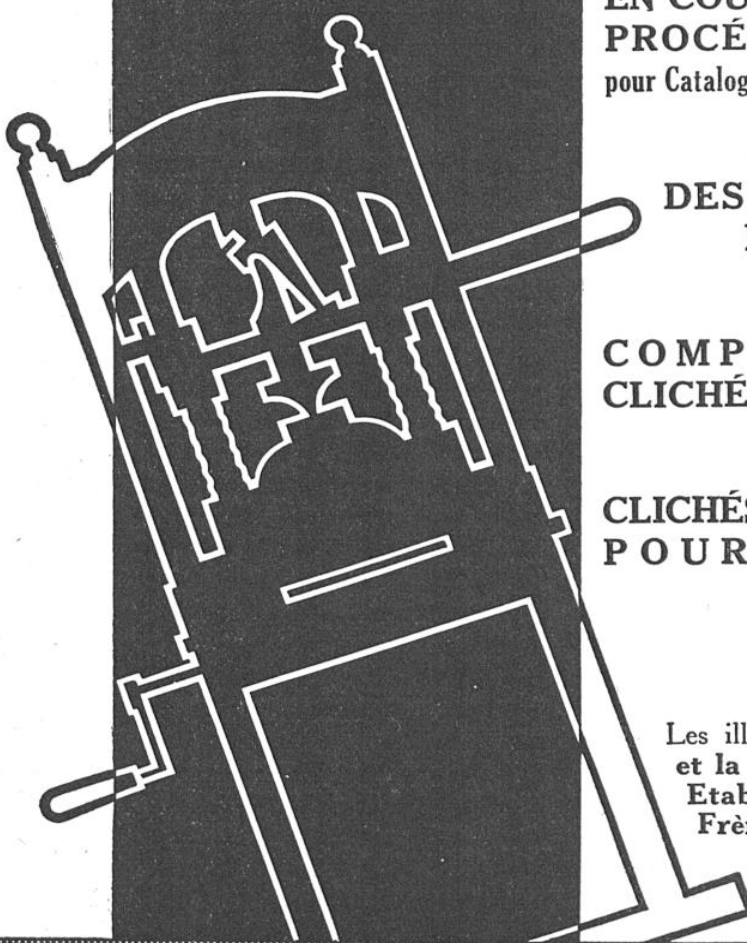
**COMPOSITIONS ET
 CLICHÉS DE PUBLICITÉ**

■

**CLICHÉS EN 3 HEURES
 POUR JOURNAUX**

■

Les illustrations de **La Science
 et la Vie** sont exécutées par les
**Etablissements LAUREYS
 Frères**, depuis sa fondation.



ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

la plus importante du monde

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 23 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'Ecole 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° 7.404, 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 *Professors*, 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° 7.409, 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 collège, la préparation rapide aux divers *baccalauréats*.

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

BROCHURE N° 7.414, 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° 7.419, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes écoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc...

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

BROCHURE N° 7.422, 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° 7.427, 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° 7.432, 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° 7.439, 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° 7.442, 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° 7.447, concernant la préparation aux métiers de la **Couture**, de la **Coupe** et de la **Mode** : Petite-main, Seconde-main, Première-main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Coupe pour hommes, Lingère, etc...

(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 7.455, concernant la préparation aux **carrières du Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 7.457, concernant la préparation aux **carrières du Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc...

(Enseignement donné par des Professionnels spécialistes.)

BROCHURE N° 7.461, concernant l'étude de l'**Orthographe**, de la **Rédaction**, de la **Rédaction de lettres**, du **Calcul**, du **Calcul mental** et extra-rapide, du **Dessin usuel**, de l'**Ecriture**, etc...

(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 7.467, concernant l'étude des **Langues étrangères** : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Portugais, Arabe, Esperanto. - **Tourisme** (Interprète).

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

BROCHURE N° 7.473, concernant l'enseignement de tous les **Arts du Dessin** : Dessin usuel, Illustration, Caricature, Composition décorative, 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° 7.480, concernant l'**enseignement complet de la Musique** : Musique théorique (*Solfège, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition*) ; Musique instrumentale (*Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, Accordéon*) ; — concernant également la préparation à toutes les **carrières de la Musique** et aux divers **Professorats** officiels ou privés.

(Enseignement donné par des Grands Prix de Rome, Professeurs membres du Jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à **MES- SIEURS LES DIRECTEURS** de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16°)



AIDE-TOI

le ciel t'aidera : grâce au "Phonophore SIEMENS" qui donne à tous les sourds la joie d'entendre ;

Cet appareil électro-acoustique, simple et élégant vous rendra la vie facile.

Demandez la notice B

STÉ INDUSTRIELLE D'APPAREILS MÉDICAUX
 53 Rue Claude-Bernard — PARIS — Gobelins : 53-01

P.L.D



TOUT A CRÉDIT

L'INTERMÉDIAIRE

Société Anonyme pour favoriser la vente à crédit
 Capital 2.600.000 francs

17, Rue Monsigny - Paris

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

MAISON FONDÉE EN 1894 CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

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



Nos démonstrations n'engagent personne. Elles sont absolument gratuites, pour n'importe quelle localité. Elles ont pour but essentiel de faire connaître les qualités musicales de nos appareils. Si vous voulez, notre agent local (nous avons 500 agents en France) se mettra à votre disposition, sans aucun engagement de votre part, nous le répétons. Nos postes sont à réglage automatique et fonctionnent directement sur secteur.

GARANTIES : Tout poste ne donnant pas satisfaction après 8 jours d'essais est repris et remboursé sans discussion.

AUDITIONS : de 9 à 18 h. 30, en soirée, de 21 à 23 heures. Catalogue 81 franco.

RADIO-L.L.

LUCIEN LÉVY, Inventeur du SUPERHÉTÉRODYNE et réalisateur du premier poste radiophonique de la TOUR EIFFEL.
5, Rue du Cirque - PARIS (Champs-Élysées) - Tél. : Elysées 14-30

AGENTS EXCLUSIFS. — **Belgique** : M. Rousseau, 18, rue du Laboratoire, à Charleroi ; **Italie** : Radio-L. L., 32, via Legnano, à Milan ; **Suisse** : M. Vincent Menetrey, Case Saint-François, 3665, Lausanne (Tél. 30.118) ; **Algérie** : Dép^t d'Oran : Radio-Oranie, M. Y. Sayous, 4, rue du Général-Joubert, à Oran ; Dép^t d'Alger : M. E. Bel, 11, rue Sadi-Carnot, à Alger ; Dép^t de Constantine : M. H. Sultana, garagiste, à Bône ; **Maroc** : M. Chomienne, rue Bouskoura et rue Branly, 1 et 3, à Casablanca ; **Tunisie** : Comptoir Clbo, 100, rue de Tunis, à Tunis.

Augmentez votre valeur personnelle

*Dans les affaires, comme
dans la vie privée, vos
succès croîtront.*

Dégagez les aptitudes insoupçonnées qui sommeillent en vous. Une personnalité bien développée, forte ou séduisante, vous impose à autrui et vous assure la supériorité. Pour pouvoir prétendre à une situation plus élevée, à un gain plus intéressant, il vous faut des capacités plus nombreuses, une plus grande valeur sociale.

LE SYSTÈME PELMAN développera remarquablement votre personnalité. Il assure mémoire fidèle, attention soutenue, jugement lucide et immédiat, volonté tenace, décision prompte et ferme, conceptions fructueuses, confiance en soi, initiative.

Faites tout de suite le premier pas vers le succès : demandez aujourd'hui même la brochure explicative de cette méthode rigoureusement scientifique, attrayante, simple et pratique. Elle vous sera envoyée contre **1 franc** en timbres.

ÉCRIVEZ
OU PASSEZ
A

**SYSTÈME
PELMAN**

33, rue Boissy-d'Anglas, 33
PARIS (8)^e

PILE ou FACE



Acheter une toute autre pile qu'une pile Wonder, c'est jouer à pile ou face. Mais acheter une "Wonder", c'est avoir la certitude d'être satisfait. Pourquoi la pile Wonder se caractérise-t-elle par sa plus longue durée et son débit plus régulier? C'est qu'elle est fabriquée avec des produits parfaitement purs: sel ammoniac 99,5 %, graphite 99,8 %, zinc électrolytique chimiquement pur. Employez aussi un Ruptex qui, branché sur le secteur, maintient en charge votre accu 4 volts et vous évite l'ennui de le faire recharger.

**RUPTEX ET
PILES
WONDER**

1043-1001 PUBL. ELVINGER

MACHINES À TIRER LES BLEUS À TIRAGE CONTINU



L'ELECTROGRAPHE "REX" s'est imposé dans le monde entier, par ses qualités exceptionnelles: il donne, dans le minimum de temps, avec le minimum de dépense, des reproductions d'une netteté et d'une précision parfaites.

L'ELECTROGRAPHE "PRIN" est une Machine simplifiée, possédant les mêmes caractéristiques que l'Electrographe "REX", mais d'un prix moins élevé.

L'ORTYGRAPHE "ECLAIR" est une Machine à grand débit, munie de plusieurs dispositifs brevétés S.G.D.G.

**L'ELECTROGRAPHE
"REX"**

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12, AV. DU MAINE, PARIS, XV^e CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE
PUBL. A. GIORGI

SPORTS

D'HIVER

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

SACS D'ALPINISTE en toile tyrolienne imperméable, fermeture à coulisse. Dimensions 44x48 cm 42. »
RAQUETTES à NEIGE, SUISSE, reconnues les meilleures, les pièces de métal sont toutes étamées, les cordes sont tordues et imprégnées. Dimensions 42x22 cm, la paire 45. »

Les mêmes, 46x26 cm, la paire 50. »
PIOLETS extra-solides, sans incrustation dans le manche, pointe octogone, poids 1.200 grammes environ 125. »



SKIS « Alpestra » en frêne de pays, souple et très résistants.

Longueur	La paire
180 cm	120. »
190 —	125. »
200 —	130. »
210 —	135. »
220 —	140. »
230 —	160. »

SKIS FRANÇAIS « Savoie » en frêne de montagne.

Longueur	La paire
180 cm	175. »
190 —	185. »
200 —	190. »

BATONS POUR SKIS en noisetier, avec pique pyramidale, la paire 22,50, 28. » et 31. »

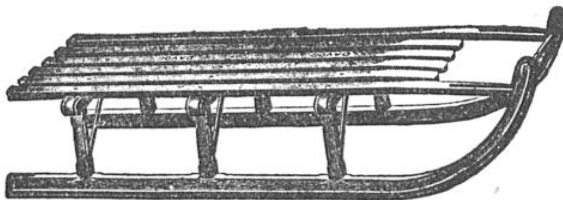
Les mêmes, en bambous tigrés, légers et résistants, piques coniques, longueur 130 cm environ, la paire 47. » 52. » et 54. »



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

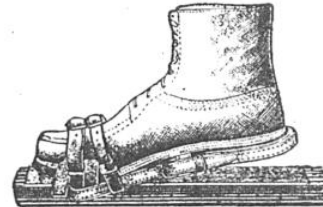


PATINS DE HOCKEY SUR GLACE « Polar-dux ». Modèle léger, très grande rigidité, lame polie de 3 mm, corps nickelé mat, la paire 105. »



LUGES « Davos » en frêne dur, 1^{er} choix, très solides, ferrures plates soignées, arceaux en fer renforçant les montants, construction robuste.

1 place 70-80 cm	75. »
2 places 100 cm	90. »
3 places 120 cm	100. »



CHAUSSURES DE SKIS, cuir gras fauve, claque doublée peau, semelles très fortes. La paire 295. » et 350. »

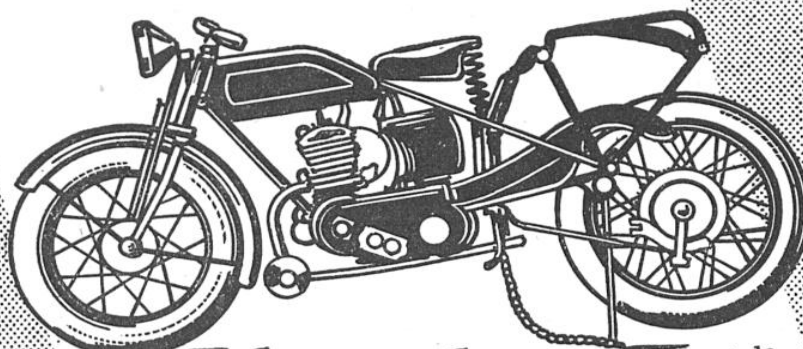
FIXATION « Huitfeldt » attaches à étrier métallique passant dans une mortaise ménagée dans l'épaisseur du ski, courroie talonnière d'une seule pièce en cuir fort munie de levier de serrage rapide. La paire 37. » et 52. »

MESTRE & BLATGÉ 46-48, avenue de la Grande-Armée — et 5, rue Brunel, PARIS —

Société Anonyme : Capital 15.000.000

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

ALGER, BORDEAUX, DIJON, LILLE, LYON, MARSEILLE, NANCY, NANTES, NICE, BRUXELLES, ANVERS, LIÈGE, LA HAYE, MADRID, BARCELONE, RIO DE JANEIRO, BUENOS-AIRES, PUERTO-ALÈGRE, SAO-PAULO.



Roues démontables

Gros avantage pour réparer rapidement sur la route ; un 1/2 tour d'écrou et la roue vient dans la main. Mais cette "simplification" exige un usinage précis, et un contrôle rigoureux. Vraiment la MONNET-GOYON 1930 atteint la perfection en offrant un confort jamais égalé.

Si vous aimez la moto,
prenez une

MONNET-GOYON

121, R. DU PAVILLON
MACON

Catalogue sur demande

Bibliothèque M.D., 9, rue de Villersexel, Paris-VII^e



TÉLÉPHONE :
Litré 11.28



Demandez le catalogue n° 71, envoyé gratuitement avec tarif complet.



FACILITÉS DE
PAIEMENT



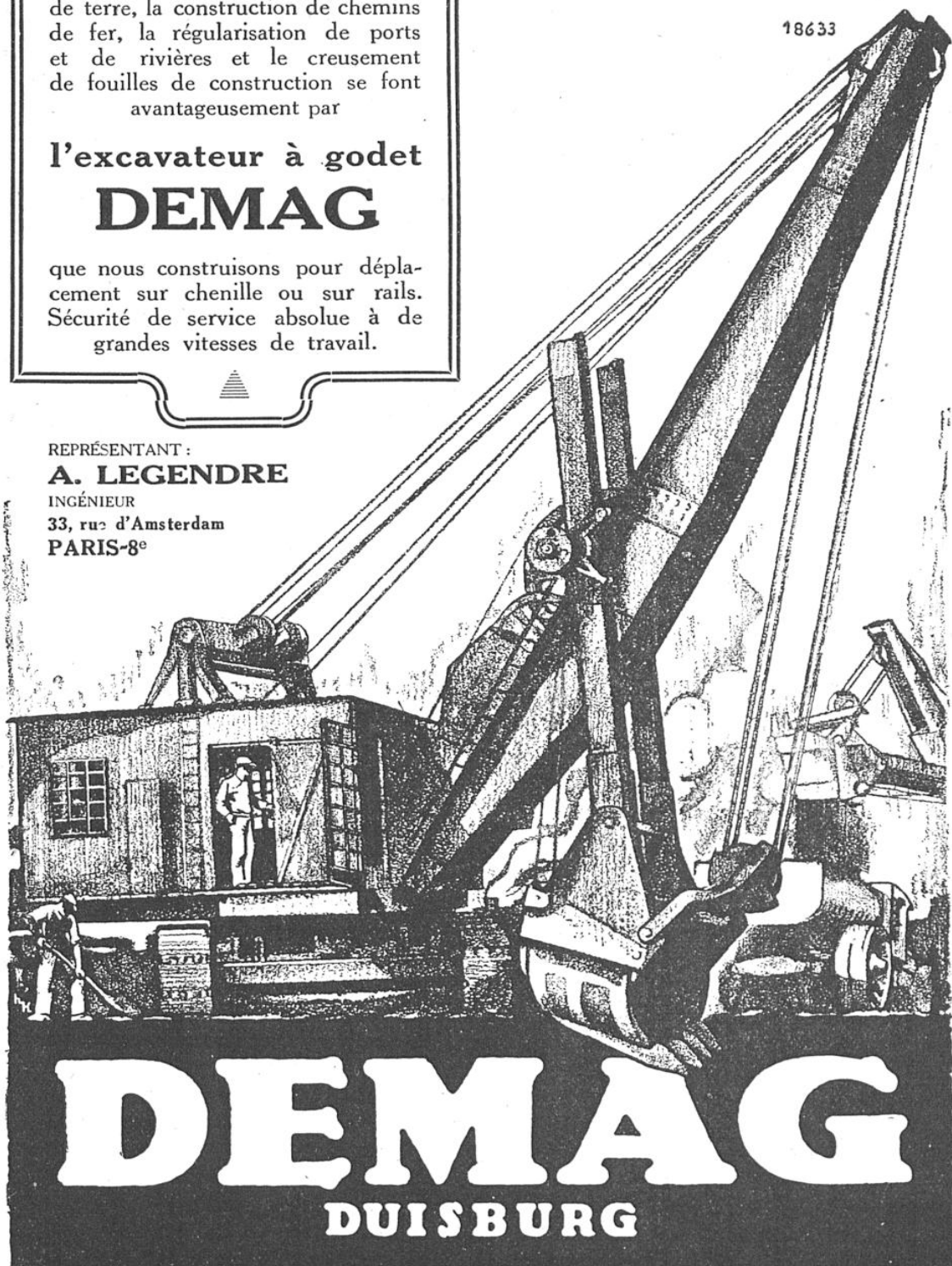
BIBLIOTHÈQUES EXTENSIBLES ET TRANSFORMABLES

La manutention de grandes masses de terre, la construction de chemins de fer, la régularisation de ports et de rivières et le creusement de fouilles de construction se font avantageusement par

l'excavateur à godet
DEMAG

que nous construisons pour déplacement sur chenille ou sur rails. Sécurité de service absolue à de grandes vitesses de travail.

REPRÉSENTANT :
A. LEGENDRE
INGÉNIEUR
33, rue d'Amsterdam
PARIS-8^e



DEMAG
DUISBURG

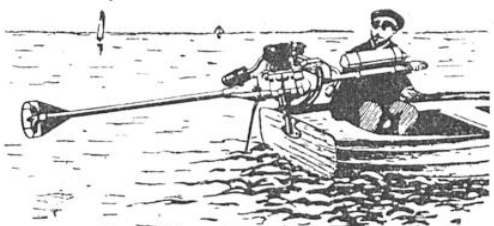
La MOTOGODILLE
 PROPULSEUR amovible (comme un AVIRON) pour tous BATEAUX
 (Conception et Construction françaises)

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

Véritable instrument de travail
 Vingt-cinq années de pratique
 Nos colons français l'utilisent de plus en plus

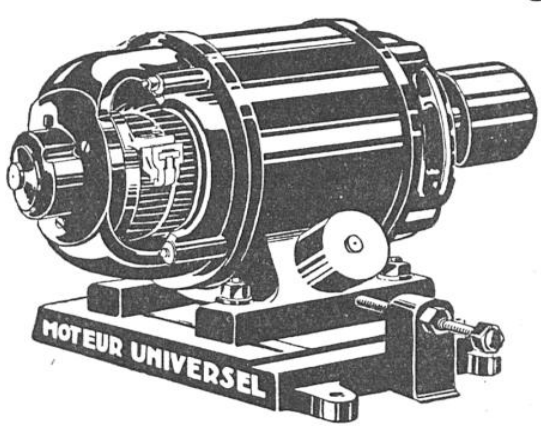
G. TROUCHE, 26, pass. Verdeau, Paris (9^e)

.....
 CATALOGUE GRATUIT



PUBLI - « ELGY »

MINICUS



MOTEURS "UNIVERSEL" ET MONOPHASÉS A COLLECTEUR 1/15 A 2/3 C.V.

DYNAMOS ET ALTERNATEURS TOUS VOLTAGES COMMUTATRICES 110/100 JUSQU'À 500 VA

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES MINICUS
 SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 450.000 FRs.

39 RUE DE PARIS A ASNIÈRES
 TÉLÉPHONE : GRÉSILLONS - 07-71

MINICUS GARANTIT POUR SES MOTEURS "UNIVERSEL" PUISSANCE VITESSE RENDEMENT

MOTEURS "UNIVERSEL" 1/15 A 2/3 C.V.

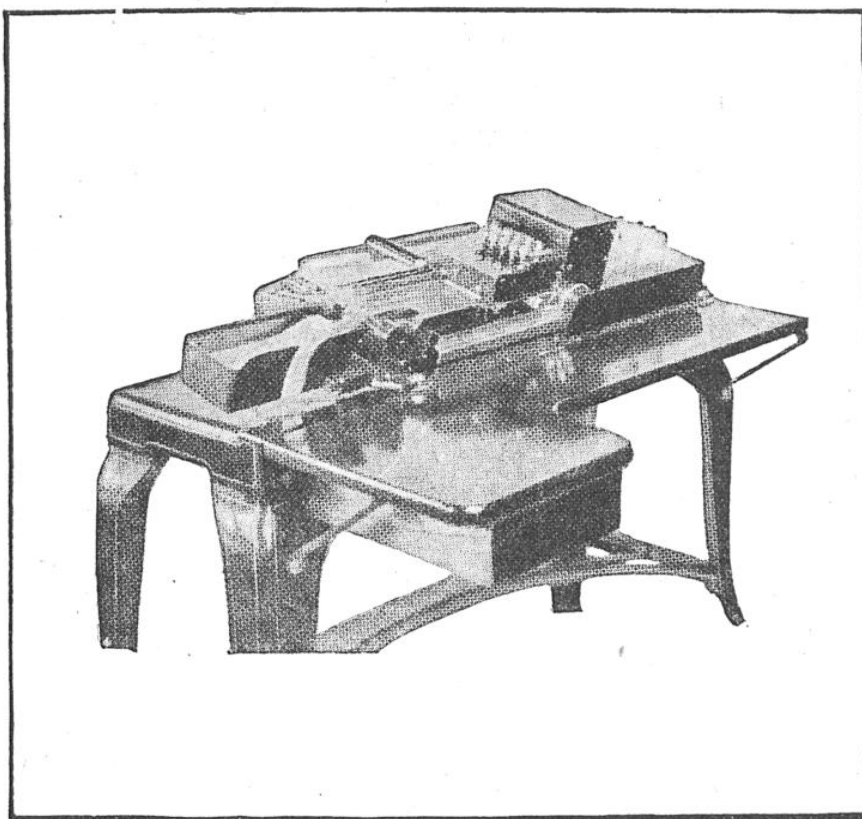


CHEVILLE MÉTALLIQUE "BOL"
 BREVETÉE S.G.D.G.

LA CHEVILLE MÉTALLIQUE "BOL"
 permet de fixer soi-même
Rapidement — Proprement — Solidement
 les objets dans tous les matériaux
 (Plâtre, Brique, Ciment, Pierre, Céramique, etc...)

Elles remplacent avantageusement les scellements et les tampons en bois.

EN VENTE CHEZ TOUS LES QUINCAILLIERS
 et 22 bis, rue des Trois-Bornes, PARIS-XI^e
 Téléphone : Oberkampf 72-97



Le procédé de la carte perforée, tel que le réalisent les machines électriques comptables et à statistiques HOLLERITH, est une méthode comptable d'une souplesse remarquable, n'entraînant aucun bouleversement de l'organisation existante et assurant, avec rapidité et précision, des travaux aussi dissemblables que la tenue des comptes clients et fournisseurs, l'établissement du prix de revient et de la feuille de paie, stock, inventaire, ventilation de la main-d'œuvre et des frais généraux, etc... Tous renseignements, documentation et études gratuites sur demande à :

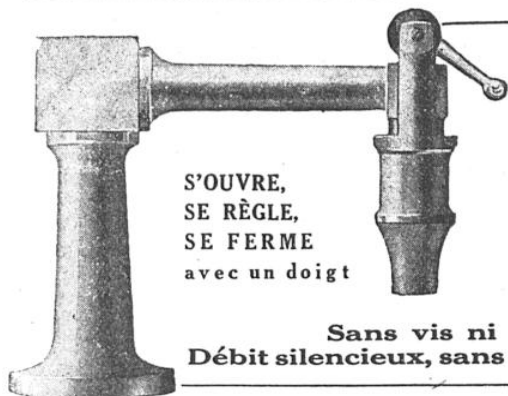
SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE MACHINES COMMERCIALES
(MACHINES HOLLERITH)

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 200.000 FRANCS

29, BOULEVARD MALESHERBES - PARIS-VIII^e

TÉLÉPH. : ANJOU 14-13

R. C. Seine 147.080



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

LE ROBINET CARLONI, S^{té} A^{me}

Fabrication Le Bozec et Gautier, à Courbevoie

SIÈGE SOCIAL : 20, b. Beaumarchais **PARIS-XI^e** MAGASINS : 11, rue Amelot
Téléphone : ROQUETTE 10-86

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

— 80.000 pièces vendues en France la première année —

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

COMPAS
AFB

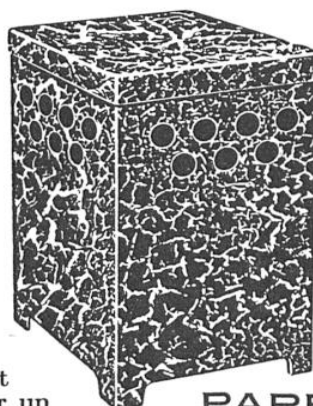
PRÉCIS
ROBUSTES
MODERNES
CATALOGUE
C^t FRANCO

RÈGLE
CALCUL
JAPONAISE
"HEMMI"

LA SEULE EN BAMBOU
EXACTE - INDÉFORMABLE
CATALOGUE "H" FRANCO
EN VENTE : PAPETERIE / OPTICIEN / LIBRAIRE / etc

É^t. A.F.B. - A. SALIN DIRECTEUR
9 RUE NOTRE-DAME-DE-NAZARETH - PARIS (III^e)

Votre poste de T. S. F.



peut
devenir un **PARFAIT**
POSTE SECTEUR
grâce à un coffret d'alimentation totale
STATOR

Notices et renseignements franco sur demande

Ateliers P. LIÉNARD 15, Rue du Parc
FONTENAY-S.-BOIS (Seine)

DÉPOT ET SALLE D'AUDITIONS :
7, Rue Chaudron, PARIS (X^e)

Téléphone : Nord 55-24 et Tremblay 20-71

FILTRE PASTEURISATEUR MALLIE

PORCELAINE D'AMIANTE

1^{er} Prix Montyon - Académie des Sciences

Buvez de l'eau vivante et pure

Protégez-vous des Epidémies
FILTRES DE MÉNAGE

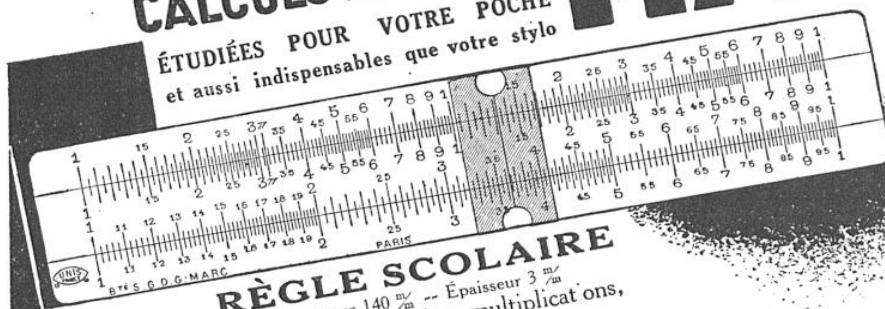
DANS TOUTES LES BONNES MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE

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

RÈGLES A CALCULS DE POCHE

MARC

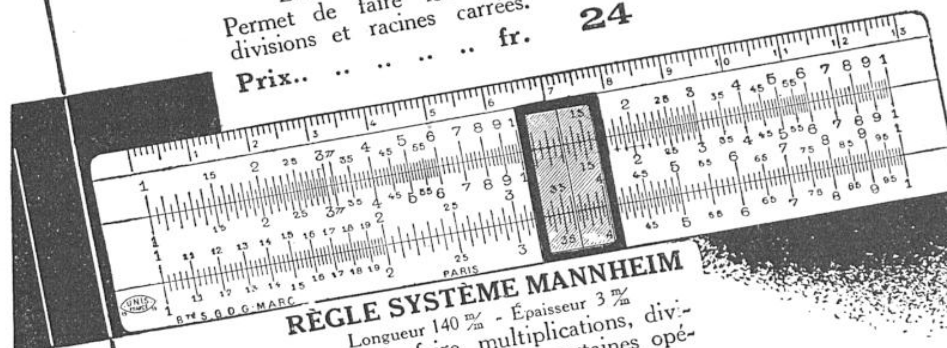
ÉTUDIÉES POUR VOTRE POCHE
et aussi indispensables que votre stylo



RÈGLE SCOLAIRE

Longueur 140 $\frac{m}{m}$ - Épaisseur 3 $\frac{m}{m}$
Permet de faire les multiplications,
divisions et racines carrées.

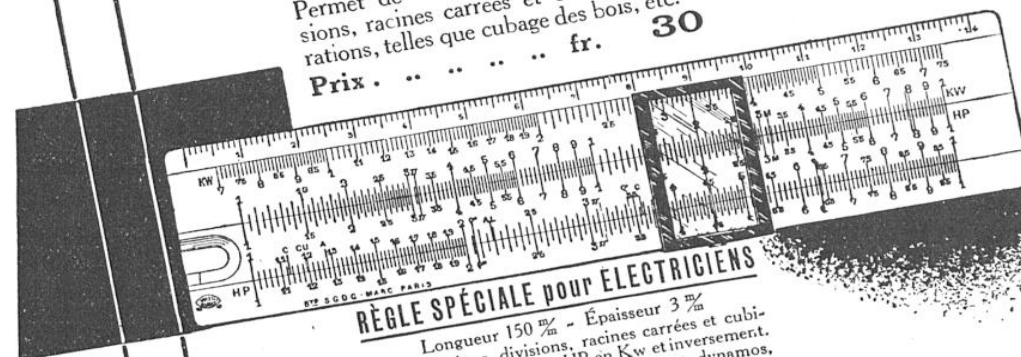
Prix.. .. fr. 24



RÈGLE SYSTÈME MANNHEIM

Longueur 140 $\frac{m}{m}$ - Épaisseur 3 $\frac{m}{m}$
Permet de faire multiplications, divi-
sions, racines carrées et certaines opé-
rations, telles que cubage des bois, etc.

Prix.. .. fr. 30



RÈGLE SPÉCIALE pour ELECTRICIENS

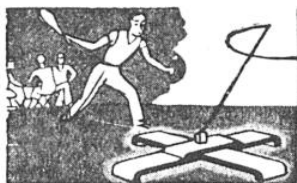
Longueur 150 $\frac{m}{m}$ - Épaisseur 3 $\frac{m}{m}$
Multiplications, divisions, racines carrées et cubi-
ques, transformation de HP en Kw et inversement.
Calculs de rendement de moteurs et dynamos.
Résistance et chute de tension. Poids d'une barre
d'acier, d'un fil de cuivre ou d'aluminium, cir-
conférence et surface latérale d'un cylindre.

Prix.. .. fr. 36

DÉTAIL : MAISONS D'APPAREILS DE PRÉCISION,
PAPETIERS, LIBRAIRES, OPTICIENS.

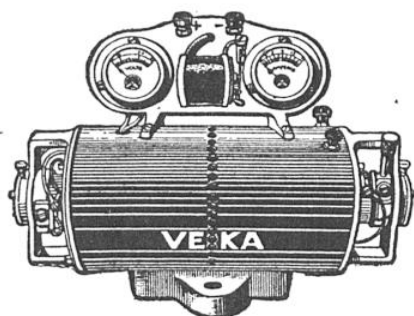
GROS EXCLUSIVEMENT :
CARBONNEL & LEGENDRE
12, Rue Condorcet, PARIS (9^e) - Tél. : Trudaine 83-13

Publi. A. GIORGI



LE PARTNER BROQUEDIS

NOUVEAU JEU. — APPAREIL D'INITIATION ET D'ENTRAÎNEMENT AU TENNIS
En vente dans tous les magasins — Prix imposé : **140 frs**
Notice B franco, 60, rue Saint-Didier, Paris.



LES CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES

VÉKA

vous présentent

un **Convertisseur pratique**

LE SEUL APPAREIL À RÉGLAGE DE
VITESSE SANS RHÉOSTAT, PERMET-
TANT D'OBTENIR TOUS VOLTAGES

Types monoblocs universels, 100, 150-300 watts.
Types industriels, 150 à 1.000 watts.

Pour tous renseignements et envoi du catalogue franco, écrire à

Constructions Électriques "VÉKA"

78, r. d'Alsace-Lorraine, PARC-ST-MAUR (Seine)

Téléphone : GRAVELLE 06-93



LES "GRANDES ROSERAIES
DU VAL DE LA LOIRE"

à ORLÉANS (FRANCE)

offrent aux meilleurs prix
les plus belles

Roses

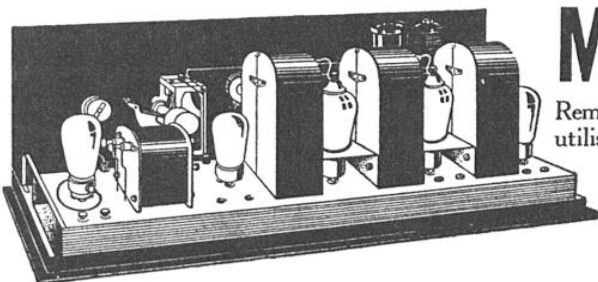
les plus jolies

fleurs

les meilleurs

fruits

Demandez leur superbe catalogue illustré
par la photographie des couleurs. Franco



MONTAGES MAGNÉTOÏD ACER

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

Notices et schémas franco sur demande aux

Ateliers de Constructions Électriques de Rueil

4 ter, avenue du Chemin-de-Fer, 4 ter

à RUEIL (Seine-et-Oise)

AGENCE GÉNÉRALE EN BELGIQUE :

THIELEMANS, 244, avenue de la Reine, BRUXELLES

CONCOURS DE 1931

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

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

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

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

Attributions de l'Inspecteur du Contrôle

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

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

Nature et caractère de la fonction

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

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

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

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

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

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

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

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

Résidence

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

Traitements et indemnités (1)

Les traitements fixes actuels vont de **13.000 à 30.000** francs, par échelons de 2.400 francs. A ce point de vue, les Inspecteurs du Contrôle de l'Etat sont assimilés aux Ingénieurs des Travaux publics de l'Etat.

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

Aux traitements s'ajoutent :

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

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

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

Congés

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

Accès aux grades supérieurs

L'Inspecteur du Contrôle peut accéder au grade d'Inspecteur Principal de l'Exploitation Commerciale, soit par le concours ordinaire au bout de six années de service, soit par l'**examen professionnel** après douze ans (traitements actuels allant à **40.000** francs, indemnités pour frais de tournées et pour frais de bureau, etc...). A remarquer que les Contrôleurs généraux sont recrutés, sans examen, parmi les Inspecteurs principaux (traitement maximum actuel : **60.000** francs).

Conditions d'admission (2)

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

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

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

BREVETÉ
LUMIÈRE et HERCK

Therm'x

LE CHAUFFAGE

SANS FEU
SÉCURITÉ

SANS FLAMME
ÉCONOMIE

SANS FUMÉE
PROPRETÉ

SANS ODEUR
HYGIÈNE

SANS GAZ NOCIFS
MOBILITÉ

PAR CATALYSE DE L'ESSENCE

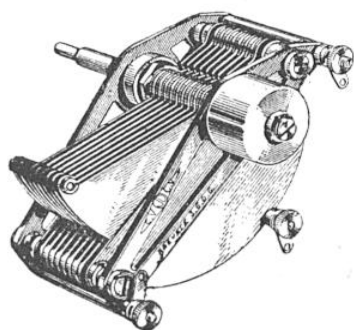
CATALOGUES & NOTICES
FRANCO SUR DEMANDE A
SOCIÉTÉ LYONNAISE
DES
RÉCHAUDS
CATALYTQUES
2 Bis, ROUTE DES SOLDATS
LYON, ST-CLAIR (Rhône) FRANCE

AGENCE ET DÉPÔT POUR PARIS
L. PELLETIER
33, RUE DU CHÂTEAU D'EAU
PARIS-X^e



Quelques qualités du
nouveau
condensateur variable

J. D.



Isolement parfait - Capacité résiduelle presque nulle
- Pertes H F très réduites - Démultiplication brevetée très souple et ne présentant aucun risque de grippage et de dérèglement ; aucun crachement, encombrement réduit, belle présentation et... un prix **très intéressant.**

J. D. a sorti également un rhéostat spécial pour fort débit et une résistance pick-up bobinée, lesquels donnent un résultat inespéré à tous les constructeurs ayant échantillonné. Demandez à voir ces nouvelles pièces et essayez-les. J.D. continue, en les améliorant, les anciennes fabrications qui ont fait son renom : rhéostats, potentiomètres, inverseurs, supports, variors, etc...

TOUTES MAISONS
DE T. S. F. ET

RADIO-J. D., 7, rue Henri-Regnault
SAINT-CLOUD (Seine)

L'ANGLAIS, L'ALLEMAND, L'ESPAGNOL par la Méthode LINGUAPHONE

LA personne la plus réfractaire au progrès, la plus aveugle aux exigences de la vie moderne, reconnaît la nécessité de parler au moins une langue étrangère. Les affaires, les facilités de communication, la solidarité économique ont, pour ainsi dire, supprimé les frontières. Les relations de peuple à peuple sont devenues de plus en plus étroites. Apprenez donc une langue étrangère... Votre situation, votre avenir sont en jeu.

UN PROFESSEUR CHEZ VOUS

Le rêve, pensez-vous, serait d'avoir un professeur qui fût, chez vous, à votre entière disposition, qui, en vous attendant, vous éviterait le surmenage de courses fatigantes après votre travail journalier, de rentrées tardives dans le "home familial", qui vous suivrait dans tous vos déplacements, auquel vous pourriez faire répéter autant de fois qu'il serait nécessaire le mot ou la phrase que vous auriez mal compris, sans provoquer chez lui le moindre mouvement de mauvaise humeur ou, plus grave encore, un sourire de commisération qui blessât votre amour-propre ; un professeur, enfin, dont les leçons parfaites seraient à un prix extrêmement modique.

UNE MERVEILLEUSE RÉALITÉ

Ce rêve est devenu aujourd'hui une réalité : ce professeur s'appelle Linguaphone. Il est polyglotte et parle admirablement l'anglais, l'espagnol. Deux fois, dix fois, vingt fois, vous lui faites répéter un mot, une phrase. Bien reposé de vos fatigues de la journée, assis dans un fauteuil, vous écoutez votre professeur et vous apprenez une langue étrangère comme l'enfant apprend sa langue maternelle, en écoutant, en entendant répéter les mêmes mots, les mêmes phrases, en enrichissant ainsi chaque jour votre vocabulaire.

UNE DIFFICULTÉ RÉSOLUE

Linguaphone enseigne chaque langue avec le concours d'un parfait linguiste. Vous êtes

assuré d'entendre la plus pure prononciation anglaise, espagnole..., selon le cours que vous suivez. Ainsi votre oreille se familiarise peu à peu avec cette prononciation, qui devient vôtre tout naturellement. Un mot mal prononcé est souvent incompréhensible et prête même parfois à des quiproquos déplorables. Linguaphone vous apprendra à parler comme un véritable Anglais, comme un Espagnol de Madrid.

Retournez-nous le bulletin ci-dessous découpé et rempli ; nous vous adresserons, par retour du courrier et à titre absolument gratuit, notre brochure de renseignements sur la méthode Linguaphone et les indications permettant de faire chez soi un essai gratuit de huit jours.

**LINGUAPHONE INSTITUTE (Sect. A 108)
18, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS**

Monsieur le Directeur,

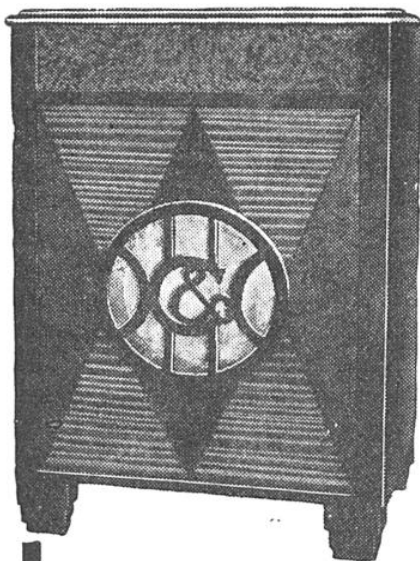
Je vous prie de bien vouloir m'adresser, gratuitement et franco, votre brochure donnant tous les renseignements sur la méthode Linguaphone.

Nom :

Adresse :

Ville :

Département :



T.S.F. secteur

Pick-Up

des auditions pures
une construction garantie**Le DUOPHONE**comporte deux appareils en
un seul pour le prix d'un seul**La T. S. F. sur secteur et
un phonographe électrique**

permettant l'écoute des disques par pick-up

L'ALTERNAPHONE poste sur secteur
alternatif ou continu

Modèles entièrement complets depuis 1.570 fr.

NOS APPAREILS SONT GARANTIS UN AN

Demandez notre catalogue illustré et détaillé concernant tous nos modèles et, s'il y a lieu, nos conditions de vente à crédit

Le DUOPHONE, 33, rue du Pont-Blanc, AUBERVILLIERS (Seine)

TÉLÉPHONE : NORD 62-16

REPRÉSENTANTS DEMANDÉS TOUTES RÉGIONS

PUB. Y. PERDRIAU

La Plastique

de ce beau cliché d'amateur vous montre d'une façon frappante les propriétés du **Héliar**. Est-ce qu'on ne dirait pas que ces deux amis inséparables viennent à votre rencontre ?

C'est là tout le secret du **Héliar** : cette plastique remarquable, ce modelé naturel qui fait l'admiration des amateurs comme des professionnels. Si donc vous désirez faire l'acquisition d'un appareil, faites-vous présenter un "**Voigtlander**" muni d'un **Héliar** Anastigmat à 5 lentilles, qui de tout temps a été imité, mais jamais égalé.

Les appareils "**Voigtlander**" sont en vente dans tous les bons magasins d'articles photographiques.

DEMANDEZ LE CATALOGUE GÉNÉRAL

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

du
Voigtlander
Heliar 1:4.5

DES LAMPES POUR TOUS POSTES



Essais à faire :

Sur postes classiques

ALIMENTATION PAR BATTERIE

Haute fréquence AD. 4	Déectrice SD. 4	Basse fréquence RD. 4 ou XD. 4
--------------------------	--------------------	-----------------------------------

ALIMENTATION PAR SECTEUR ALTERNATIF

AN. 4	SN. 4	PB. 4 (Pentode)
-------	-------	-----------------

Sur postes à lampes de puissance

ALIMENTATION PAR BATTERIE

Bigrille MD. 4	Grille Ecran SC. 4	Déectrice SD. 4	Finale (Pentode) PB. 4
-------------------	-----------------------	--------------------	---------------------------

ALIMENTATION PAR SECTEUR ALTERNATIF

MN. 4	SCN. 4 ou CWN. 4	SN. 4	PD. 4
-------	---------------------	-------	-------

Il existe une lampe TRIOTRON pour chaque usage

LES PRODIGIEUX
MOTEURS
TRIOTRON
SONT UNIQUES

HAUT-PARLEURS
TRIOTRON

LE PUISSANT
MOTEUR

“P”

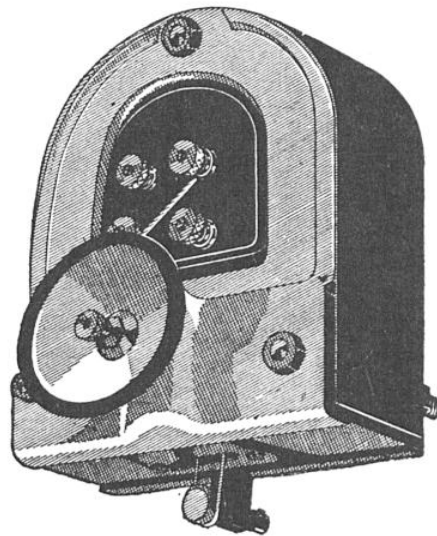
INÉGALÉ

Se méfier des imitations

AGENCE GÉNÉRALE
51, rue de Paradis, Paris

AGENCES
RÉGIONALES

LYON : Forcinal, 170, route Nationale, à Bron.
MARSEILLE : Berjoan, 2, rue des Convalescents.
ROUEN : Lapeltay, 15 bis, rue du Vieux-Palais.
STRASBOURG : Castaing et Cie, 6, rue Kuhn.
TOULOUSE : Omnim Électrique, 48, rue Bayard.





RADIOFOTOS
PAR SES LAMPES A CHAUFFAGE DIRECT OU INDIRECT
EXIGEZ
SUR UN "POSTE SECTEUR"
UN JEU DE LAMPES "RADIOFOTOS SECTEUR"
SEUL CAPABLE D'UNIR : PUISSANCE, PURETÉ ET RÉGULARITÉ

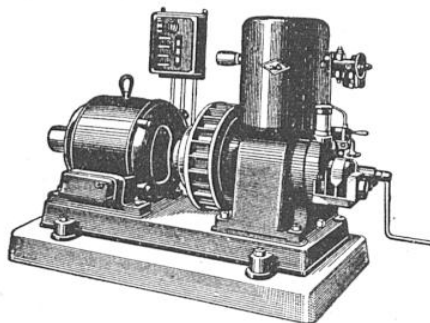
Série 4 Volts									
RADIOFOTOS	SMA	S4100	S410	S415	D9	D100	F10	F5	F100
USAGES	Bigérielle	HF MF	HF MF	HF MF	Détect	BF	Tripode	BF	Tripode

1 FRANC LE KILOWATT

avec les groupes électrogènes

MONOBLOC

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



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

Établissements MONOBLOC

90, Avenue Marceau, COURBEVOIE (Seine)
Tél. : Défense 14-77



FAVIERNIER
Condensateurs

SES CONDENSATEURS

SES TAMBOURS A COMMANDES LATÉRALES RIGIDES

SES TAMBOURS A COMMANDES DE FACE PAR VIS TANGENTES

L'AUTOREX

71^{er}, rue Arago, MONTREUIL (Seine)
Téléph. : Diderot 22-92
ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DU TARIF 4



ALIMENTATION des **CROIX** POSTES sur SECTEUR

Notre poste fonctionnera parfaitement sur le secteur si vous utilisez le matériel "CROIX"

Transformateurs et selfs, groupes tension-plaque, condensateurs "FILTRAD", chargeurs "CUIVREX", appareils tension-plaque, appareils d'alimentation totale

Description détaillée dans Radio-Montages, envoyé gratuitement.

E. ARNAUD S.A.
PARIS
3, Impasse Thoreton, 3, rue de Liège
Belgique : BLETARD, 45, rue Varin, LIÈGE.

Combien gagnez-vous ?

Etes-vous pleinement satisfait ? Si oui, ne prenez pas la peine de lire cette annonce, elle ne vous intéresse pas.

Si, au contraire, vous désirez gagner davantage, dites-vous bien que c'est possible, lisez cette annonce et répondez immédiatement.

VOUS POUVEZ GAGNER DAVANTAGE

C'est certain, ou alors c'est que vous avez perdu tout espoir d'avoir un jour une meilleure situation, de pouvoir jouir d'une vie plus large, de donner plus de confort à vos proches. Et pourtant cela est possible, nous en avons la preuve tous les jours. Il suffit de vouloir et de savoir.

Pour gagner davantage, il faut que vous trouviez une situation bien payée. Ces situations existent, il y a toujours de nombreuses places à pourvoir, elles vous attendent... Faites un effort pour y arriver, ce n'est pas difficile.

DES SITUATIONS DANS LES AFFAIRES

Pour gagner largement votre vie, il vous faut devenir :

**Rédacteur publicitaire,
Chef de vente,
Secrétaire commercial,
Directeur commercial.**

Vous serez bien payé parce que votre activité rapportera de l'argent. A titre d'exemple, nous vous indiquerons M. L. A., de Paris, qui, il y a quatre ans, travaillait dans une banque aux appointements de 850 francs par mois. Maintenant, il est chef de publicité et dirige la publicité de six firmes importantes, il gagne 4.500 francs par mois, ses avis sont écoutés par les plus grands chefs d'industrie et, pourtant, il n'est ni mieux, ni moins bien doué que vous.

Un autre, jeune ingénieur dans une firme automobile, est maintenant directeur commercial, il a une splendide situation... qu'attendez-vous ?... tous ont su valoriser leur savoir et acquérir sur la vente, la publicité, l'organisation, des connaissances approfondies, et ce sont ces connaissances que leurs employeurs rémunèrent.

DE NOMBREUSES SITUATIONS TOUJOURS VACANTES

Il y aura toujours une situation pour vous dès que vous serez capable de faire une annonce qui vende, une campagne de publicité qui rapporte, de trouver le bon système de vente, etc...

Il y a beaucoup plus d'offres que de demandes... mais apprenez vite ce que vous ne savez pas, pour ça la inscrivez-vous au Groupement Technique et Commercial.

En quelques mois, grâce à des méthodes rationnelles, à des exemples vivants, vous deviendrez expert en matière commerciale, car vous profiterez des expériences d'hommes d'affaires arrivés. Sans quitter votre emploi chez vous, vous apprendrez quelles sont les raisons qui font prospérer les entreprises commerciales. Et vous en ferez votre profit.

GRATUITEMENT

Vous profiterez des services annexes du Groupement :

Orientation professionnelle. Ce bureau vous dirigera dans la branche où vous aurez le plus de chances de réussir.

Documentation. Vous pourrez demander, pendant trois ans, tous les renseignements qui vous seront nécessaires sur tous les sujets : étude des marchés, vente, publicité, organisation, finances, etc...

Service de placement. Il sera à votre disposition pour vous aider à trouver une situation en rapport avec vos aptitudes nouvelles.

IL FAUT VOUS HATER

Demandez dès aujourd'hui la plaquette POUR RÉUSSIR. Elle vous renseignera sur le Groupement, sur ses services annexes, et elle vous démontrera comment vous pouvez gagner de 2 à 5.000 francs par mois, grâce à un effort de six à huit mois. N'hésitez pas, retournez-nous le bon ci-dessous dès aujourd'hui.

Nom :

Adresse :

Age : Etudes faites :

Connaissances professionnelles :

Situation actuelle :

Joindre 1 fr. 50 en timbres pour frais de poste.

17

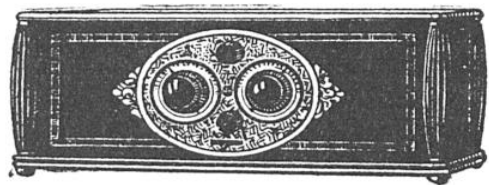
GROUPEMENT TECHNIQUE ET COMMERCIAL

23bis, Boulevard Arago, PARIS-XIII^e

POUR RECEVOIR TOUTES LES ONDES 20 à 2.000 m.

HARDYNE-8 UNIVERSEL

NOUVEAU MONTAGE FONCTIONNANT SUR COURANT ALTERNATIF OU SUR ACCUMULATEURS



HARDYNE-6 ÉCRAN

Poste à 6 lampes, dont 2 à écran
GRANDE PUISSANCE - GRANDE NETTETÉ

Etablissements André HARDY

5, avenue Parmentier, 5 - PARIS-XI^e

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

"Pygmy"

la nouvelle
lampe
de poche
à magnéto
inépuisable

SE LOGE
dans une poche de gilet,
dans le plus petit sac de dame

POIDS : 175 grammes
Présentation de grand luxe
Fabrication de haute qualité
Prix : 75 fr. franco

Demandez Catalogue B à :
GENERAL OVERSEA EXPORT Co.
14, rue de Bretagne, 14 - PARIS-3^e

PUBLI - "ELGY"

LE CLASSEUR PRATIQUE "GAX"

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

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

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

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

Grande capacité
Contient plus de 200 kilos de papiers.

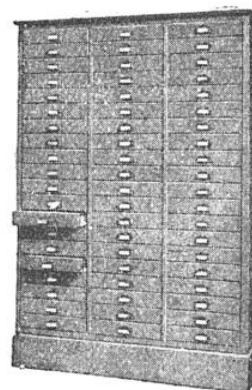
Il n'a pas de rideau "GAX", N° 1, 60 tiroirs
1.900 fr., franco

Construction garantie
Noyer ciré massif. Chêne ciré massif.

5 modèles de 20-40-60 tiroirs
Quel que soit votre cas, il existe un GAX pour vous

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

Recommandez-vous de *La Science et la Vie*



ÉTS C. DELHOMMEAU, A CLÉRÉ (I.-&-L.)

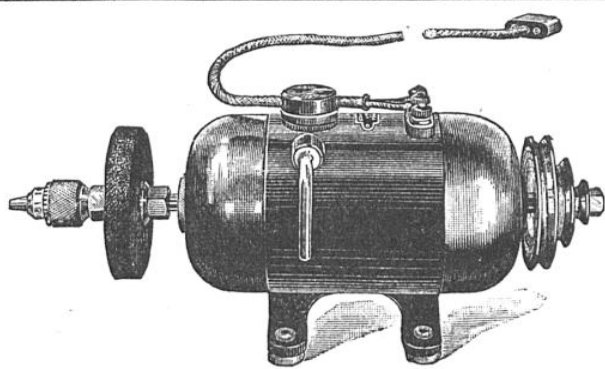
APPAREILS POUR LA FABRICATION ÉCONOMIQUE DU

CHARBON DE BOIS

Modèles 1, 2, 5, 7, 10, 15, jusqu'à 1.000 stères de capacité,
à éléments démontables instantanément

CARBONISATION DE BOIS DE FORÊTS, DÉBRIS
DE SCIERIE, SOUCHES DE DÉFRICHAGE, ETC...

Catalogue S sur demande.

**LA MACHINE
UNIVERSELLE**BREVETÉE FRANCE S. G. D. G. ET ÉTRANGER
LICENCE R. M. P.**GUERNET**91, avenue Georges-Clemenceau
NANTERRE (Seine)PUISSANCE MAXIMUM : **1/4 cv**

PRIX en 110-150 volts : ~

950 fr.**La seule donnant une
VITESSE FIXE et RÉGLABLE de 0 à 5.000 tours****SERT A TOUT :****Moteur - Meule - Polisseuse - Perceuse, etc...****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

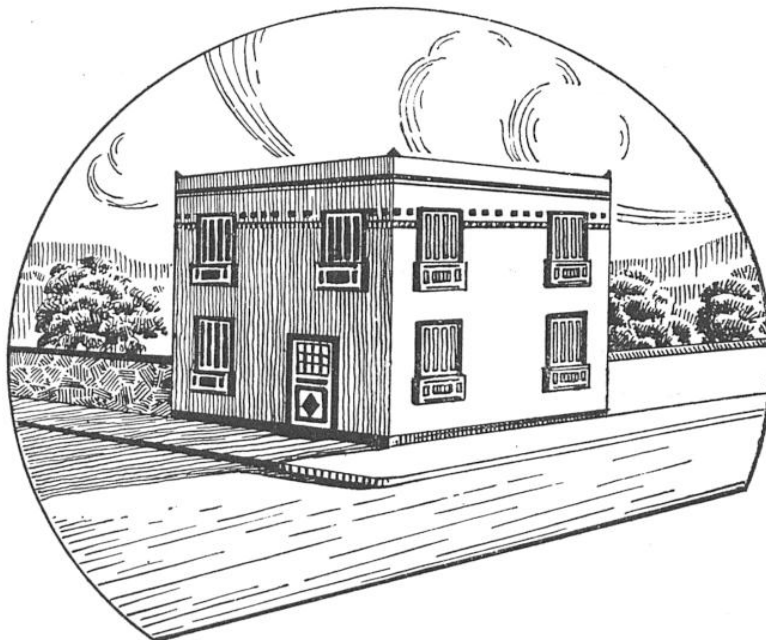
Fondée et subventionnée par " l'Union Nationale du Commerce Extérieur "
pour la formation de négociateurs d'élite.

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

VILLAS A TOITURE-TERRASSE



Peut-être nos honorés lecteurs sont-ils déjà au courant des **pavillons à ossature métallique** que nous avons groupés sous le titre général de **série 46**. Nos clients coloniaux et même ceux de France ont bien voulu leur témoigner quelque intérêt et leur reconnaître non seulement quelques inconvénients, mais aussi certaines qualités pratiques, entre autres, la **robustesse**, la **simplicité** et le **prix modique**.

Ce résultat encourageant nous a incité à chercher quelque chose de nouveau, mieux adapté encore aux nécessités de nos clients des pays chauds, que ce soit en Afrique du Nord, à Madagascar ou dans les riches républiques de l'Amérique du Sud. Il serait exagéré de dire que nous avons inventé les **villas à toiture-terrasse**, car les entrepreneurs d'une lointaine antiquité en avaient construits avant nous. Nous avons plus simplement cherché à moderniser ce type en le réalisant au moyen d'éléments métalliques. Nous sommes donc à même de mettre sur bateau dans un délai réduit les carcasses complètes de **villas à un étage** de toutes dimensions. Ces carcasses comportent non seulement les fermes prêtes au remplissage, mais aussi toute la charpente du plancher et du plafond au rez-de-chaussée et au premier étage. De plus, grâce à un dispositif très simple, il est aisé de faire les séparations entre les diverses pièces à l'endroit voulu.

Nous envoyons à nos clients d'outre-mer des bordereaux détaillés avec tous conseils et plans de montage, de manière à faciliter leur travail dans la plus grande mesure du possible.

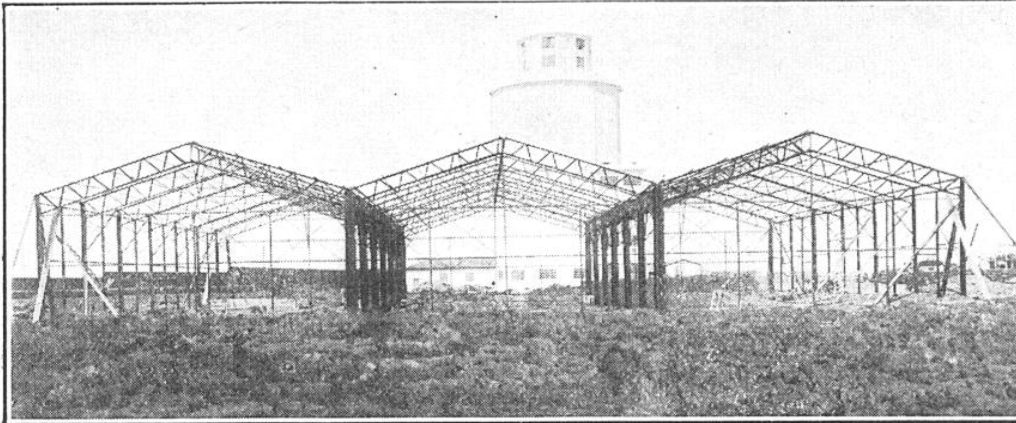
Nous avons préparé à l'intention de nos lecteurs la notice n° 146, qui leur permettra de connaître d'une façon plus détaillée les caractéristiques principales des **villas à toiture-terrasse**.

Établissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

6 BIS, Quai du Havre, ROUEN

PAVILLONS POUR LA FRANCE ET LES COLONIES

LA SÉRIE 39 EN ALGÉRIE



Cette belle photographie, que nous ont envoyée nos clients, représente une Usine de la Société de la Vieille Montagne, aux mines de l'Onarsenis.

La photographie montre la charpente dans son décor naturel, prête à être briquetée et couverte.

Cette usine mesurait plus de 1.200 mètres carrés et peut-être nos honorés lecteurs liront-ils avec intérêt ses dimensions exactes, les voici :

Portée entre les faces intérieures des poteaux.....	12 m. 80
Longueur totale.....	30 m. 66
Largeur totale.....	40 mètres
Hauteur du sol en haut des poteaux.....	5 m. 50
Sous faite.....	7 m. 70

Le coût de la **charpente**, y compris toutes les **armatures de briquetage**, n'a pas dépassé 48.597 francs.

La **toiture** était en **tôle ondulée galvanisée** de 6/10^e d'épaisseur. Son coût était de 29.150 fr. et les **pannes en acier** pour fixer les tôles de 11.660 francs. Nous avons expédié, en même temps, des **portes coulissantes** avec tous leurs accessoires.

La construction a été faite entièrement dans nos usines, près de **Rouen**, chargée sur bateau dans notre port et débarquée à **Tenes**.

La pose a été faite par un de nos **chefs monteurs** aidé des manœuvres prêtés par nos honorés clients.

Nous avons été très sensibles au fait que la Société de la Vieille Montagne nous confiait l'ensemble du travail et heureux que nos clients aient bien voulu se montrer satisfaits du travail que nous avons fait à leur intention, car l'Usine n'était pas fabriquée au moyen d'éléments de série.

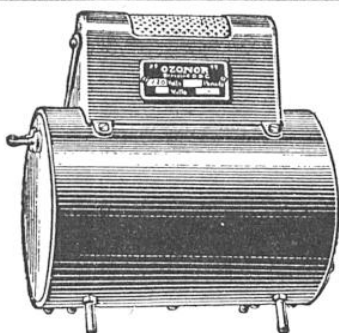
Notre fabrication courante comporte, en effet, des fermes allant de mètre en mètre de 5 à 15 mètres de **portée** entre poteaux, les **auvents** étant facultatifs.

Nos lecteurs désireux, comme la Société de la Vieille Montagne, de faire une nouvelle usine, de l'agrandir ou d'édifier des bâtiments agricoles et industriels de moindre envergure, pourront se documenter en nous demandant notre brochure n° 144, qui renferme tous renseignements permettant de trouver rapidement le prix de revient d'un bâtiment quelconque posé par notre personnel.

Établissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

6 BIS, Quai du Havre, ROUEN

FABRICATION DE BATIMENTS MÉTALLIQUES POUR LA CULTURE ET L'INDUSTRIE



L'HIVER...,

alors que portes et fenêtres sont closes, pourquoi vous obstiner à respirer un air vicié ?...

ADOPTÉZ

“ OZONOR ”

L'appareil électrique producteur idéal d'ozone, qui vous donnera, chez vous, l'air pur de la mer et de la montagne

Dissipe les mauvaises odeurs — Détruit les germes de maladies
Se branche sur une simple prise de courant

Etablissements OZONOR (CAILLIET, BOURDAIS & C^{ie}), 12, rue St-Gilles, Paris-3^e
Téléphone : Turbigo 85-38 Notice gratuite en citant cette revue

PUBLI - « ELGY »

modernisez votre poste



Le “ MAJOR-ULTRA ”

alimente **totale**ment les récepteurs de T.S.F. sur le secteur alternatif. Rien à changer ni au poste, ni aux lampes, ni au réglage.

Les Régulateurs automatiques “ INCA-REGLEX ” nivellent la tension du secteur

NOTICE T FRANCO

ÉLECTRO - CONSTRUCTIONS S. A.
STRASBOURG-MEINAU

AMATEURS PHOTOGRAPHES

N'oubliez pas que...

LE VÉRASCOPE RICHARD

donne l'illusion de la réalité et du relief.



FORMATS
45-107 6-13 7-13

DÉBUTANTS, sachez que...

LE GLYPHOSCOPE

à 210 francs, possède les qualités fondamentales du VÉRASCOPE.

Catalogue B sur demande
FACILITÉS DE PAIEMENT

Etabl^{ts} JULES RICHARD

USINES : 25, rue Mélingue, PARIS
MAGASINS : 7, rue La Fayette, PARIS (Opéra)

MÉTALLISATION

du fer
du bois
du ciment
des tissus

PAR PULVÉRISATION MÉTALLIQUE

S'adresser à SOCIÉTÉ NOUVELLE DE MÉTALLISATION, 26, rue Clisson, Paris (13^e). Téléphone : Gob. 40-63

Le miroir est l'âme du télescope : grâce aux travaux du professeur G. W. Ritchey, la technique des miroirs a fait de grands progrès. *Le savant américain a bien voulu, avant son départ aux Etats-Unis, exposer ses travaux remarquables à notre collaborateur et sa conception de l'observatoire de l'avenir*

Jean Bodet 89
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

L'aluminium a révolutionné l'industrie par ses alliages.

Les alliages légers sont à la base des progrès enregistrés dans la construction mécanique, et notamment en automobile, en aviation, etc.

Charles Brachet 100

Voici le radiorécepteur de 1931.

L'envoyé spécial de La Science et la Vie en Angleterre et en Allemagne expose ici, à la suite des divers Salons de T. S. F. de Berlin, Londres et Paris, comment la standardisation a permis de réaliser trois types de récepteurs répondant à tous les besoins de l'usager

C. Vinogradow 107
Diplômé de la section de radioélectricité de l'Ecole supérieure d'électricité.

Reproduire un disque phonographique à mille exemplaires par jour exige une technique savante.

Comme pour l'enregistrement, c'est encore à l'électricité que l'on fait appel pour le « tirage » en grande série des disques phonographiques

Félicien Faillet 117

Au palmarès de la science pure. Les prix Nobel de physique et de chimie de 1930.

Ce qu'il faut savoir des travaux de l'Allemand Hans Fischer et de l'Hindou Raman, qui leur ont valu d'être désignés par l'Académie Royale de Suède

L. Houlléviqne 126
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Voici la construction aéronautique de 1931.

Le dernier Salon International de l'Aviation de Paris nous révèle les tendances de la construction aéronautique dans le monde

José Le Boucher 129

Un bel exemple de construction aéronautique française

J. B. 139

Un bel effort de concentration industrielle

J. M. 142

Les hydravions géants en 1931

J. B. 143

Une gamme de moteurs pour tous les types d'avions

J. M. 145

La suralimentation des moteurs, progrès capital pour l'aviation

J. M. 148

Le développement des chemins de fer a puissamment contribué à l'essor industriel du Maroc.

1.700 kilomètres de voies ferrées, dont près de 300 électrifiées, sont en exploitation au Maroc

Victor Jouglà 151

Le gaz, combustible par excellence de la cité moderne.

Malgré l'emploi de plus en plus répandu de l'électricité, la consommation du gaz — tant pour la cuisine que pour le chauffage domestique ou industriel — se développe rapidement

Paul Lucas 161

L'utilisation nouvelle des vitamines

J. M. 169

Les A côté de la science (inventions, découvertes et curiosités)

V. Rubor 170

La chronique Nitrolac

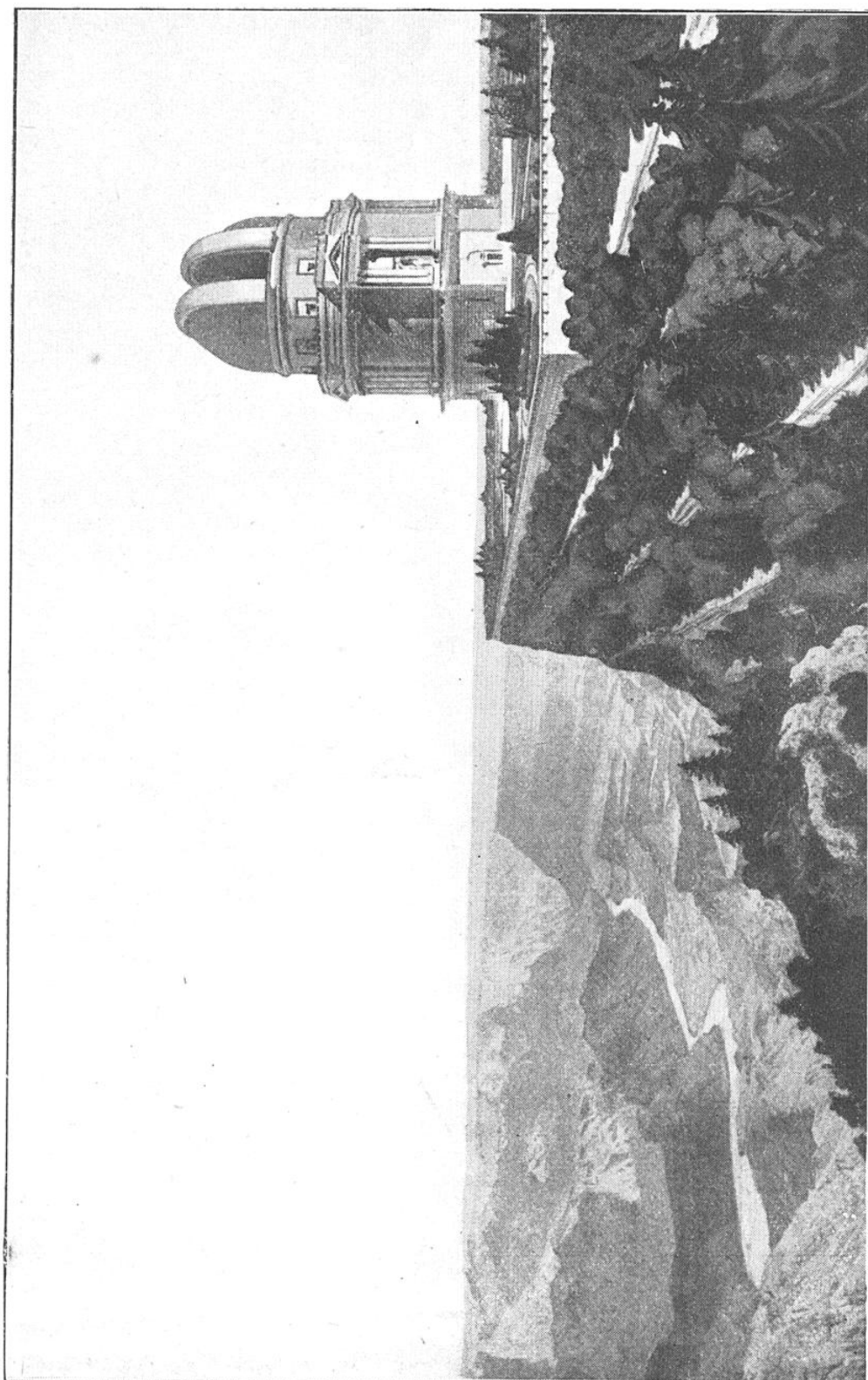
J. M. 172

Chez les éditeurs

J. M. 174

La puissance d'un télescope n'est pas seulement limitée par les dimensions du miroir, qui est, en quelque sorte, l'âme de l'appareil, mais encore par les qualités de la surface réfléchissante, dont dépend la netteté des images. Sans une nouvelle technique de la construction des miroirs, il serait impossible de dépasser les dimensions du télescope du mont Wilson, près de Los Angeles (Etats-Unis), représenté sur la couverture de ce numéro. Le diamètre du miroir atteint 2 m 54 et son épaisseur 32 centimètres. La partie mobile pèse 100 tonnes (le poids de deux grands wagons Pullman) et est soutenue par deux flotteurs à mercure. L'appareil est manœuvré automatiquement, au moyen de 40 servomoteurs électriques. On verra, dans l'article page 89 de ce numéro, comment le professeur G. W. Ritchey a modifié la technique des miroirs de télescopes et espère pouvoir ainsi établir un instrument de 8 mètres d'ouverture.

Nous informons nos lecteurs que l'emboîtement nécessaire à la reliure des n° 157 à 162, parus entre le 1^{er} juillet et le 31 décembre 1930, qui constituent le tome XXXVIII de La Science et la Vie, est en vente à nos bureaux, au prix de 5 francs, et de 6 francs avec la table des matières. Il peut être expédié franco, en France et dans les colonies, au prix de 5 fr. 50 et de 6 fr. 50 avec table. Pour l'étranger, ajouter à ces derniers prix 1 franc pour supplément de port ; tous les emboîtages parus antérieurement peuvent être fournis au même prix. Toutefois, les tables des matières des tomes III, IV, V, XXV, XXVI manquent.



PROJET D'OBSERVATOIRE POUR LE GRAND TÉLÉSCOPE DE 8 MÈTRES D'OUVERTURE QUI SERA CONSTRUIT AUX ÉTATS-UNIS (VOIR PAGE 96),
SUR LE BORD DU GRAND-CANYON (ARIZONA), ET QUI RÉUNIRA LES CONDITIONS LES PLUS FAVORABLES AUX OBSERVATIONS : HAUTE
ALTITUDE (2.400 M), CLIMAT DOUX ET SEC. CE SERA L'INSTRUMENT LE PLUS PUISSANT ET LE PLUS PERFECTIONNÉ DU MONDE

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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

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

Copyright by La Science et la Vie, Février 1931 - R. C. Seine 116.544

Tome XXXIX

Février 1931

Numéro 164

LE MIROIR EST L'ÂME DU TÉLESCOPE

Grâce aux travaux du professeur G. W. Ritchey,
la technique des miroirs a fait de grands progrès

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

De la puissance et de la perfection des instruments installés dans les observatoires, dépend notre connaissance de l'Univers, qui intéresse non seulement les astronomes, mais encore les savants les plus diversement spécialisés, notamment les physiciens qui se préoccupent de la constitution de la matière. La généralisation du télescope à miroir, au lieu de lunettes astronomiques à lentilles, a permis, à ce point de vue, d'effectuer de remarquables progrès. En effet, il est relativement beaucoup plus facile d'obtenir des miroirs parfaits que des lentilles sans défauts et on a pu réaliser ainsi le fameux télescope du mont Wilson (observatoire près de Los Angeles, États-Unis), dont le miroir n'a pas exigé moins de 5 tonnes de verre. C'est là un véritable tour de force. Aussi le professeur américain G. W. Ritchey, que ses travaux ont placé au premier rang parmi les astronomes, a-t-il imaginé le « cloisonnement » qui permet d'établir de grands miroirs dans d'excellentes conditions optiques. De plus, il a mis au point, avec M. Henri Chrétien, professeur à l'Institut d'Optique de Paris, une nouvelle courbure de la surface réfléchissante donnant des images d'une netteté remarquable. Ce savant a bien voulu, avant de regagner l'Amérique, recevoir notre collaborateur et lui exposer ses travaux et sa conception de l'observatoire idéal de demain.

**Moins puissante,
la lunette astronomique
cède la place au télescope**

LES grands télescopes réfracteurs, communément appelés lunettes astronomiques, et surtout leurs objectifs, qui en constituent la partie la plus importante, présentent des difficultés de réalisation considérables. Ces derniers sont généralement formés de deux lentilles accolées, car une seule ne peut fournir d'images nettes, à cause des aberrations chromatiques provenant de la dispersion



LE PROFESSEUR G. W. RITCHEY

de la lumière à travers la lentille comme à travers un prisme.

On voit quelles difficultés ont dû être vaincues pour parvenir à roder et polir convenablement les quatre faces des deux lentilles constituant l'objectif de la grande lunette de l'Observatoire de Yerkes, de un mètre d'ouverture, la plus grande actuellement en service.

Il serait d'ailleurs impossible, aujourd'hui, de renouveler cet exploit et, à plus forte raison, de faire des lentilles encore plus grandes. En effet, le verre constituant

les lentilles doit être parfaitement pur et exempt de défauts dans sa masse, ce qui est particulièrement difficile à obtenir lorsque les dimensions deviennent importantes. Seul le verrier français Mantois, grâce à sa longue expérience, était capable de réaliser de pareils disques (les plus grands atteignent 1 m 25 de diamètre). On ne peut songer aujourd'hui à dépasser 0 m 70 à 0 m 75.

Avec les télescopes réflecteurs, où l'objectif est remplacé par un grand miroir concave, on n'a plus à travailler qu'une seule surface et la présence de défauts dans sa masse importe peu au point de vue optique; il suffit que sa surface soit parfaite. C'est pourquoi les plus puissants instruments modernes sont construits sur ce principe. Ce sont, actuellement, le télescope réflecteur de 1 m 50 d'ouverture de l'Observatoire du mont Wilson (Etats-Unis), celui de 1 m 80 d'ouverture de l'Observatoire d'astrophysique de Vancouver (Canada), et surtout celui de 2 m 57 d'ouverture de l'Observatoire du mont Wilson (Etats-Unis), sur lequel nous reviendrons.

Le principe sur lequel est fondé le télescope réflecteur est suffisamment connu pour qu'il soit inutile d'insister sur ce point. Un grand miroir concave, placé à l'extrémité d'un tube, réfléchit les rayons lumineux provenant des objets éloignés et donne, après réflexion sur un deuxième petit miroir placé dans l'axe du tube, une image que l'on peut, soit exa-

miner à l'aide d'un oculaire, soit recevoir sur une plaque photographique, soit enfin étudier à un point de vue particulier au moyen d'instruments spéciaux, tels que spectrographes, bolomètres, etc... Suivant la courbure de ces deux miroirs, on obtient une combinaison optique ayant des propriétés différentes et principalement des distances focales différentes.

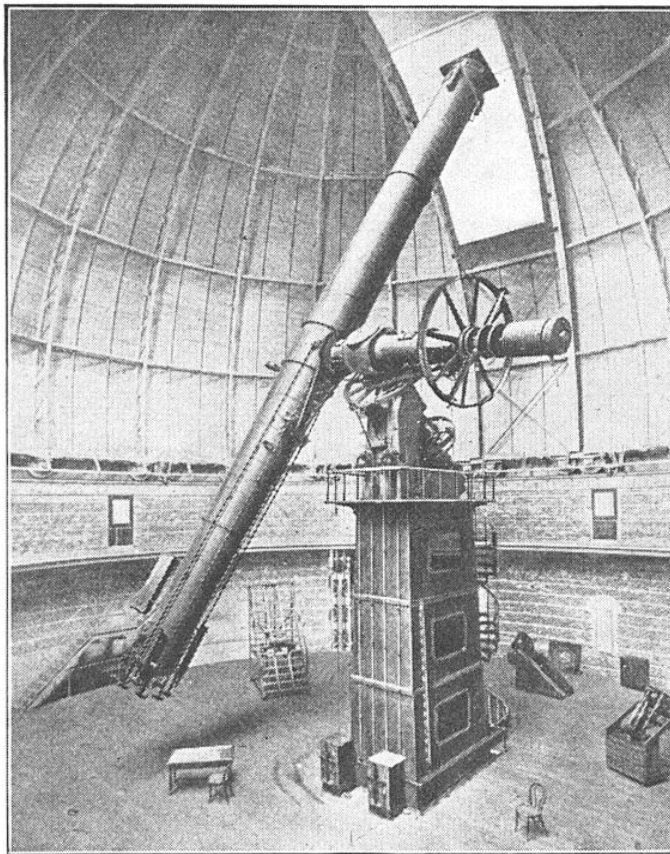
Les deux combinaisons les plus répandues jusqu'ici sont le type *Newton* et le type *Cassegrain*. Avec la première, le petit miroir est optiquement plan, c'est-à-dire de construction beaucoup plus précise que les miroirs plans du commerce; avec la deuxième il a la forme d'un hyperboloïde convexe; dans les deux cas, le miroir principal est un paraboloïde concave. Ces dernières surfaces ont des noms qui peuvent sembler un peu barbares, mais sont depuis longtemps parfaitement connues et ont,

après le plan et la sphère, les propriétés les plus simples de toutes les surfaces.

Les grands télescopes des observatoires de Yerkes et du mont Wilson sont aménagés de telle manière qu'il est possible de passer facilement d'une combinaison à l'autre.

Les images stellaires sont d'autant plus parfaites que le diamètre du miroir est plus grand

Nos lecteurs savent que les étoiles les plus proches de la terre sont, à l'exception évidemment du soleil, à des distances si



LA PLUS GRANDE LUNETTE ASTRONOMIQUE DU MONDE
EST CELLE DE 1 M 02 D'OUVERTURE DE L'OBSERVATOIRE
DE YERKES (ÉTATS-UNIS)

considérables que, pratiquement, elles n'ont pas pour nous de diamètre apparent. Quelle que soit la puissance de l'instrument d'observation employé, il est impossible, non seulement de distinguer aucun détail même grossier de leur surface, mais encore de mesurer leur diamètre angulaire. Avec un télescope parfait et en supposant que la lumière ait une longueur d'onde infiniment petite, l'image d'une étoile serait pour nous un point, dans le sens géométrique du terme, c'est-à-dire sans dimensions. Dans la pratique, nous sommes loin de ces conditions.

L'image d'une étoile, même la plus parfaite que l'on puisse jamais obtenir avec un télescope, se présentera toujours sous la forme, non d'un point géométrique brillant, mais d'une tache lumineuse de dimensions variables, mais toujours extrêmement petite (le disque de diffraction), entourée d'anneaux beaucoup moins brillants. Cela tient à la nature de la lumière, phénomène ondulatoire, et nous ne pouvons rien y changer. Les dimensions de la tache n'ont aucun rapport avec les dimensions de l'étoile et dépendent, en particulier, de la longueur d'onde de la lumière incidente et du diamètre du miroir.

L'image d'un ensemble d'étoiles se composera donc d'un grand nombre de tels disques de diffraction qui, quoique extrêmement petits, peuvent arriver, lorsqu'on fait usage de très forts grossissements, à empiéter les uns sur les autres, ne permettant pas à l'œil de distinguer les détails les plus fins. Il y a donc une limite au grossissement d'un télescope donné, et cette limite dépend des dimensions de ces disques de diffraction.

Les seuls moyens que nous ayons à notre disposition pour diminuer le diamètre angulaire de ces disques sont d'utiliser la lumière de la plus petite longueur d'onde possible (violet et ultraviolet), et un miroir de la plus grande ouverture possible.

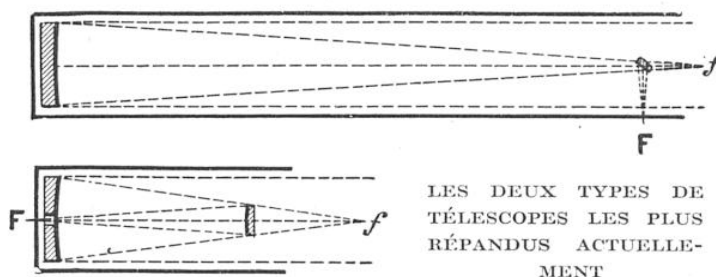
On a remarqué, de plus, que ce diamètre est également plus petit lorsqu'on dispose, dans l'axe du tube, un écran arrêtant la

partie centrale du faisceau de rayons parallèles tombant sur le miroir. Le petit miroir auxiliaire existant dans toutes les combinaisons de miroirs joue le rôle de cet écran. Son diamètre est généralement le tiers du diamètre du grand miroir et, dans ce cas, le diamètre de la tache lumineuse diminue de 10 %. Dans certains cas, on peut obtenir un résultat meilleur, mais au prix d'une perte de lumière appréciable, en augmentant le diamètre de l'écran.

Le plus grand miroir construit jusqu'à ce jour pèse cinq tonnes

Le miroir de 2 m 57 du grand télescope de l'Observatoire du mont Wilson, le plus grand construit jusqu'à aujourd'hui, a été

fondu par la Compagnie de Saint-Gobain, spécialisée depuis fort longtemps dans ce genre de travail, et taillé par le professeur américain G.W. Ritchey. A l'état brut, son épaisseur atteignait 32 centimètres, et son poids près de cinq tonnes.



LES DEUX TYPES DE TÉLESCOPES LES PLUS RÉPANDUS ACTUELLEMENT

En haut (type Newton), le petit miroir plan renvoie latéralement en F la lumière que le grand miroir concentrerait en f. Au bas (type Cassegrain), grâce au petit miroir convexe, l'image se forme dans l'axe du tube, derrière le miroir principal percé d'un trou pour le passage de la lumière.

Le traitement qu'il subit pour l'amener à sa forme définitive réduisit ce dernier à quatre tonnes et demie.

La forme parabolique définitive du miroir n'est pas atteinte directement : on commence par creuser le miroir en forme de sphère optiquement parfaite, puis, progressivement, on l'amène à la forme parabolique voulue, en creusant encore très légèrement sa surface. Ce dernier travail est d'une délicatesse extrême, car la plus forte distance qui sépare un point de la surface parabolique de la surface sphérique provisoire ne dépasse pas deux centièmes de millimètre. La surface définitive ne s'écarte pas de la surface parabolique théorique de plus de sept cent millièmes de millimètre, soit sept centièmes de micron.

Une comparaison simple fera mieux comprendre l'ordre de grandeur de cette erreur. Supposons que toutes les proportions du miroir soient agrandies 250.000 fois ; son rayon de courbure devient alors à peu près égal à celui de la terre, c'est-à-dire que sa courbure est voisine de celle des océans. Le

diamètre du miroir est alors voisin de 625 kilomètres et, dans ces conditions, la différence entre la surface sphérique et la surface parabolique théoriques ne dépasse pas 5 mètres, l'erreur commise dans la réalisation pratique de cette dernière restant inférieure à 17 millimètres.

Le travail doit être d'ailleurs constamment interrompu, dès que le mouvement doux et régulier de la machine à polir provoque une légère élévation de la température du verre. Après chaque interruption, des essais optiques d'une grande précision doivent être entrepris pour juger de l'état d'avancement du travail.

Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que le professeur Ritchey et ses aides, qui menèrent à bien la construction de ce miroir et de quatre petits miroirs auxiliaires (deux miroirs plans et deux miroirs concaves), aient dû consacrer à ce travail près de cinq années d'efforts et surtout de patience et minutieuse mise au point.

Les miroirs cellulaires seront-ils les miroirs de l'avenir ?

La construction des miroirs par les procédés employés jusqu'ici devient de plus en plus délicate à mesure que le diamètre s'accroît. En effet, les grands disques de verre doivent être suffisamment épais pour avoir une grande rigidité, et il est à craindre qu'ils ne se brisent spontanément pendant leur refroidissement.

Il semble que la formule de l'avenir soit

la construction des miroirs cellulaires, préconisée par le professeur G. W. Ritchey, qui permet d'employer des verres à faible coefficient de dilatation, genre pyrex ou quartz fondu. C'est à son laboratoire de l'Observatoire de Paris que ces miroirs ont pu être étudiés expérimentalement avec l'aide de la Compagnie de Saint-Gobain.

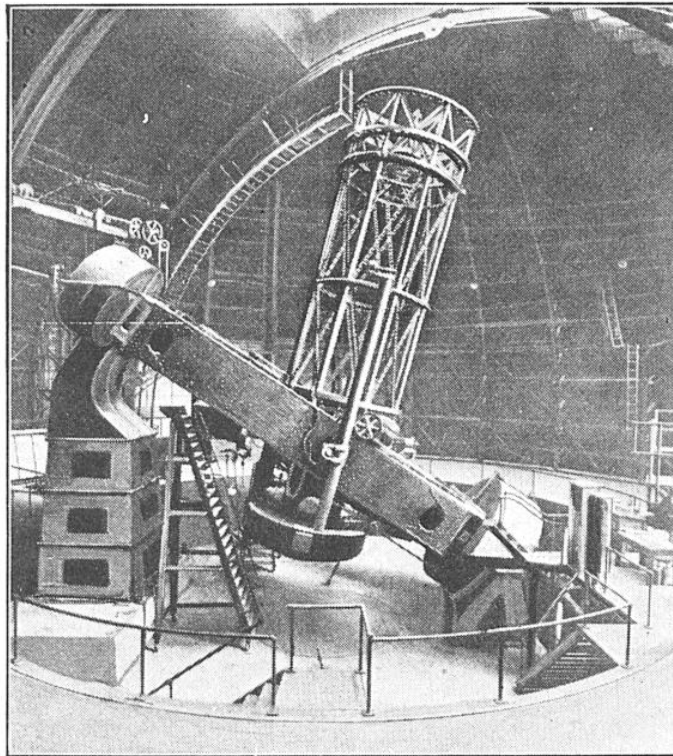
Le principal avantage des miroirs cellulaires

réside dans leur légèreté (à égalité d'ouverture, ils pèsent le quart des miroirs ordinaires) et, de plus, dans la possibilité d'employer un grand nombre de plaques de verre relativement petites, au lieu d'une seule de dimensions colossales. Ne semble-t-il pas un peu ridicule de prendre un énorme disque de verre, coûtant des sommes considérables, dont la coulée et le recuit offrent des difficultés presque insurmontables et pesant plusieurs tonnes, pour lui faire supporter finalement une

couche d'argent ne pesant que quelques centigrammes ?

D'autre part, il est possible de sélectionner très soigneusement les plaques entrant dans la construction des miroirs au point de vue de la constance de leur épaisseur et de leur coefficient de dilatation, et d'éliminer toutes celles qui présentent le moindre défaut, strie ou bulle d'air prise dans la masse.

Ce n'est pas seulement le système intérieur de cloisonnement qui est construit en plaques de verre de petites dimensions. Pour les miroirs de grande ouverture, les grands disques circulaires de base peuvent être éga-



LE PLUS GRAND TÉLESCOPE EXISTANT À L'HEURE ACTUELLE EST CELUI DE 2 M 57 D'OUVERTURE DE L'OBSERVATOIRE DU MONT WILSON, PRÈS DE LOS ANGELES (ÉTATS-UNIS)

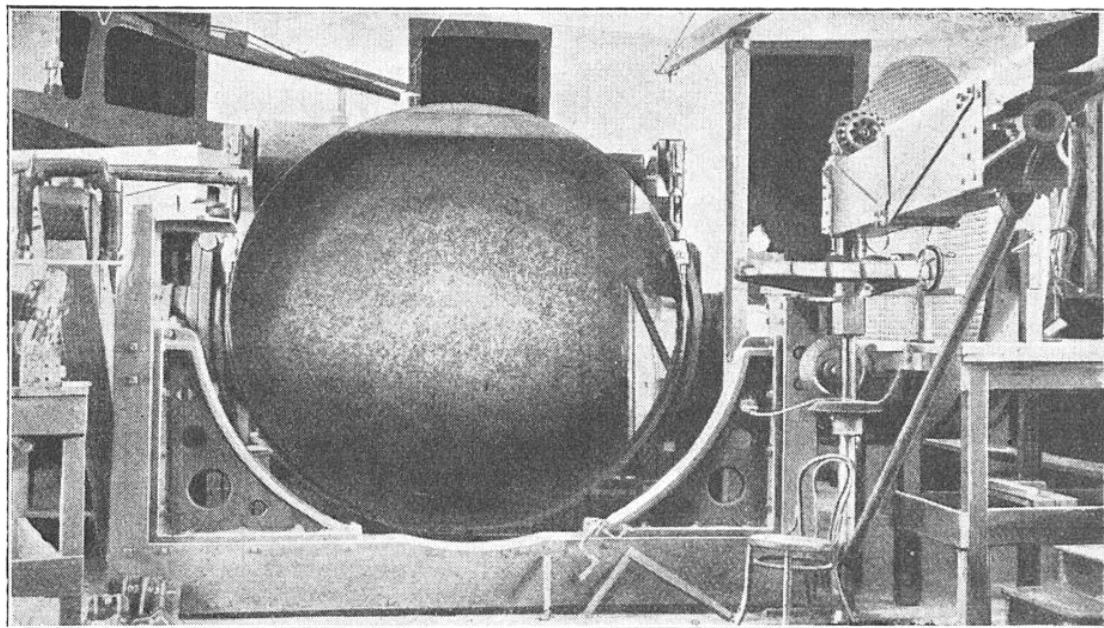
lement décomposés en six secteurs de chacun 60 degrés que l'on assemble par leurs bords, de la même manière que l'on assemble les plaques du système interne. Les surfaces en contact sont cimentées avec une telle précision que la couche de ciment restant entre les deux plaques de verre est épaisse de moins de un micron. Malgré cela, les joints sont extrêmement résistants, au moins autant que la plaque de verre elle-même.

La figure page 94, qui montre un exem-

ou 8 mètres de diamètre avec plus de facilité que l'on n'a construit jusqu'ici les miroirs les plus grands d'après les procédés ordinaires.

De la courbure des miroirs dépend la netteté des images

Les combinaisons de miroirs dont nous vous avons parlé précédemment, types Newton et Cassegrain, présentent un certain nombre d'inconvénients, en particulier



LE MIROIR DE 2 M 57 D'OUVERTURE DU GRAND TÉLESCOPE DU MONT WILSON (ÉTATS-UNIS),
PLACÉ SUR LA MACHINE À TAILLER ET À POLIR

On distingue nettement les innombrables petites bulles emprisonnées dans le verre, dont la présence est inévitable dans une pareille masse de verre.

ple de miroir cellulaire, met en évidence un autre avantage également considérable de ce mode de construction. C'est la possibilité d'assurer une *ventilation parfaite* de tout le miroir, c'est-à-dire un *équilibre de température* pratiquement parfait. L'expérience a prouvé qu'avec un miroir cellulaire soumis à des variations de température de l'ordre de celles qui se présentent dans la pratique, la courbure générale de la surface réfléchissante n'est pas suffisamment altérée pour que les essais optiques les plus précis mettent en évidence une modification quelconque de ses propriétés.

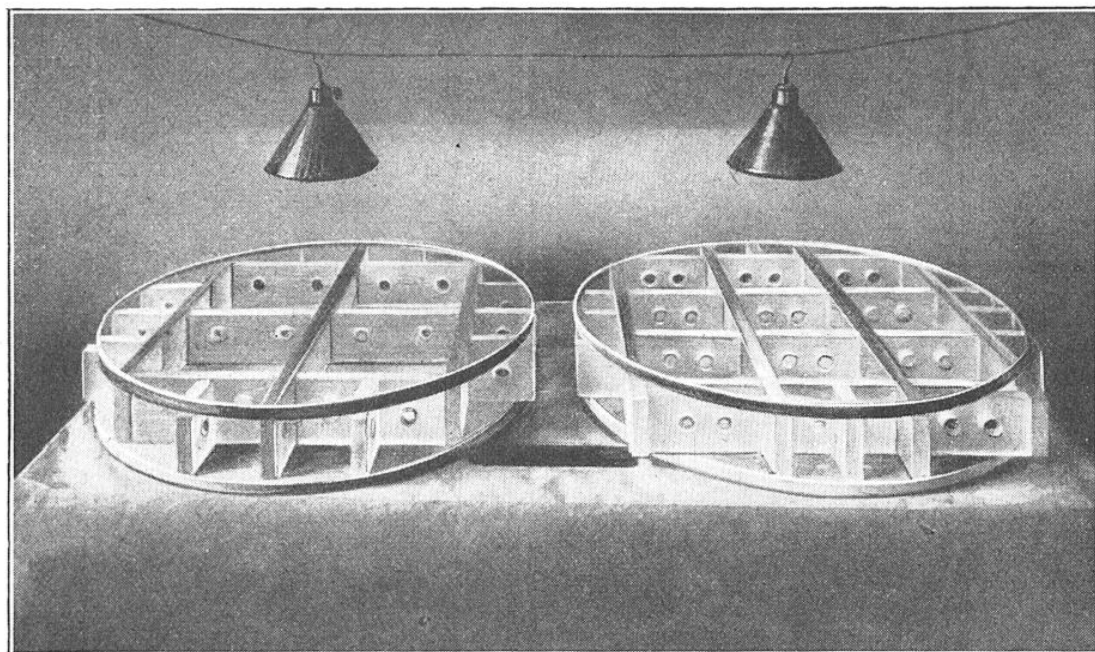
La conception des miroirs cellulaires laisse entrevoir la possibilité, dans un avenir très prochain, de réaliser des miroirs de 6

difficulté de passer rapidement de l'une à l'autre ; grande longueur du tube de l'appareil et, par conséquent, flexions importantes, et surtout petitesse du champ et déformation excessive des images sur les bords de ce champ.

C'est pour les éviter que le professeur Ritchey, travaillant en collaboration avec M. Henri Chrétien, professeur à l'Institut d'Optique de Paris, fut amené à étudier une nouvelle combinaison de miroirs, dont les courbures s'écartaient légèrement des formes utilisées jusqu'à présent. Ces deux savants arrivent ainsi à *éliminer complètement les déformations des images ponctuelles qui se forment sur les bords du champ*, sans diminuer cependant la qualité des images

Le tube du télescope-réfecteur du type Ritchey-Chrétien est extrêmement court, ce qui permet de réduire environ cent fois sa flexion, ainsi que sa dilatation ou sa contraction lors de changements de température, et assure la constance presque parfaite de l'alignement des deux miroirs et de la distance qui les sépare. En particulier, il serait possible, sans grands frais, de construire en métal *invar* le cadre de la monture reliant les deux miroirs, ce qui réduirait pratiquement

pas plan, pas plus d'ailleurs qu'avec les autres combinaisons, Newton ou Cassegrain. Les images se forment très sensiblement *sur une surface sphérique*, concave vers la lumière incidente. Par conséquent, pour mettre à profit comme il convient les qualités exceptionnelles de cette combinaison optique, il faut soit faire usage de plaques photographiques spéciales concaves, soit de lentilles correctrices et de plaques photographiques planes.



TYPES DE MIROIRS CELLULAIRES PLANS RÉALISÉS PAR LE PROFESSEUR G. W. RITCHEY

La construction de ces miroirs est caractérisée par l'assemblage de plaques perforées minces. On réduit ainsi le poids du miroir, en même temps qu'on évite les modifications de courbure provoquées par les changements de température, grâce à la possibilité d'assurer une ventilation parfaite de l'ensemble.

à rien les effets de la température. De plus, ses dimensions réduites rendent très économique la construction du bâtiment où il doit prendre place, ainsi que celle du dôme destiné à le mettre à l'abri des fortes variations de la température pendant le jour.

La technique de la photographie stellaire est encore susceptible d'importants perfectionnements. Le professeur Ritchey prépare lui-même ses plaques et ses émulsions

■ Cependant, il faut dire que le champ le plus parfait que l'on puisse obtenir avec cette nouvelle combinaison de miroirs n'est

Ce dernier procédé provoque une perte appréciable de lumière par réflexion et par absorption et n'est pas à conseiller pour cette raison. Par contre, la fabrication de plaques photographiques sphériques de précision ne présente pas de grosses difficultés.

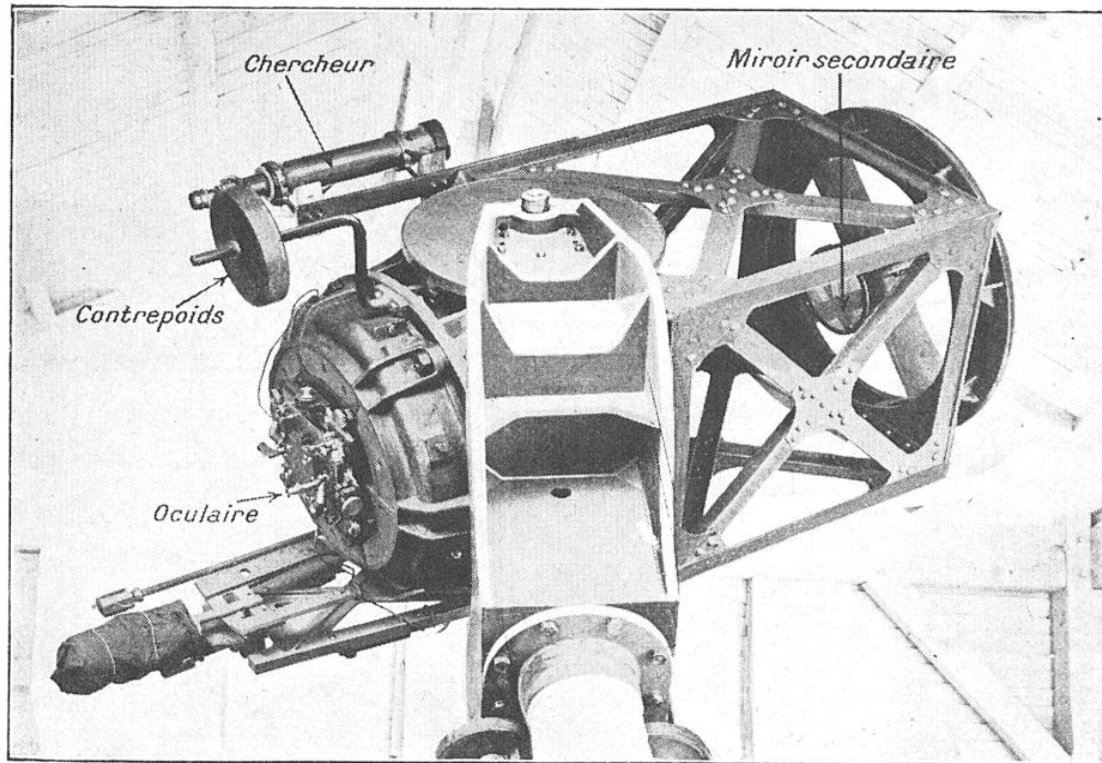
Le professeur Ritchey, par exemple, fabrique ses plaques dans son laboratoire privé de la même manière qu'un miroir de télescope, mais cinquante à la fois. Puis il recouvre la surface concave avec l'émulsion photographique, en ayant soin, pendant que celle-ci se dépose, d'animer la plaque d'un mouvement de rotation convenable pour que l'épaisseur de la couche soit constante. Le diamètre des plaques ainsi fabri-

quées est d'environ 10 centimètres et leur flèche est de 1 mm 7. Leur épaisseur au centre est de 1 millimètre.

Les images de points lumineux apparaissent dans le champ sphérique du télescope Ritchey-Chrétien comme des taches lumineuses entourées des habituels anneaux de diffraction. Mais leur forme est toujours approximativement circulaire et l'intensité

que la précision de la mise au point devient illusoire. Les détails de l'image sont nécessairement flous, et des milliers d'images d'étoiles faibles passent inaperçues.

Dans le même ordre d'idées, il est évident que la qualité de l'émulsion photographique joue un grand rôle au point de vue netteté des images. Une émulsion de qualité courante fait perdre tout le bénéfice des avan-



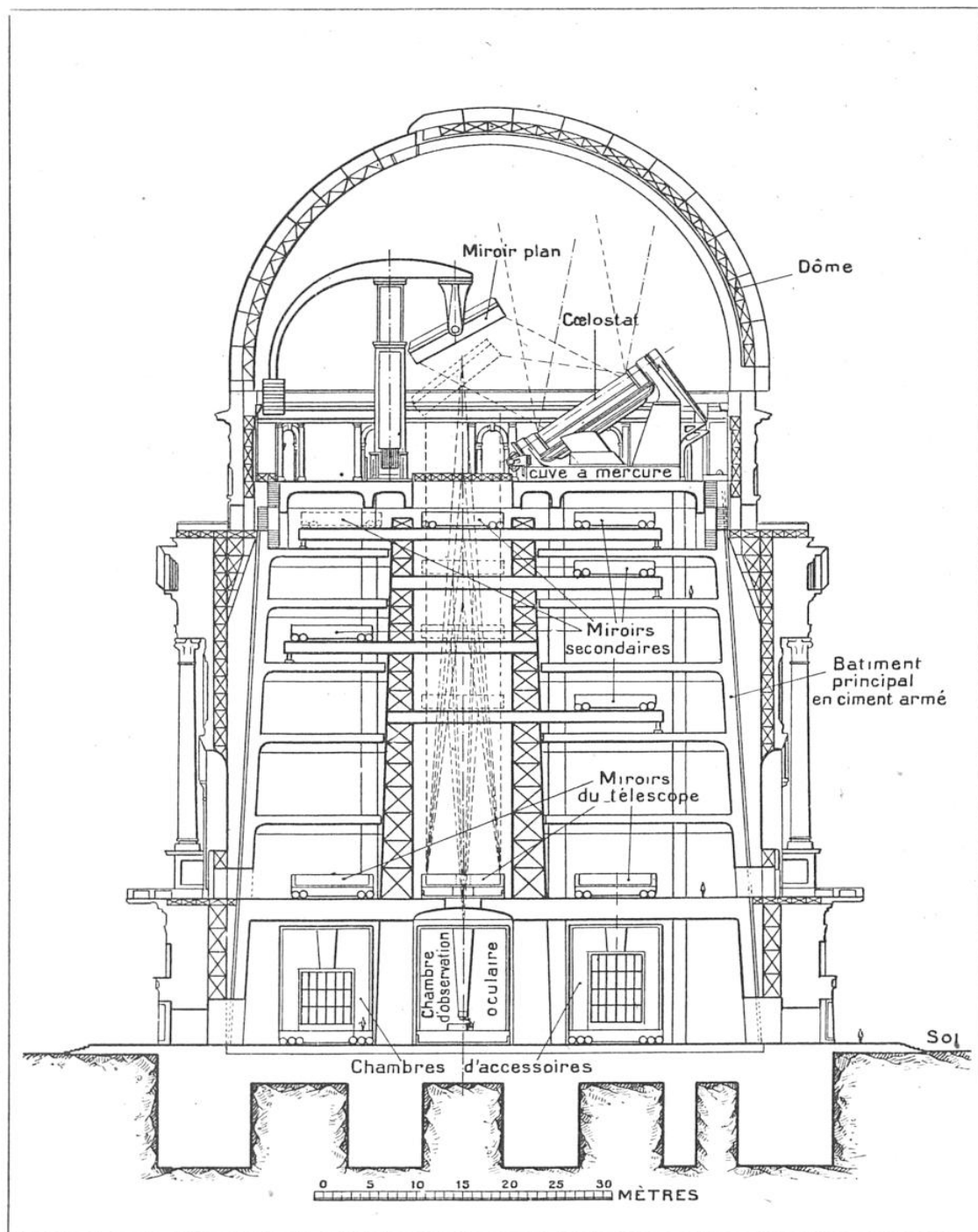
LE TÉLESCOPE DE 52 CENTIMÈTRES D'OUVERTURE CONSTRUIT DERNIÈREMENT EN FRANCE ET UTILISANT LES NOUVELLES COURBURES DE MIROIRS IMAGINÉES PAR LE PROFESSEUR AMÉRICAIN G. W. RITCHEY ET M. HENRI CHRÉTIEN, PROFESSEUR A L'INSTITUT D'OPTIQUE DE PARIS

lumineuse des images est toujours sensiblement symétrique.

Il n'est pas superflu d'insister sur l'avantage que présenterait, même pour les types de télescopes photographiques actuels, l'usage de plaques photographiques soigneusement dressées et polies. En effet, on arrive aujourd'hui, par exemple à l'observatoire du mont Wilson, à déterminer rapidement la position de l'image d'une étoile dans l'axe du télescope à moins de trois centièmes de millimètre près ; la surface des plaques photographiques employées présente exclusivement à l'heure actuelle des défauts entre cinq et trente fois plus grands, de sorte

que les télescopes perfectionnés modernes. En particulier, le grain doit être très fin et la couche sensible doit être la plus mince possible pour éviter les effets désastreux des cônes de lumière frappant la plaque, ainsi que le montre la figure page 98.

Le professeur Ritchey, comme on peut s'en rendre compte, utilise des plaques dont l'émulsion est considérablement moins épaisse que les émulsions ordinaires. Ce genre de plaque est généralement beaucoup moins sensible, et il n'est possible de corriger ce défaut que par un traitement chimique assez compliqué. Les émulsions du



COMMENT ON CONÇOIT, AUJOURD'HUI, L'OBSERVATOIRE IDÉAL : LE TÉLESCOPE VERTICAL FIXE UNIVERSEL DE 8 MÈTRES D'OUVERTURE PROJETÉ PAR LE PROFESSEUR AMÉRICAIN G. W.

RITCHIE RÉUNIT TOUS LES PERFECTIONNEMENTS MIS AU POINT JUSQU'À CE JOUR

L'astronome, placé dans les meilleures conditions d'observation, dispose d'un jeu complet de miroirs permettant de réaliser rapidement la combinaison optique désirée. Il peut ainsi faire varier en quelques minutes la distance focale de l'appareil entre 20 et 400 mètres.

professeur Ritchey, résultats de longs travaux entrepris en collaboration avec M. Benecke, ont une sensibilité à peu près égale à celles du commerce, tout en ayant un grain incomparablement plus fin.

Les observatoires de l'avenir

Les miroirs cellulaires du professeur Ritchey sont, nous l'avons dit plus haut, pratiquement insensibles aux variations de température.

En particulier, un miroir optiquement plan resterait plan, même en contact presque direct avec l'atmosphère nocturne. Cette importante propriété laisse entrevoir, pour la première fois, la possibilité de construire de grands télescopes fixes, d'une précision suffisante, conjugués avec un *cœlost*, c'est-à-dire avec un miroir plan tournant qui permet de suivre automatiquement une étoile dans son mouvement apparent sur la voûte céleste.

La figure page 96 montre comment on peut concevoir aujourd'hui le télescope moderne idéal.

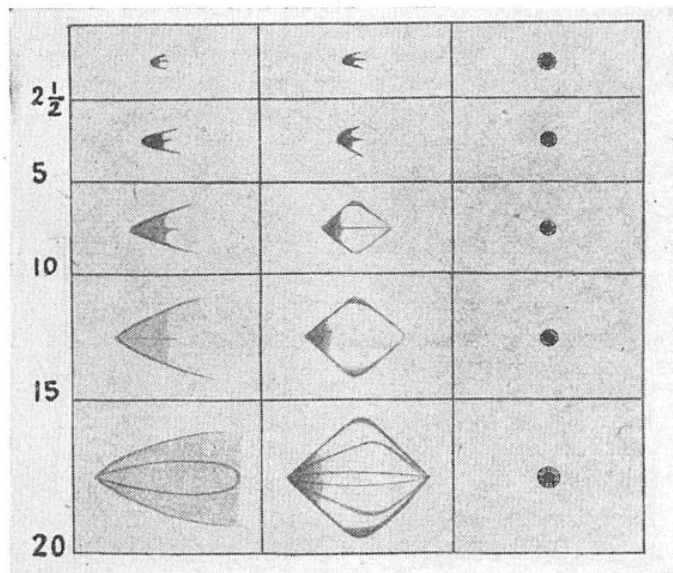
Il est du type vertical, constitué essentiellement par le tube central, à la base duquel peuvent être placés les miroirs principaux, atteignant 8 mètres de diamètre (nous avons vu que dès maintenant la construction de tels miroirs n'offrirait aucune difficulté insurmontable). A différents étages, de petits miroirs secondaires peuvent être intercalés à volonté, permettant de réaliser avec les miroirs principaux les diverses combinaisons optiques dont nous avons parlé précédemment. Ainsi, la même monture contient plusieurs télescopes complets, dont

la longueur focale varie entre 20 et 400 mètres.

Tous les miroirs seraient, bien entendu, des miroirs cellulaires. Le cœlost est placé très haut au-dessus du sol, par conséquent dans les meilleures conditions atmosphériques, flotte sur une cuve à mercure qui, elle-même, repose, ainsi que le support du deuxième miroir plan fixe, sur le sommet du bâtiment intérieur massif en béton armé.

Ce bâtiment est protégé du vent, de la pluie et des changements brusques de température par le bâtiment métallique extérieur complètement indépendant. Le dôme de l'observatoire est supporté par ce dernier.

Le deuxième grand miroir plan sous le dôme reçoit les rayons lumineux renvoyés par le cœlost, toujours dans la même direction, et les réfléchit vers le bas, exactement au centre du tube vertical fixe du télescope. Après les réflexions successives sur



COMMENT SE DÉFORME L'IMAGE D'UNE ÉTOILE, LORSQUE SA DISTANCE ANGULAIRE À L'AXE DU TÉLESCOPE VARIE ENTRE $2\frac{1}{2}^{\circ}$ ET 20°

La colonne de gauche se rapporte au champ ordinaire plan du télescope de Newton et celle du centre au champ amélioré concave du même appareil. On remarque la qualité des images de la colonne de droite correspondant à la nouvelle combinaison de miroirs dite « combinaison Ritchey-Chretien ».

les miroirs réalisant la combinaison optique choisie, les rayons lumineux passent à travers le trou central ménagé dans le grand miroir du télescope et sont reçus dans la chambre d'observation. Comme on peut le voir sur la figure, on peut, suivant le genre d'études auquel on se livre, placer dans l'axe du télescope l'une ou l'autre des chambres d'observation. Inutile de dire que toute la mise en place, aussi bien des chambres d'observation que des miroirs, s'opère automatiquement et électriquement, chacune de ces parties venant se placer très exactement dans l'axe du tube. Quatre minutes suffisent pour passer d'une combinaison optique à une autre.

Il faut bien remarquer que, malgré tout, la lumière incidente est réfléchi quatre fois avant de pénétrer dans la chambre d'observation. Les pertes de lumière sont donc appréciables et peuvent atteindre 30 %. Pour les réduire le plus possible, il faut entretenir avec le plus grand soin le poli de l'argenture. Une même couche d'argent de bonne qualité peut être polie *au moins 50 fois* par un personnel expérimenté. Elle s'altère extrêmement lentement dans les régions élevées au climat sec. Rappelons à ce propos que l'argent est déposé sur la surface polie du verre en couche extrêmement fine, de l'ordre d'un dix-millième de millimètre d'épaisseur, et est, cependant, presque complètement opaque à la lumière incidente la plus forte. Lorsque, après avoir été polie un grand nombre de fois, la couche d'argent est devenue trop fine elle peut être enlevée au moyen d'acide azotique et le miroir peut être argenté à nouveau.

La seule partie mobile de l'appareil est le cœlostât, qui repose entièrement sur du mercure, ce qui rend son mouvement pratiquement aussi précis et aussi continu que celui de la terre autour de son axe. Il faut d'ailleurs remarquer que sa vitesse de rotation autour de son axe doit être seulement la moitié de celle d'un télescope équatorial, car on sait qu'un rayon lumineux réfléchi par un miroir tourne d'un angle double de celui du miroir. Un équatorial doit effectuer un tour par vingt-quatre heures, tandis qu'un cœlostât n'effectue qu'un tour par quarante-huit heures. On atteint donc dans ces conditions une stabilité de la mise au point remarquable.

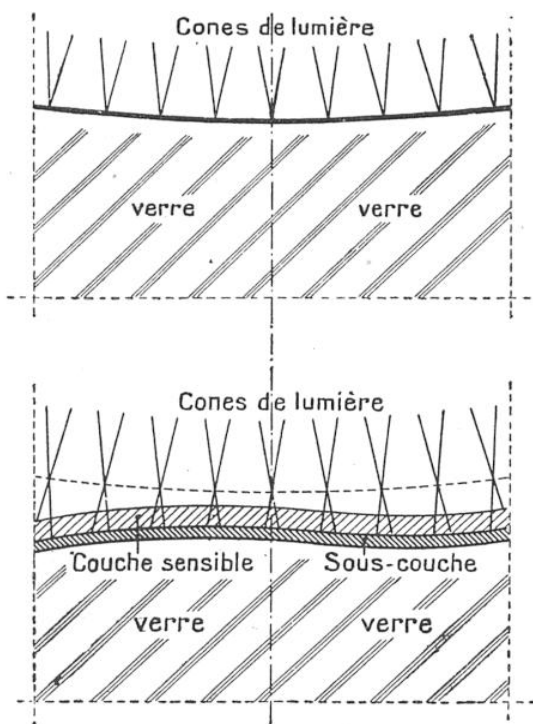
Il est bien évident que pour utiliser au mieux les merveilleuses qualités d'un tel appareil il ne convient pas de l'installer n'importe où à la surface de la terre. Il faut également choisir son emplacement avec grand soin, pour que de mauvaises conditions atmosphériques ne viennent pas rendre illusoires ses avantages. Le profes-

seur Ritchey, à la suite de longues recherches personnelles, conseille de construire un tel observatoire dans les régions élevées et semi-désertiques du Sud-Ouest des Etats-Unis, où il a pu observer que les conditions atmosphériques étaient supérieures à celles déjà excellentes du mont Wilson (où est installé le grand télescope de 2 m 57 de diamètre), à peu près dans la même proportion que ces dernières sont supérieures aux conditions atmosphériques moyennes des principaux observatoires européens.

Le France possèdera bientôt le télescope le plus perfectionné du monde

Le professeur Ritchey, dont nous avons exposé plus haut les derniers travaux et quelques vues d'avenir, vient d'achever à son laboratoire de l'Observatoire de Paris,

la construction d'un petit télescope d'essai, mis au point à la demande du duc de Gramont, président du Conseil de l'Institut d'Optique, avec l'aide du personnel de l'Observatoire de Paris et de la Compagnie de Saint-Gobain. C'est le premier qui ait été construit et monté jusqu'ici en utilisant les nouvelles courbures de miroirs dont nous avons parlé, c'est-à-dire qui réalise la combinaison dite Ritchey-Chrétien. Son étude complète a été faite en collaboration étroite avec M. Henri Chrétien, de l'Institut



COMMENT SE FORMENT LES IMAGES SUR LES PLAQUES EN PHOTOGRAPHIE STELLAIRE

En haut : coupe très agrandie d'une plaque photographique du professeur Ritchey montrant la précision avec laquelle la surface est dressée et polie, ainsi que la finesse de l'émulsion. En bas : on remarque les défauts de la surface du verre et l'épaisseur de l'émulsion d'une plaque ordinaire, inutilisable en pratique pour la photographie stellaire de précision.

d'Optique. Cet appareil ayant été terminé au début de l'été dernier, le duc de Gramont le fit transporter et monter dans son observatoire de Vallière (Oise), où il fut alors étudié systématiquement par le professeur Ritchey lui-même. Les avantages de cette nouvelle combinaison de miroirs apparurent alors immédiatement.

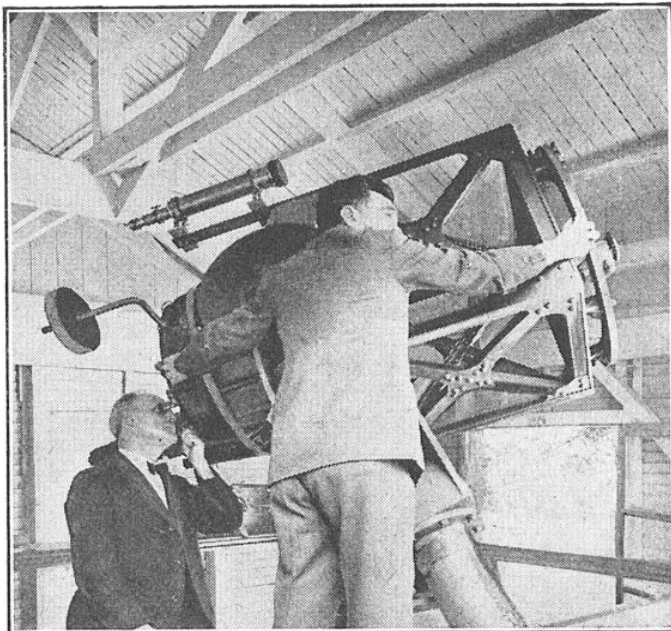
Bien que l'ouverture du miroir principal atteigne 52 centimètres, la longueur totale de l'appareil ne dépasse pas 1 m 30. Sa construction est donc relativement très économique et également celle du bâtiment qui doit l'abriter. Son champ est extrêmement large, et les images obtenues conservent une grande netteté, même sur les bords du champ, ainsi que les essais optiques effectués à l'Observatoire de Paris l'avaient déjà montré. Les images obtenues sont très petites, ce qui — nous l'avons vu — est ce que l'on cherche toujours à obtenir et est la meilleure démonstration que l'on puisse faire de la qualité de l'instrument.

Cependant, les conditions atmosphériques, lors de ces essais, n'étaient pas suffisamment bonnes pour que l'on ait pu mettre en évidence d'une manière parfaite les avantages du montage et de la construction de ces miroirs spéciaux. Lorsque les essais complets, qui vont être entrepris dans des régions où les conditions atmosphériques sont beaucoup meilleures que celles rencontrées jusqu'ici, seront terminés, il est à souhaiter que l'on puisse exécuter le projet de faire construire pour un observatoire français un télescope construit sur le même principe, mais de 1 m 50 d'ouverture, donc beaucoup

plus puissant que celui qui vient d'être achevé.

La mise au point des grands télescopes pose à l'astronome, comme nous l'avons vu, un grand nombre de problèmes auxiliaires extrêmement divers. De leur solution dépend, en somme, notre connaissance de l'univers, c'est-à-dire qu'ils doivent intéresser non seulement les astronomes, mais encore les savants les plus diversement spécialisés : ils

sont d'intérêt général. Seule, une collaboration extrêmement étroite entre les techniciens de tous les pays et de toutes les spécialités, opticiens, mécaniciens, verriers, photographes, électriciens, etc., permet d'obtenir la précision dans les détails, nécessaire pour utiliser au maximum les progrès réalisés dans une branche particulière de la technique. A quoi sert, en effet, de disposer des merveilleux miroirs qu'il est possible de



LE NOUVEAU TÉLESCOPE RITCHEY-CHRÉTIEN ÉTUDIÉ PAR LE PROFESSEUR RITCHEY À L'OBSERVATOIRE DU DUC DE GRAMONT À VALLIÈRE (OISE)

Malgré ses 52 centimètres d'ouverture, qui en font déjà un appareil puissant, ce télescope n'a pas plus de 1 m 30 de longueur.

construire aujourd'hui, si en même temps on n'utilise pas les plaques photographiques les mieux dressées et les émulsions les plus sensibles ? Les travaux accomplis pour perfectionner une partie de l'instrument ont été effectués bien inutilement si les autres détails n'atteignent pas le même degré de perfection.

Nous avons, avec la fabrication du petit télescope de 0 m 50 d'ouverture, dont les résultats sont déjà si encourageants, un exemple de ce que permet de réaliser une longue et étroite collaboration de savants diversement spécialisés, français et américains, grâce à laquelle notre connaissance de l'univers pourra atteindre une perfection encore plus grande. J. BODÉT.

L'ALUMINIUM A RÉVOLUTIONNÉ L'INDUSTRIE PAR SES ALLIAGES

Par Charles BRACHET

Dans l'histoire industrielle, le XIX^e siècle sera l'âge de la vapeur et du charbon, du fer et des hauts fourneaux. Le nôtre apparaîtra comme celui du moteur à pétrole et d'une métallurgie nouvelle traitant, dans les fours électriques, en fait de minerai, des terres variées fournissant de l'aluminium, du silicium, du magnésium, les plus légers des métaux. D'une époque à l'autre, l'étape franchie se mesure par la différence de construction qui sépare une locomotive d'un avion. Sans doute, dans la locomotive moderne, la fonte et le fer primitifs ont cédé la place à des aciers spécialement étudiés (1), comme dans tout le reste de la mécanique en fer, considérablement allégée de ce fait. Mais qu'est cette légèreté, relativement à celle qu'exige l'établissement d'un avion entièrement métallique, tel le G. 38 Junkers (2) 2.000 ch ? Ici, tout est d'un métal presque aussi blanc que l'argent, profilé, laminé, perforé avec une netteté d'autant plus persistante qu'il est inoxydable et que, pulvérisé, il sert lui-même à composer des peintures protectrices pour les autres matériaux. Les moteurs actionnent des hélices du même métal et, si nous les démontons eux-mêmes, leur apparence d'être en acier s'évanouit à demi : nous trouvons que leurs pistons, leurs bielles, leur bâti, enfin, sont encore du même alliage blanc, ultra-léger. Mais le plus frappant d'une telle évolution métallurgique, c'est que, par un singulier retour, les alliages d'aluminium, empiétant sur les anciennes techniques, interviennent dans la construction des wagons de chemins de fer et même dans l'aménagement des navires, toujours pour le même motif péremptoire d'allègement. En sorte que l'on est en droit de se demander si le nouveau métal et ses alliages ne sont pas destinés à devenir le fondement de toute la mécanique industrielle future, reléguant le fer à l'ossature des grands bâtiments, à l'armature du ciment et peut-être au pavage des routes, forme littérale du chemin de fer. LA SCIENCE ET LA VIE a suivi au jour le jour l'évolution de la métallurgie dans tous ses domaines en général et dans celui des alliages en particulier. Nous avons montré précédemment (3 et 4) comment les recherches dans l'étude des métaux et de leurs alliages légers avaient fait rapidement progresser la construction mécanique (aviation, automobile, etc.). Nous donnons ici l'état actuel des applications de l'aluminium, en attendant de montrer, un jour, les résultats des recherches qui se poursuivent actuellement au sujet des alliages légers, car il se pourrait que — dans un avenir plus ou moins éloigné — l'aluminium fût concurrencé à son tour.

De l'aluminium métal précieux à l'aluminium industriel

CERTES, lorsqu'il découvrit la fabrication industrielle de l'aluminium, en 1854, M. Sainte-Claire Deville ne pouvait prévoir l'essor de ce métal léger.

Ce métal avait alors un demi-siècle d'existence. Le premier alliage d'aluminium avait coulé du creuset d'Humphrey Davy, alors qu'en 1809 celui-ci fondait à l'arc électrique un minerai de fer chargé d'alumine. C'était un alliage « plus dur que le fer et beaucoup plus léger ». Ces expériences, signalées par

Oersted à l'attention du chimiste Wöhler, conduisirent celui-ci à l'isolement du métal.

Après les travaux de Sainte-Claire Deville (préparation de l'aluminium par réduction de son chlorure au moyen du potassium d'abord, du sodium ensuite) et ceux de Bunsen qui ouvrit la voie de l'électrolyse (décomposition électrolytique du chlorure double d'aluminium et de sodium), l'aluminium métallique coûte encore 1.050 francs-or le kilogramme. En 1859, l'usine des frères Bell, sous la direction technique de Sainte-Claire Deville, en produit 100 kilogrammes. En 1875, le prix du kilogramme tombe à 100 francs. En 1885, il est à 50 francs. En 1890, à 10 francs. En 1902, à 3 fr. 40. En 1914, à 2 francs. C'était encore son prix compté en francs-or, en 1922. Depuis, il

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 408.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 157, page 13.

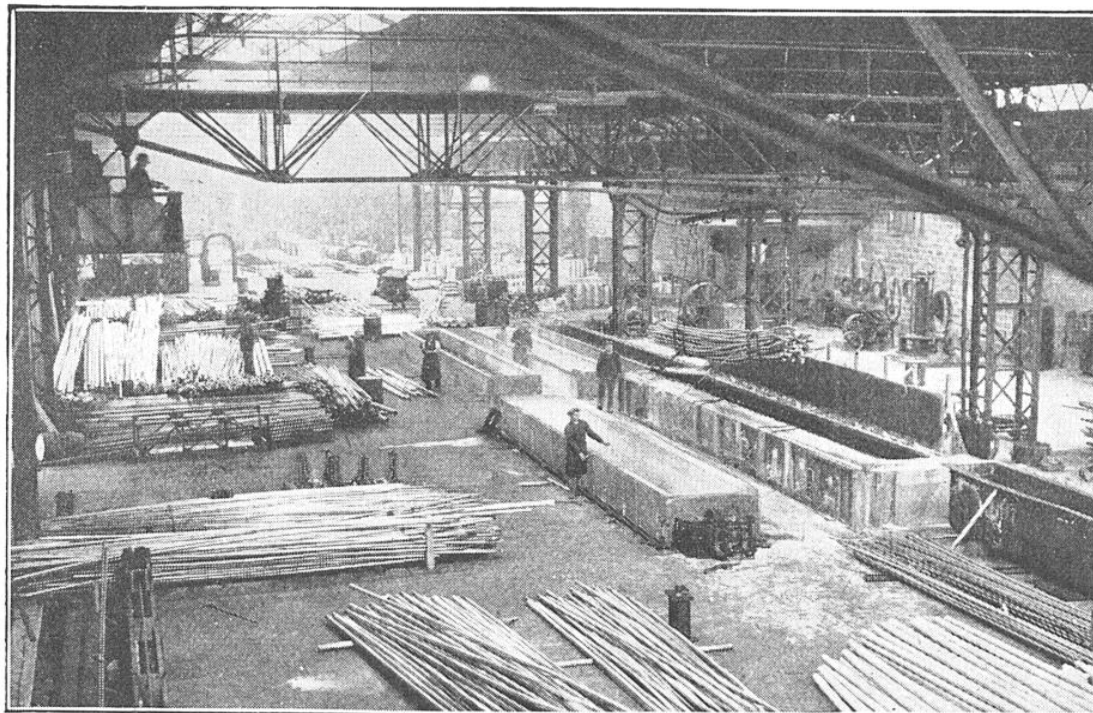
(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 144, page 505.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 117, page 185.

n'a pas baissé. C'est que la demande des constructeurs tient en haleine la production. On sait l'utiliser.

En 1913, l'aluminium se consommait à l'égal de l'étain, ce qui en faisait le cinquième métal dans la hiérarchie industrielle. En 1930, il se dépense sur le même pied que le plomb. En 1940, il sera à égalité avec le zinc. A ce moment, il dominera la construction mécanique, n'ayant que le cuivre — son allié, d'ailleurs, en électrotechnique — entre

trempe. Cette opération de refroidissement brusque qui est le véritable baptême de l'acier agit, ici encore, en donnant à l'alliage d'aluminium contenant 4 % de cuivre, 0,6 % de magnésium et 0,6 % de manganèse une structure interne qui modifie totalement les propriétés du métal. C'est ainsi que la trempe, opérée par refroidissement de 500° à la température de l'eau froide, porte de 20 à 40 et même à 45 kilogrammes par millimètre carré la



USINE DE LA SOCIÉTÉ DU DURALUMIN AU BOURGET

Dans cet atelier, on aperçoit les cuves où s'opère la trempe de l'alliage.

lui et le fer, celui-ci demeurant roi par sa masse, mais contraint de s'affiner de plus en plus en des aciers spéciaux.

Comme on voit, la carrière de l'aluminium débute à peine.

Le duralumin est à l'aluminium ce que l'acier est au fer

Le duralumin c'est le premier alliage d'aluminium utilisé industriellement à grande échelle — les « bronzes » étant écartés comme lourds et ressortissant d'une famille plus générale, groupée autour du cuivre. Le duralumin a pris son essor durant la guerre.

Sa qualité fondamentale est qu'il prend la

charge de rupture. D'une manière générale, le duralumin est extrêmement sensible aux traitements thermiques. Ses propriétés varient avec la température et le temps de chauffage, d'une manière très continue. Le facteur temps intervient d'ailleurs même en dehors du traitement : en vieillissant, l'alliage s'améliore et sa résistance croît, un peu comme il arrive aux ciments (1).

Le corroyage (par laminage, filage ou forgeage) donne au duralumin une malléabilité qui l'adapte à des façonnages jusque-là réservés au cuivre. Mais ce corroyage préalable doit être intense : la section du lingot doit passer au quart ou au cinquième de la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 142, page 297.

section primitive. Au début de ce travail capital, le métal, non encore malléable, crie facilement.

Le forgeage exige une grande puissance : il faut trois coups de marteau sur le duralumin à 400° pour produire le même effet que deux coups sur l'acier à 900°. D'où l'importance de la technique des laminaires, presses et pilons dans la métallurgie du duralumin.

Le duralumin, qui se coule à la température de 700°, se solidifie entre 620° et 510° ; cette dernière température marque donc une limite absolue d'utilisation.

Le travail à chaud doit s'effectuer entre 350° et 450°, et voilà qui exclut le foyer de forge cher aux monteurs d'autrefois. Le nouveau métal exige donc un chauffage minutieux au moyen de fours soigneusement pyrométrés.

Les fours spéciaux

C'est le four électrique qui semble le mieux permettre de contrôler la température exigée, soit par les pièces à tremper, soit par celles à forger. Pourtant, malgré les facilités d'un tel chauffage, la conduite du four électrique est extrêmement délicate. La chaleur y est transmise au métal par l'air, milieu peu conducteur et dont le brassage devrait être continu.

Prenons, par contre, un bac plein de nitrate de soude. Chauffons-le par n'importe quel moyen. Le sel fond à 310°. Puis sa température monte et atteint, sans qu'il se produise d'ébullition, jusqu'aux limites permises (510°). Plongée dans un tel bain à température rigoureusement stable, une pièce de duralumin ne risque pas d'être surchauffée.

Ce mode de chauffage par bains est donc le plus sûr. Le chauffage électrique, soigneusement surveillé par des pyromètres en chaque point du four et sur le métal lui-même, offre cependant plus de commodités.

Le chauffage du duralumin échappe au fameux contrôle visuel (rouge cerise, rouge blanc, etc...) qui guide si bien les ouvriers de l'acier. C'est que ce métal « blanc » est très éloigné des conditions du « corps noir » qui relie la température à la couleur, conditions que le fer, « corps gris », remplit approximativement.

Le duralumin étant considéré comme « l'acier » de l'aluminium, il était naturel que son invention déjà ancienne, puisque Wilm l'avait formulée dès 1911, fût suivie de celle d'alliages spéciaux, par l'introduction de nouveaux constituants.

En 1922, Jeffries en Amérique, Portevin en France ont découvert simultanément les

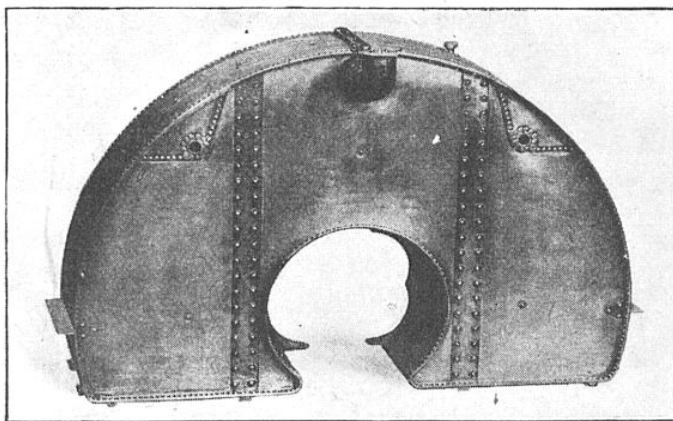
phénomènes de trempe et de revenu sur des alliages d'aluminium et de cuivre (45 % de cuivre). Ces alliages se sont particulièrement développés aux États-Unis.

Plus récemment encore, apparaît l'*almasilium*, alliage contenant du silicium, du magnésium et des traces de fer, mais point de cuivre. Des *almasiliums*

spéciaux dérivent de celui-ci, par adjonction de manganèse ou de chrome.

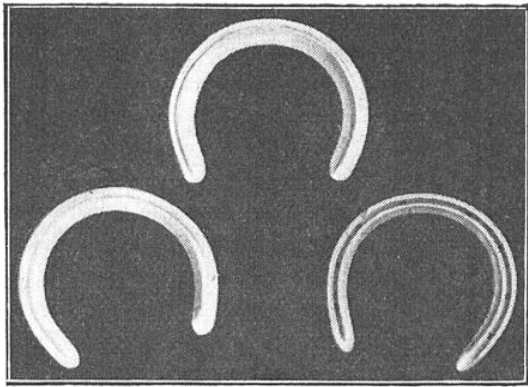
Nous ne pouvons étudier toutes ces variétés, dont chacune a ses qualités d'emploi spécialisées, adaptées à des problèmes particuliers de construction, dans lesquels on recherche tantôt la dureté, tantôt la malléabilité et tantôt l'élasticité de la pièce mise en jeu.

Par exemple, l'*almasilium* possède les propriétés du laiton et du cuivre ou, encore, si l'on veut, de l'acier doux. Il est donc tout indiqué de faire en *almasilium* des pièces embouties ou chaudronnées et, en général, toute pièce susceptible d'être obtenue par déformation de tôles, de tubes ou de profilés. Ainsi, des sièges, des tables en *almasilium* offriront toute la légèreté de l'aluminium (dont cet alliage possède la densité : 2,7) avec plus de résistance, sans que cette résis-



RÉSERVOIR D'HUILE EN DURALUMIN AVEC CIRCULATION INTÉRIEURE POUR HYDRAVION

Ce travail est un modèle de chaudronnage des tôles en duralumin.



CES FERS DE CHEVAUX SONT EN DURALUMIN ET DESTINÉS AUX CHEVAUX DE COURSE

L'allègement qui en résulte n'est pas négligeable, à cause du mouvement alternatif rapide d'un sabot de cheval en course. Les forces d'inertie sont diminuées ici, tout comme dans le moteur d'automobile dont les pistons sont de ce même métal.

tance atteigne celle, inutile ici, du duralumin. Celui-ci sera choisi, par contre, toutes les fois qu'il y aura des efforts un peu importants en jeu, dans les machines motrices par exemple.

Une première application des alliages légers : déjouer les forces d'inertie dans les machines

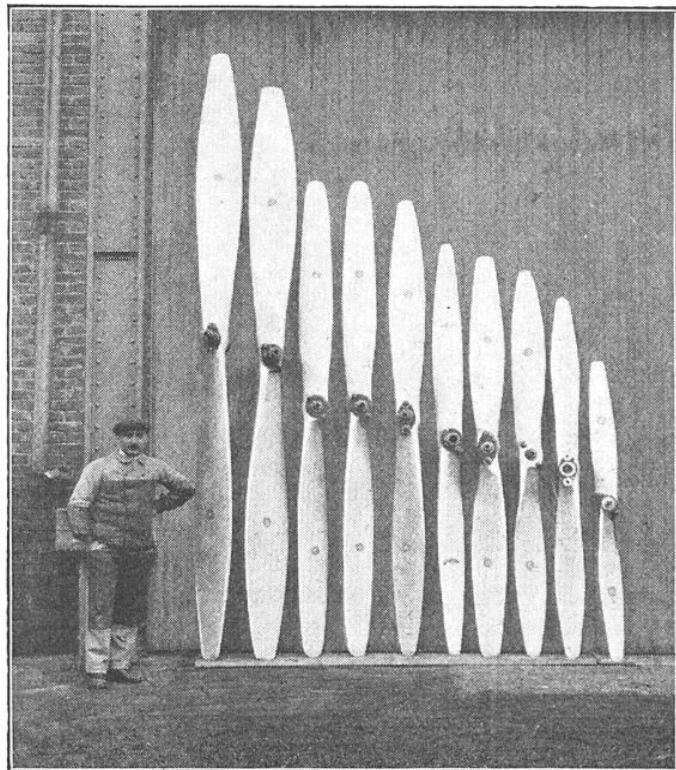
S'il est vrai, comme le veut M. Bergson, que l'accroissement perpétuel de la mobilité soit la marque essentielle du progrès chez les êtres vivants, on peut exactement énoncer la même remarque à propos des machines. Celles-ci tendent, lorsqu'elles se meuvent, à aller de plus en plus vite, et, si elles sont stationnaires, à tourner le plus vite possible. Dans les deux cas, les alliages légers d'aluminium vont apporter aux machines un accroissement de mobilité.

Voici, par exemple, dans un cylindre moteur, le piston et la bielle. L'ensemble de ces organes participe à un mouvement alternatif extrêmement rapide. A chaque changement de sens, ce mouvement doit amortir une force vive considérable. Cette absorption d'énergie se traduit par un frottement nuisible sur

les coussinets du vilebrequin, aussi bien que sur les pieds de bielle. Si l'on réussit à remplacer par du duralumin l'acier de la bielle et du piston, ces organes seront allégés des deux tiers et de même, par conséquent, les forces vives qui sont proportionnelles aux masses. Il s'ensuit la possibilité d'accroître la vitesse de rotation du moteur, ce qui entraîne l'augmentation du rendement.

Sur une puissante auto, l'effet d'un tel perfectionnement est déjà saisissant. Un moteur d'aviation ne serait plus lui-même s'il n'était ainsi allégé dans ses œuvres vives. A l'allègement de matière correspond, en conséquence, un accroissement de puissance massique, donc une plus grande rapidité du véhicule tout entier.

Cet effet, extrêmement sensible dans les puissants moteurs aériens de 500 ch, l'est encore dans cet autre moteur magnifique, quoique d'un genre complètement différent, qu'est un cheval de course. Tous les propriétaires avisés font « ferrer » en duralumin leurs poulains. Seul, le cheval pourrait dire, non seulement l'allègement physiquement éprouvé dans le mouvement alternatif de



GRUPE D'HÉLICES MONOBLOC DE 2 M 30 A 4 M 60 DE DIAMÈTRE EN DURALUMIN FORGÉ

ses pattes, mais, encore, peut-être psychologiquement.

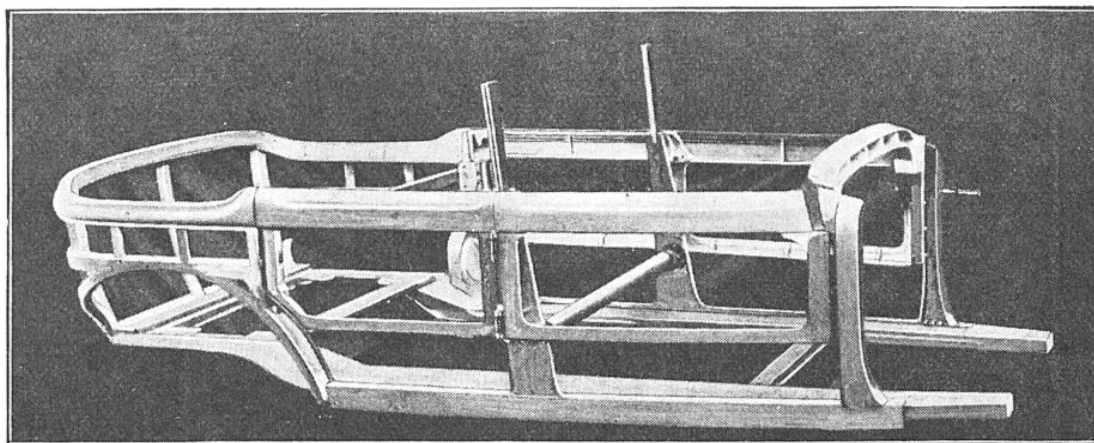
Et c'est à n'en pas douter ce dernier point de vue qui porte certains serruriers à nous doter de clés, et certains couteliers de rasoirs mécaniques, en duralumin. Que de menus objets de toute sorte l'on voudrait toujours plus légers ! Le duralumin y pourvoit : casques téléphoniques et fers à friser, talons de skis et casques de motocyclistes sont déjà en circulation.

J'allais oublier les membres artificiels, savamment articulés, à l'usage des malheureux mutilés. L'acier n'eût jamais permis

qu'autorise à son tour la diminution de l'effet centrifuge — ce qui nous ramène à l'allégement dynamique.

Mais voici un accessoire d'importance : les réservoirs de combustible. A bord du « Bréguet » que pilota Costes, de Paris à New York, ces réservoirs jaugeaient près de 100 hectolitres. Il les fallait cloisonnés. Le duralumin a permis de les réaliser trois fois plus légers que s'ils eussent été de cuivre.

A bord de l'auto, l'allégement statique fourni par l'aluminium est loin d'être négligeable, surtout dans les voitures de grande taille. La plus grande firme américaine d'au-



ARMATURE EN DURALUMIN POUR CARROSSERIE D'AUTOMOBILE

de réaliser avec un poids supportable tous les détails de ces mécanismes.

Autre application essentielle : l'allégement des véhicules

A cet allégement « dynamique » des machines motrices, les alliages légers ajoutent naturellement l'allégement « statique » des véhicules.

Un exemple frappant, pour commencer : sans le duralumin, un dirigeable comme le Zeppelin serait une utopie. Seul, le nouveau matériau ultra-léger a permis l'édification de cette charpente arachnéenne et colossale (1).

De même, pourrait-on désormais concevoir un grand avion sans la carcasse, au moins, en duralumin ? Voyez le Junkers, déjà cité : il ne porte pas une once de bois et presque pas d'acier. Les tôles ondulées formant le revêtement de ses ailes sont en almasilium. Je ne parle pas des hélices métalliques, dont l'allégement intrinsèque se double également de la réduction de poids

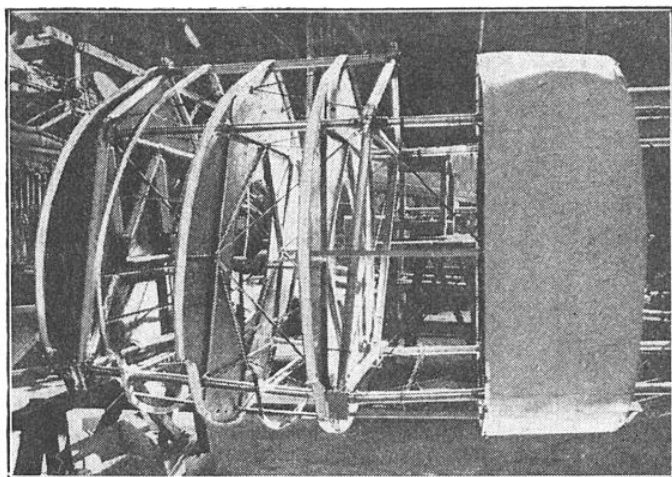
(1) Voir *La Science et la Vie* n° 138, page 509.

tobus, Mack, a établi 800 autocars routiers dont l'allégement, grâce au duralumin, se chiffre par 1 tonne sur 8 de poids total.

Sur les voitures particulières, certains carrossiers établissent aujourd'hui des caisses, des marchepieds, des ailes en alliages d'aluminium ou, tout au moins, avec des armatures de duralumin.

L'ingénieur Kégresse adopte maintenant le duralumin pour établir ses célèbres propulseurs à chenille et, sur les tuiles de duralumin, il fixe des blocs de caoutchouc qui assurent la souplesse de la progression.

Montons encore un échelon dans l'industrie des transports ; voici des wagons presque entièrement établis en alliages légers de haute résistance. C'est que la puissance nécessaire, tant au démarrage qu'à la traction d'un train, est proportionnelle à la masse ébranlée, et les alliages légers réduisent cette masse. De plus, pour une voiture, le travail demandé à chaque élément de la construction va en augmentant de haut en bas ; par suite, tout allégement



LE RÉSERVOIR CENTRAL DE L'AVION « POINT-D'INTERROGATION » DE COSTES ET BELLONTE, EN CONSTRUCTION
On remarque que le récipient est cloisonné et traversé par les tubes de fuselage de l'avion.

d'un élément supérieur à sa répercussion sur les éléments inférieurs. C'est pourquoi l'on commence par la toiture. Inoxydable, la tôle de duralumin constitue un toit idéal. Et l'allègement général de la caisse permet celui des essieux et des roues, désormais soulagées.

Dans le cas de la voiture entièrement en duralumin, dont la construction a été adaptée à ce nouveau matériau, on peut dire que l'allègement est réalisé non pas à sécurité égale, mais « à sécurité accrue » — comparativement aux wagons similaires tout acier. C'est que le module d'élasticité du duralumin étant environ trois fois plus petit que celui de l'acier, l'ensemble du montage présente la faculté d'absorber, en cas de tamponnement, *trois fois plus d'énergie que n'en peut encaisser l'acier*. En France, les chemins de fer du Nord, la Compagnie des wagons-lits, l'Etat, le P.-O. ont construit ou font construire des voitures partiellement allégées. L'Allemagne et l'Amérique marchent dans la même voie.

La marine de guerre, malgré ses puissants tonnages, recherche tous les allègements accessoires à bord des croiseurs et des cuirassés : les armoires, les échelles, les coques de vedettes, les bastingages se font en duralumin.

Les canots de course en duralumin ne se comptent plus aux Etats-Unis : un canot de 75 kilogrammes en duralumin file 25 nœuds, alors qu'en bois le même canot pèserait 114 kilogrammes et ne filerait que 20 nœuds.

A Kiel, en Allemagne, une maison de constructions navales a entrepris l'exécution de trois bateaux marchands, de tonnages différents, dont la coque est en duralumin. Quel immense gain sur le tonnage cette première tentative laisse prévoir !

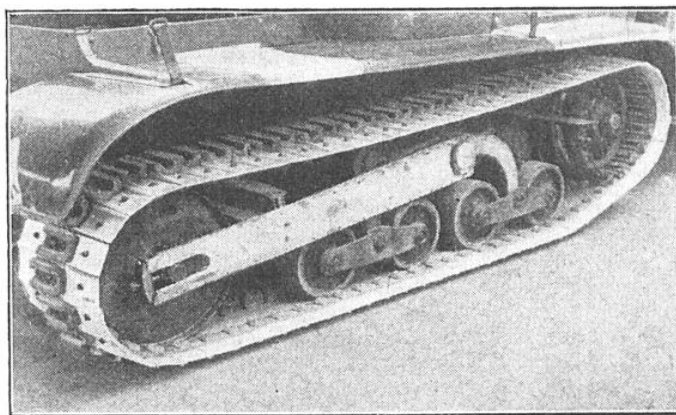
Les alliages légers ont une grande inertie chimique

Le duralumin, pratiquement inoxydable à l'air, est peu attaqué à l'eau de mer.

A plus forte raison, l'eau douce demeure sans prise sur le duralumin. Certaine entreprise de forage artésien du Nord de la France l'a adopté pour les tubes d'aspiration de ses pompes, grâce à quoi l'eau aspirée est redevenue claire et limpide. Un jour, nos canalisations d'eau potable seront toutes en duralumin.

L'industrie des cuirs utilise des cadres en bois pour tendre les peaux vernies au four. Ces bois, vite hors d'usage, sont avantageusement remplacés par le duralumin, et la substitution de cet alliage au fer des simples clous de suspension pour le séchage des peaux élimine les taches de rouille.

Les huileries ont trouvé dans le duralumin la matière résistante inattaquable et légère



PROPULSEUR A CHENILLE « KÉGRESSE-HINSTIN »
Les éléments de la chenille sont des tuiles en duralumin.

qu'exige la manutention de ce produit délicat : l'huile d'olive.

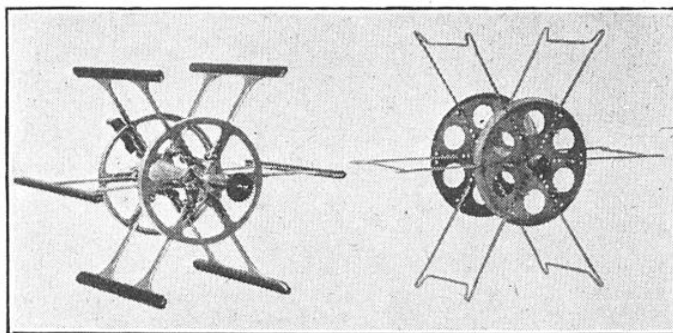
Les industries textiles, qui ont besoin de matériaux légers pour le corps des bobines et des moulinets à rotation rapide, ont encore adopté le duralumin. Celui-ci a fourni encore aux usines de soie artificielle des machines à sécher, desquelles les écheveaux reviennent immaculés.

Les récipients de cuisine en aluminium dispensent du cuivre étamé, si dangereux.

L'aluminium, matériau d'art

Les alliages de l'aluminium rejoignent donc, par leur inertie chimique aux conditions ordinaires de l'atmosphère, les propriétés des métaux précieux. Leur diffusion industrielle est évidemment à l'opposé de la rareté du platine, de l'or et de l'argent, mais, à défaut de bijoux, la métallurgie d'art peut en faire mille objets décoratifs — à commencer par des pièces de mobilier.

Dans les montures de lustres comme dans les grilles d'ascenseur, pour les devantures de boutique comme pour les enseignes, les poi-



BOBINES EMPLOYÉES DANS LES MACHINES ANGLAISES
A DÉVIDER LA SOIE ARTIFICIELLE ET LE COTON

a voulu que sa coupole soit un vaste dôme en aluminium. Depuis quinze ans qu'elle est en place, elle conserve son éclat, juste assez patiné pour éviter l'aspect criard.

* * *

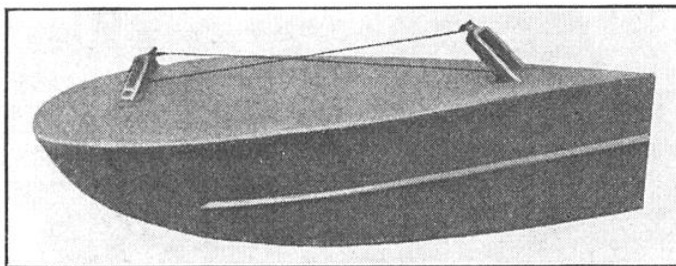
Ce dernier cycle d'utilisation des alliages légers montre par quelle extension l'aluminium et ses cousins : le magnésium, le silicium sont en train de conquérir le monde industriel — ce qui est d'autant plus étonnant que la nouvelle métallurgie n'a, pratiquement, pas un quart de siècle d'existence.

Et nous ignorons les découvertes que réserve, pour l'avenir, la chimie de ces alliages, comme l'abaissement de leur prix de revient quand l'énergie électrique, qui préside à leur fabrication, sera elle-même moins chère, puisée à tant de sources naturelles encore inexploitées ?

Quant à la matière première (bauxites), la France en détient, dans ses gisements méridionaux, assez pour fournir le monde entier, durant des siècles. Or, l'aluminium, tout comme l'or et l'argent, se récupère sans

traitements spéciaux : les déchets et les vieux objets sont remis à la fonte et de nouveaux lingots se trouvent prêts à de nouveaux usages. C'est encore là un puissant facteur d'abaissement des prix futurs de l'aluminium, puisque rien de ce qui sera produit ne sera plus perdu.

CHARLES BRACHET.



BALLONNET DE BOUT D'AILE EN DURALUMIN UTILISÉ
POUR LES ESSAIS DE RÉSISTANCE A LA CORROSION

Cette photographie montre son aspect, revêtu d'une peinture au goudron après dix-huit mois de service au centre de Saint-Raphaël.

gnées de porte et les portes elles-mêmes (surtout quand elles sont tournantes), les alliages légers sont devenus, pour les architectes et les décorateurs, des matériaux favoris.

Dans l'architecture des villes, le zinc des toitures vite noirci, attaqué par les fumées sulfureuses, est un élément bien peu décoratif. Une banque du Dusseldorf, en Allemagne,

LE RADIORÉCEPTEUR EN 1931

Par C. VINOGRADOW

DIPLOMÉ DE LA SECTION DE RADIOÉLECTRICITÉ DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ
ENVOYÉ SPÉCIAL DE « LA SCIENCE ET LA VIE » EN ANGLETERRE ET EN ALLEMAGNE

Les expositions de T. S. F. qui se sont tenues récemment à Berlin, à Londres et à Paris, permettent maintenant de dégager la tendance actuelle en ce qui concerne la radioréception moderne. Comme dans toutes les industries rationalisées, la standardisation a éliminé les postes, aussi divers que nombreux, qui encombraient le marché il y a encore quelques années. Aujourd'hui, nous sommes en présence de types bien définis, répondant aux exigences de l'usager : récepteur « local », surtout en vogue en Allemagne, par suite du nombre et de la répartition dans tous le pays des stations d'émission ; récepteur à sensibilité moyenne, très répandu en Angleterre, assurant l'audition des plus puissantes stations européennes ; récepteur à grande sensibilité, captant les ondes des postes les plus lointains. Ce dernier type est le plus répandu en France. Par ailleurs, il faut signaler : l'alimentation des postes par le secteur, problème résolu pratiquement aujourd'hui et presque universellement répandue ; la généralisation du réglage unique ; la tendance à enfermer dans le même meuble le poste proprement dit, le haut-parleur et le bloc d'alimentation ; la combinaison de la T. S. F. et du phonographe à pick-up (1). Grâce à tous ces progrès, grâce à toutes les études en cours, il n'est pas trop ambitieux d'affirmer que la télévision viendra, demain, compléter heureusement ce magistral ensemble.

Les récepteurs modernes peuvent être classés suivant trois types distincts

ACTUELLEMENT, tous les appareils présentés au public peuvent être classés en trois grandes classes, bien distinctes.

Signalons avant tout le récepteur dit « local », répandu surtout en Allemagne et destiné à la réception des stations situées dans son voisinage immédiat. Ensuite vient le type du récepteur ayant une portée moyenne et permettant, en plus de la station voisine, d'entendre les puissantes stations même assez éloignées. Ce type de récepteur est très répandu en Angleterre, peu en Allemagne et encore moins en France. Enfin, nous devons noter le troisième type de récepteur, permettant la réception des stations les plus éloignées. Cet appareil ultra-sensible est le récepteur classique français, presque inconnu en Allemagne et en Angleterre.

Pourquoi les Allemands se contentent-ils des appareils relativement faibles et les Français exigent-ils des leurs la sensibilité maximum ? Pourquoi, enfin, les amateurs anglais utilisent-ils les appareils du type moyen ? Cela tient uniquement au nombre des stations d'émission travaillant dans chaque pays et à leur répartition sur l'ensemble du territoire.

L'Allemagne possède, en effet, un nombre élevé de stations de puissance moyenne

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 127, page 83.

régulièrement réparties sur tout le territoire. A tel point que 30 % de la population allemande peut entendre les émissions avec un poste à galène ! Ces diverses stations sont reliées entre elles, ainsi qu'avec le centre de Berlin, par des câbles souterrains, à l'abri de toutes perturbations. Les stations de provinces retransmettent régulièrement les programmes de Berlin ou des grandes villes voisines, ou même les émissions des stations étrangères, captées par des centres spéciaux.

Le nombre des stations françaises est, au contraire, peu élevé ; la plupart ont une puissance assez faible, et, de plus, elles sont concentrées dans les centres, dont certains, tel Paris, possèdent une petite famille de six stations travaillant simultanément. Les retransmissions des stations entre elles sont assez rares, et, faute de soutien, les programmes locaux consistent souvent dans la reproduction de disques. Dans ces conditions, il est évident que l'usager français habitant les grands centres désire des appareils très sensibles et très sélectifs, pour pouvoir entendre les stations lointaines pendant les émissions des centres locaux. De même, l'habitant de la campagne exige, lui aussi, un récepteur ayant une grande portée, afin de pouvoir capter les émissions lointaines, à défaut des émissions locales.

Le réseau anglais, tout en étant moins dense que celui d'Allemagne, possède, néanmoins, un nombre de stations considérable.

TYPE DE RÉCEPTEUR	NOMBRE DES LAMPES			
	2	3	4	5 ou 6
LOCAL	1 détectrice 1 basse fréquence	1 détectrice 2 basse fréquence	»	»
NATIONAL..... (Portée moyenne)		1 haute fréquence 1 détectrice 1 basse fréquence	1 haute fréquence 1 détectrice 2 basse fréquence 2 haute fréquence 1 détectrice 1 basse fréquence 1 bigrille 1 moyenne fréq. 1 détectrice 1 basse fréquence	» » »
GRANDE SENSIBILITÉ				3 haute fréquence 1 détectrice 1 basse fréquence 1 bigrille 2 moyenne fréq. 1 détectrice 1 basse fréquence

CLASSIFICATION DES RADIORÉCEPTEURS MODERNES SUIVANT LEUR DESTINATION

Celles-ci sont judicieusement réparties sur tout le territoire et se relaient mutuellement. Un récepteur d'une portée moyenne permet à l'amateur anglais de capter toutes les stations anglaises, quelquefois assez lointaines et, en plus, de recevoir directement, les émissions continentales assurées par les stations à forte puissance. D'ailleurs, au fur et à mesure de la création des stations nouvelles rendant le réseau de plus en plus dense, l'amateur anglais s'intéresse de plus en plus aux récepteurs locaux, et la dernière exposition nous a révélé quelques constructeurs ayant consacré leur activité uniquement à la fabrication des appareils à deux et trois lampes.

Le tableau ci-dessus résume la classification indiquée ci-dessus. Il est évident que nous avons pris, comme base de cette classification, la réception régulière des émissions en bon haut-parleur, par un appareil placé dans les conditions moyennes et n'exigeant pas de réglages délicats. Pour éviter tout malentendu, il ne faut pas oublier que, bien souvent, il est possible, avec les appareils « locaux » se trouvant dans une situation favorable, de recevoir les émissions même assez lointaines.

Avant de passer à la description des appareils de chaque type, il y a lieu de noter, qu'au point de vue de l'alimentation, les récepteurs se divisent en deux grands

groupes. Le premier comprend les récepteurs destinés à être alimentés par le *courant continu*. Ces appareils peuvent être alimentés, soit par les piles et accus, soit par le secteur, par l'intermédiaire d'un adaptateur ou « bloc » spécial transformant le courant du réseau en courant continu de basse tension, destiné au chauffage des filaments, et en courant de haute tension, destiné aux plaques des lampes du récepteur. Le second groupe comprend les appareils utilisant les lampes spéciales chauffées par le *courant alternatif* non redressé. D'habitude, ce courant alternatif, sous le voltage convenable, est fourni également par le « bloc » ou adaptateur donnant en même temps le courant continu haute tension nécessaire pour le fonctionnement de l'appareil. Comme nous voyons, la différence entre les deux groupes d'appareils n'est pas si grande qu'on a tendance à le croire. Les uns et les autres peuvent être alimentés par le réseau, mais le « bloc » d'alimentation faisant partie intégrante des récepteurs du deuxième groupe est facultatif pour ceux pouvant être alimentés par les accus. La principale différence entre ces deux groupes réside dans la construction des « blocs » adaptateurs ; nous y reviendrons plus loin. Pour le moment, nous donnerons la description des divers types, sans que la question d'alimentation puisse modifier notre classification.

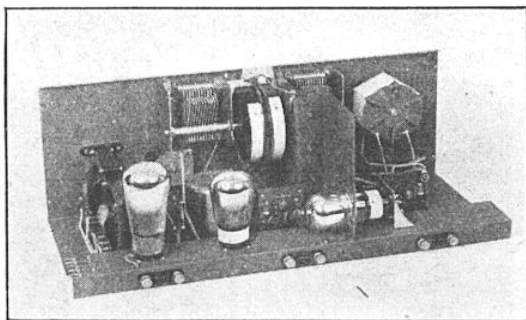


FIG. 1. — RÉCEPTEUR A 3 LAMPES
D'UNE SENSIBILITÉ MOYENNE

A droite, selfs et condensateurs du circuit primaire. La lampe à écran est placée horizontalement, pour permettre un blindage efficace. Ensuite viennent les lampes détectrice et finale. Les selfs et le condensateur du circuit secondaire sont visibles derrière la détectrice.

Le récepteur local, simple et bon marché, est peu sélectif

Doit être considéré comme un récepteur local tout appareil qui permet, avec une installation même médiocre, une réception excellente des stations rapprochées.

Comme l'indique le tableau de la page 108, ces appareils, peuvent, d'après leur schéma électrique, appartenir à deux types, suivant qu'ils utilisent

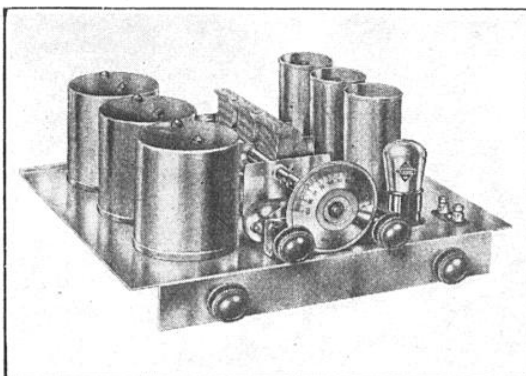


FIG. 2. — CHASSIS DU RÉCEPTEUR A RÉSONANCE A 4 LAMPES A 3 CIRCUITS OSCILLANTS
Les trois circuits sont entièrement cuirassés, ainsi que les lampes. Notez la construction entièrement métallique. La vue extérieure de ce récepteur est représentée par la figurine 5 de la figure 8.

deux ou trois lampes. La première lampe, précédée d'un circuit oscillant, est toujours détectrice. La deuxième et la troisième sont des lampes amplificatrices basse fréquence.

Ordinairement, les appareils destinés à fonctionner avec piles et accus possèdent trois lampes, tandis que ceux qui utilisent directement le secteur n'en ont que deux. En effet, dans ce dernier cas, la possibilité d'avoir des tensions plaque élevées permet d'envisager, pour l'unique étage basse fré-

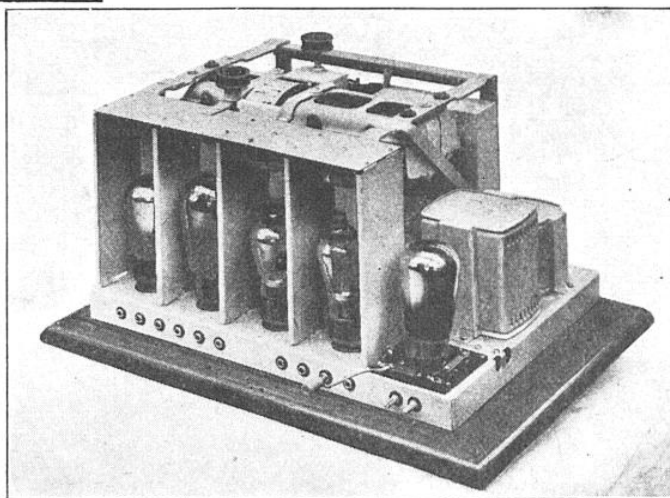


FIG. 3. — VUE ARRIÈRE D'UN CHASSIS D'UN RÉCEPTEUR MODERNE A RÉSONANCE ALIMENTÉ DIRECTEMENT PAR LE SECTEUR ALTERNATIF

A droite, valve redresseuse et transformateurs d'alimentation. Les lampes de réception sont enfermées dans les compartiments blindés. De droite à gauche, 2 lampes H. F. à écran grille, la lampe détectrice et la lampe finale à 3 grilles. Au-dessus, le cadran, les boutons de commande. Le socle porte les diverses prises, telles que : prise de secteur, borne terre, 3 bornes antenne, 2 bornes pour pick-up et les prises pour le haut-parleur. Le récepteur terminé est représenté par la figurine 8 de la figure 9.

quence, des lampes spéciales, dites *pentodes*, ou lampes *trigrilles*, réalisant, avec une tension plaque de l'ordre de 160-200 volts, une amplification semblable à celle obtenue avec deux lampes ordinaires sous la tension de 80 volts.

Notons ici que l'on tend de plus en plus à enfermer le haut-parleur et le poste dans le même meuble ou coffret. Certains constructeurs semblent considérer le récepteur lui-même comme un accessoire, et le haut-parleur comme la partie principale.

Les appareils locaux possèdent des qualités indéniables : ils sont faciles à réaliser

et, par conséquent, bon marché ; leur réglage est simple et la reproduction des sons exempte de déformation. Malheureusement, leurs défauts ne sont pas négligeables. Parmi ces derniers, nous signalerons : une faible sélectivité et l'impossibilité d'étalonnage en longueurs d'ondes. En effet, n'ayant qu'un seul circuit oscillant, couplé à l'antenne d'une façon plus ou moins serrée, ces appa-

Le récepteur à sensibilité moyenne peut être du type « à résonance » ou du type « changeur de fréquence »

Le récepteur de ce type doit permettre, outre la réception parfaite des stations locales, l'écoute des postes émetteurs assez éloignés, tout au moins des plus puissants d'entre eux. Il doit posséder, comme le

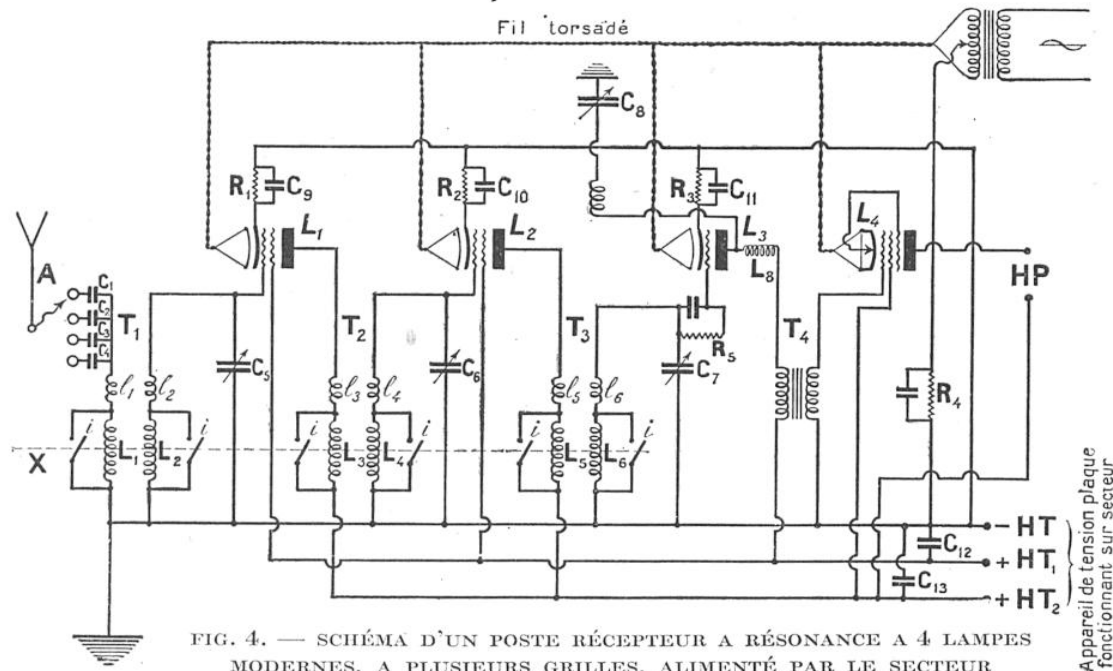


FIG. 4. — SCHÉMA D'UN POSTE RÉCEPTEUR A RÉSONANCE A 4 LAMPES MODERNES, A PLUSIEURS GRILLES, ALIMENTÉ PAR LE SECTEUR

A, antenne ; C₁ C₂ C₃ C₄, diverses prises permettant d'utiliser des antennes de diverses longueurs ; T₁, transformateur d'entrée ; T₂, transformateur primaire ; T₃, transformateur secondaire ; T₄, transformateur basse fréquence ; L₁ L₃ L₅, selfs petites ondes primaires ; L₂ L₄ L₆, selfs petites ondes secondaires ; L₁ L₃ L₅, selfs primaires grandes ondes ; L₂ L₄ L₆, selfs secondaires grandes ondes ; C₅ C₆ C₇, condensateurs d'accord commandés simultanément ; i, commutateur sextuple permettant le passage PO-GO ; C₈, condensateur de réaction ; L₈, self de choc ; L₁ L₂, lampes à écran-grille ; L₃, lampe détectrice ; L₄, lampe finale à 3 grilles ; R₁ R₂ R₃ R₄, résistances de polarisation ; R₅, agrégat de détection ; C₁₂ C₁₃, capacité schuntant la source H. T.

reils ne donnent qu'un accord assez flou, surtout en grandes ondes. Par ailleurs, l'antenne, réunie au circuit oscillant, change ses caractéristiques suivant ses propres dimensions, donc rend impossible tout étalonnage préalable. Cependant, cet inconvénient se trouve réduit du fait même que l'utilisateur ne cherche à entendre que des stations rapprochées, donc faciles à « repérer ».

L'emploi du deuxième circuit oscillant évite en grande partie ces inconvénients, tout en augmentant la portée du récepteur. Cela nous amène naturellement au récepteur du type moyen que nombre de constructeurs ont baptisé « type national ».

montre le tableau de la page 108, au moins trois lampes et permettre l'élimination aussi parfaite que possible des émissions locales.

En voici le type classique : deux circuits oscillants, suivis de deux étages amplificateurs basse fréquence. Ce type de schéma, très répandu il y a trois ou quatre ans sous la forme de divers « neutrodynes », devient à nouveau de plus en plus en vogue, par suite de l'apparition de la lampe à grille-écran, donnant une amplification énorme et une grande stabilité de réception.

Ce genre de récepteur assure une grande puissance de reproduction, même avec des tensions plaque peu élevées, grâce à la présence de deux étages basse fréquence. La

pureté de reproduction est également très bonne, et l'appareil aurait pu être l'appareil rêvé de l'amateur, si sa sélectivité, tout en étant de beaucoup supérieure à celle des appareils à un seul circuit, était meilleure. Il est difficile, par exemple, d'écouter, à Paris, Daventry ou Rome pendant le fonctionnement de la Tour Eiffel ou des P. T. T.

Deux autres types de récepteurs sont actuellement préférés par les constructeurs, pour augmenter la sélectivité de leurs appareils. L'un d'eux utilise le montage à résonance à trois circuits oscillants, l'autre a recours au procédé du changement de fréquence ou superhétérodyne. La première solution est celle des constructeurs allemands et anglais ; la deuxième, celle de la majorité des constructeurs français. Les Américains

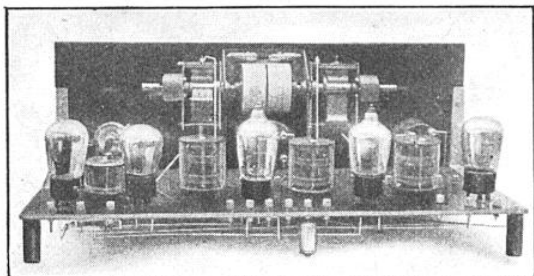


FIG. 5. — LE CHASSIS D'UN CHANGEUR DE FRÉQUENCE A 5 LAMPES

La photographie permet d'apprécier l'extrême simplicité de sa construction. On distingue, de droite à gauche : la lampe bigrille et le bobinage du « Tesla » d'entrée ; 2 lampes à écran-grille suivies chacune de son transformateur de moyenne fréquence. Le panneau avant porte les 2 condensateurs d'accord, avec leurs cadrans.

utilisent indifféremment les deux principes.

Les deux montages possèdent, d'ailleurs, quatre lampes, dont une amplificatrice basse fréquence et une détectrice.

Le poste à « résonance multiple » (fig. 4) présente des avantages indéniables, mais n'est pas exempt de défauts assez sérieux. Parmi les avantages, nous devons signaler la possibilité d'établissement d'un organe de réglage unique manœuvrant simultanément tous les condensateurs variables. Cet organe de manœuvre peut être muni, d'ailleurs, d'un cadran gradué directement en longueurs d'ondes. Un autre avantage de ce récepteur est la grande pureté de reproduction due à l'amplification directe en haute fréquence. Même poussé à la limite de l'amplification, le récepteur à résonance ne donne aucun souffle ou bruit parasite. Par contre,

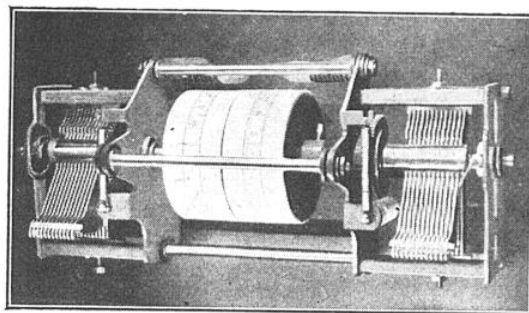


FIG. 6. — LE RÉCEPTEUR A CHANGEMENT DE FRÉQUENCE NE DEMANDE QUE DEUX CONDENSATEURS D'ACCORD

La photographie représente un ensemble moderne de deux condensateurs réunis avec leurs cadrans et les petites ampoules d'éclairage.

nous devons signaler la nécessité d'un blindage sérieux entre les divers circuits, d'où une construction assez onéreuse. En outre, ce montage exige que la commutation des trois circuits oscillants, pour le passage de la réception des petites ondes à l'écoute des grandes, et vice-versa, soit simultanée. Or, plus il y a de commutateurs, plus on court le risque des mauvais contacts. Enfin, la sélectivité de ce genre d'appareil, étant très poussée et exigeant des accords très pointus de chaque circuit oscillant, peut entraîner une déformation appréciable des sons.

Le schéma du changeur de fréquence à quatre lampes devient classique en France (fig. 10). Son montage est extrêmement simple ; aucun blindage n'est nécessaire pour protéger les circuits oscillants. La

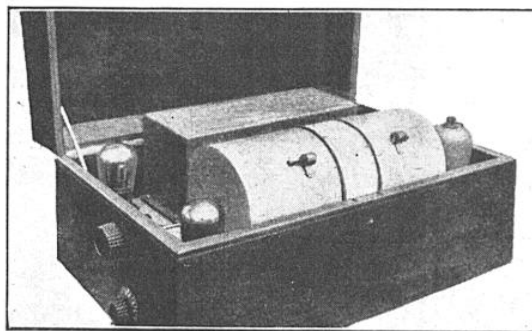


FIG. 7. — CHANGEUR DE FRÉQUENCE MODERNE DANS SON ÉBÉNISTERIE

On voit les capots de 2 condensateurs variables et, entre eux, le cadran permettant le réglage direct en longueurs d'ondes. Le cadran est commandé par un bouton latéral. Aucun organe de commande ne se trouve sur la face avant de l'appareil.

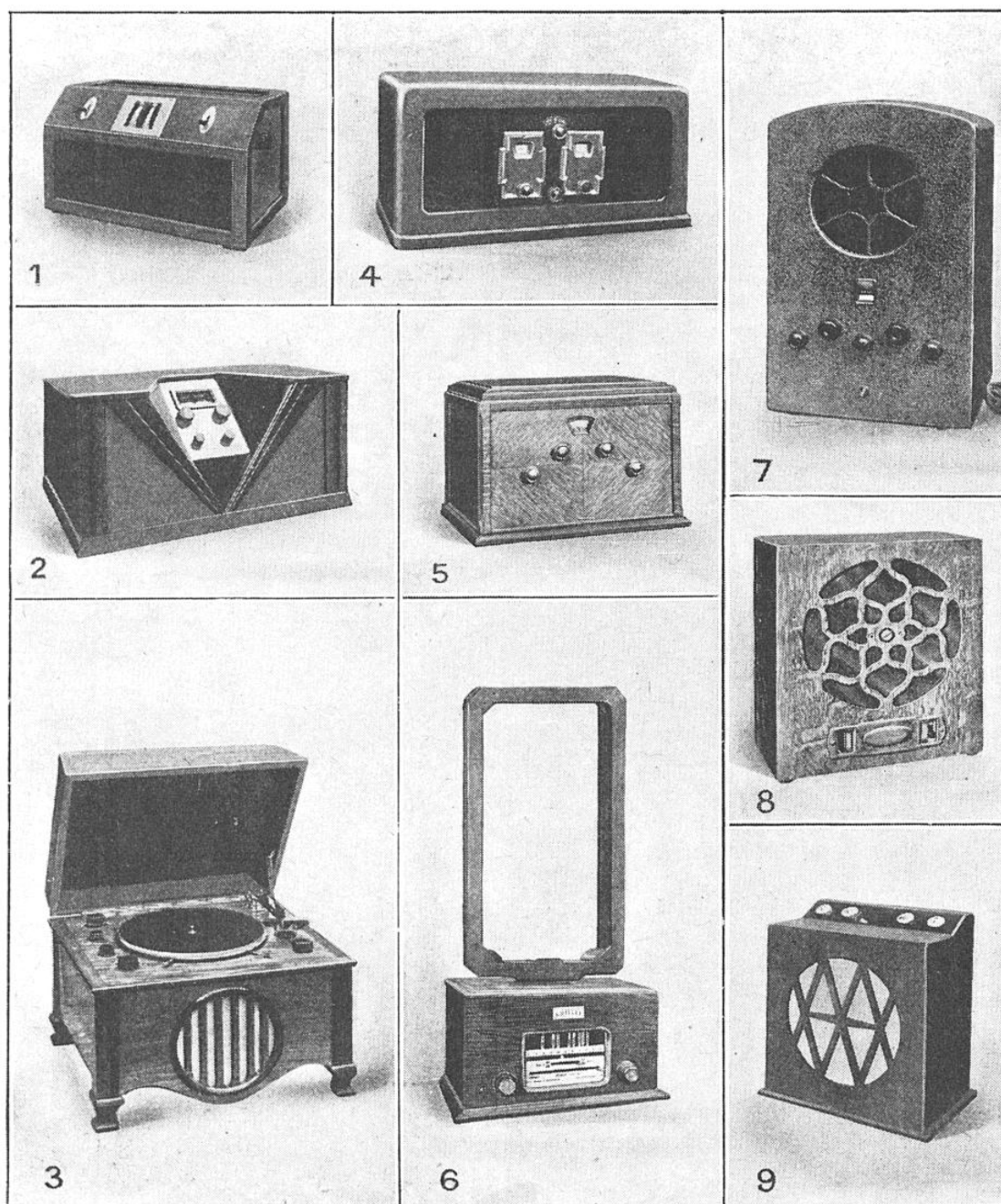


FIG. 8. — 1. POSTE SUPERHÉTÉRODYNE CLASSIQUE POUR 1930. UN CADRAN DOUBLE, UN COMMUTATEUR P. O.-G. O., UN POTENTIOMÈTRE ET UN INTERRUPTEUR, CONSTITUENT LES ORGANES DE RÉGLAGE
2. RÉCEPTEUR DU MÊME TYPE, MAIS D'UNE AUTRE PRÉSENTATION
3. RADIO-PHONOGRAPHE COMPLET COMPRENANT UN RÉCEPTEUR DU TYPE LOCAL ET UN PHONOGRAPHE ÉLECTRIQUE

4. POSTE SUPERHÉTÉRODYNE CLASSIQUE, D'UN TYPE TRÈS RÉPANDU EN FRANCE

5. RÉCEPTEUR A 4 LAMPES DONT LE CHASSIS EST REPRÉSENTÉ PAGE 109, FIG. 2. UN CADRAN UNIQUE POUR LES 3 CIRCUITS OSCILLANTS. ALIMENTATION PAR SECTEUR

6. CHANGEUR DE FRÉQUENCE A RÉGLAGE SIMPLIFIÉ, A SCHÉMA ÉLECTRIQUE CLASSIQUE, AVEC SON CADRE. ALIMENTATION SÉPARÉE

7. POSTE DE PUISSANCE MOYENNE A 3 LAMPES A 2 CIRCUITS ACCORDÉS. ALIMENTÉ PAR LE SECTEUR

8. RÉCEPTEUR LOCAL A 2 LAMPES. NE PERMET QUE LA RÉCEPTION DE DEUX STATIONS DÉTERMINÉES PAR LE CONSTRUCTEUR. ALIMENTÉ PAR LE SECTEUR

9. POSTE A 4 LAMPES A 2 CIRCUITS OSCILLANTS. CADRE ET HAUT-PARLEUR INTÉRIEURS. ALIMENTATION PAR PILES ET ACCU



FIG. 9. — 1. RÉCEPTEUR FRANÇAIS A CHANGEMENT DE FRÉQUENCE A GRANDE SENSIBILITÉ, A RÉGLAGE UNIQUE, ALIMENTÉ PAR SECTEUR 2. RADIO-PHONOGRAPHE ALIMENTÉ PAR LE SECTEUR ET COMPRENANT UN RADIO-RÉCEPTEUR TRÈS SENSIBLE A 4 CIRCUITS ACCORDÉS ET 3 LAMPES A ÉCRAN-GRILLE 3. RÉCEPTEUR SENSIBLE A CHANGEMENT DE FRÉQUENCE ET PHONOGRAPHE ÉLECTRIQUE

4. RÉCEPTEUR A CHANGEMENT DE FRÉQUENCE DONT LE CADRE, LE HAUT-PARLEUR ET L'ALIMENTATION SONT RÉUNIS DANS UN CHASSIS UNIQUE. A REMARQUER L'ÉBÉNISTERIE FAISANT ÉTUI 5. RADIO-PHONOGRAPHE DONT LE RÉCEPTEUR POSSÈDE 3 LAMPES ET 2 CIRCUITS ACCORDÉS. LES 2 DERNIÈRES LAMPES SONT UTILISÉES PAR LE PHONOGRAPHE. ALIMENTATION PAR LE SECTEUR

6. RÉCEPTEUR ANGLAIS DE PORTÉE MOYENNE A 3 LAMPES, A 2 CIRCUITS OSCILLANTS, ALIMENTÉ PAR LE SECTEUR ALTERNATIF. UN HAUT-PARLEUR ÉLECTRODYNAMIQUE EST ENFERMÉ DANS LE MEUBLE MÊME 7. RÉCEPTEUR ANALOGUE AU PRÉCÉDENT, MUNI D'UN HAUT-PARLEUR MAGNÉTIQUE 8. RÉCEPTEUR SENSIBLE DU TYPE « NATIONAL », A 4 LAMPES, DONT 2 A ÉCRAN-GRILLE. (VOIR FIG. 3)

sélectivité est remarquable et rachète largement le léger « souffle » propre aux changeurs de fréquence. Celui-ci est, d'ailleurs, imperceptible, si l'amplification n'est pas poussée à sa limite. Un léger inconvénient, toutefois : il faut utiliser deux cadrans de réglage, dont un seulement peut être gradué en longueurs d'ondes d'une façon absolue. Cet inconvénient peut, d'ailleurs, être supprimé, au prix d'une légère complication de montage, par l'utilisation d'un système de cadrans conjugués.

régulière des stations éloignées de plusieurs milliers de kilomètres, même si la puissance de ces stations n'est pas très élevée. Le tableau de la page 108 indique deux genres de montages utilisés dans ce but. Celui à résonance comprenant quatre circuits oscillants et celui à changement de fréquence à cinq ou six lampes.

Seules, les grandes maisons puissamment outillées peuvent se permettre la construction d'un poste à résonance à quatre étages. Les visiteurs du Salon français ont pu

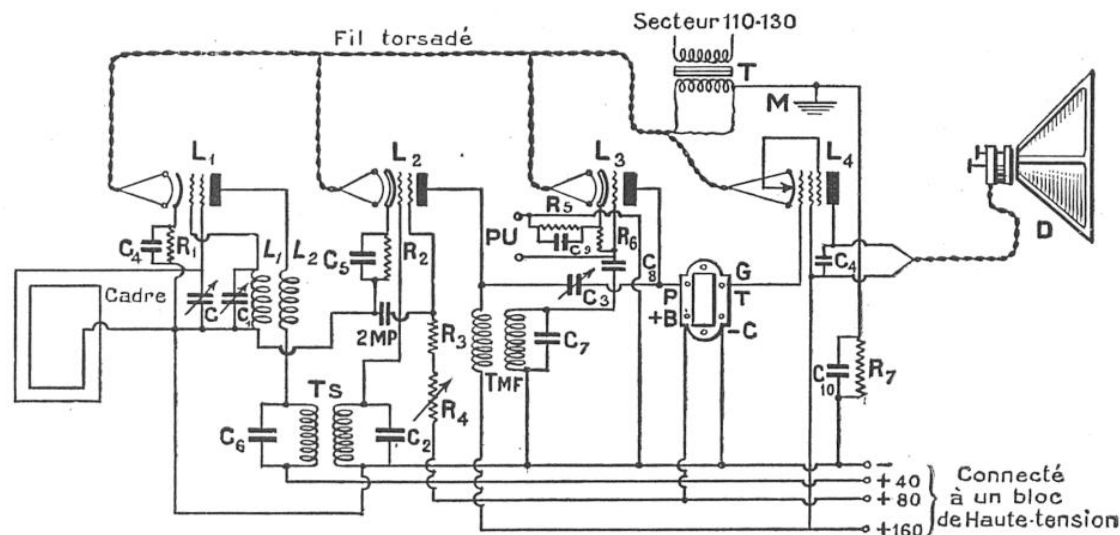


FIG. 10. — SCHÉMA DE MONTAGE D'UN POSTE DE RÉCEPTION MODERNE A CHANGEMENT DE FRÉQUENCE A 4 LAMPES A GRILLES MULTIPLES

L_1 , lampe bigrille ; L_2 , lampe à grille-écran ; L_3 , lampe détectrice ; L_4 , lampe trigrille finale ; C , condensateur d'accord ; C_1 , condensateur de l'hétérodyne ; L_1, L_2 , selfs oscillatrices ; T_3 , tesla d'entrée ; T_1, T_2 , transformateur moyenne fréquence ; R_3, R_1 , résistances réduisant et réglant la tension de la grille-écran ; PU , prise de pick-up ; R_1, R_2, R_5, R_6 , résistances de polarisation ; R_6 , aggrégat de détection ; T , transformateur basse fréquence ; C_3 , condensateur de réaction ; D , diffuseur moderne à deux réglages.

Les deux appareils que nous venons de décrire ont chacun leurs partisans et leurs adversaires. Les qualités et les défauts de chaque type semblent se compenser, et, pour le moment du moins, les deux types existent simultanément sur le marché européen. Le poste à résonance règne en Angleterre et en Allemagne, et le récepteur à changement de fréquence, dû à l'invention célèbre de M. Lucien Lévy, a conquis la France, son pays d'origine.

Seul, le « changeur de fréquence » permet de mettre à la portée de tous le récepteur à grande sensibilité

Les récepteurs à grande sensibilité, appartenant au type appelé à l'étranger « trans-européen », doivent permettre la réception

admirer un récepteur américain établi d'après ce principe et se rendre compte du soin que le constructeur a apporté au blindage de tous les organes et de la précision mécanique de la construction.

Il est inutile d'insister sur le prix de revient d'un appareil établi de cette façon. L'appareil à résonance possédant plusieurs étages et permettant la réception des stations les plus éloignées ne peut pas être bon marché. Par contre, le changeur de fréquence, même possédant cinq ou six lampes, est d'une construction relativement simple, donc d'un prix de vente peu élevé et par conséquent accessible au grand public. Telle est la première raison de la vogue du changeur en France.

L'utilisation des bobinages étudiés spécia-

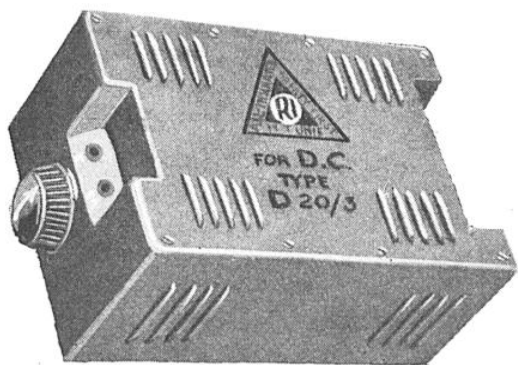


FIG. 11. — BLOC ADAPTATEUR PERMETTANT D'ALIMENTER LE RÉCEPTEUR DIRECTEMENT SUR UN RÉSEAU DU COURANT CONTINU
Le bouton de réglage permet d'adapter le bloc au nombre de lampes du poste. Ce bloc peut être facilement logé à l'intérieur d'un récepteur.

lement et l'emploi des lampes à grand coefficient d'amplification (à grille-écran) ont permis de débarrasser le récepteur du souffle gênant apparaissant surtout quand l'appareil travaille avec une amplification trop poussée.

Enfin, la nécessité de double réglage tant reprochée au « super » par les partisans des postes à résonance est, aujourd'hui, ingénieusement vaincue. Les constructeurs français ont, en effet, étudié un grand nombre des sys-

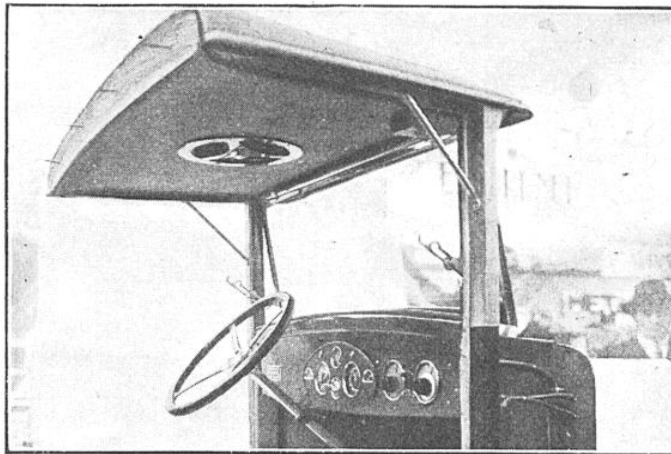


FIG. 13. — LA T. S. F. SUR L'AUTOMOBILE
On voit sur le tableau du bord les 2 cadrans réglant chacun un condensateur d'un changeur de fréquence et le commutateur de mise en marche. Le récepteur lui-même est logé soit sous le tablier, soit à tout autre endroit commode de la voiture. L'antenne est formée par quelques fils cachés dans l'épaisseur de la toiture. Le haut-parleur est logé dans le plafond.

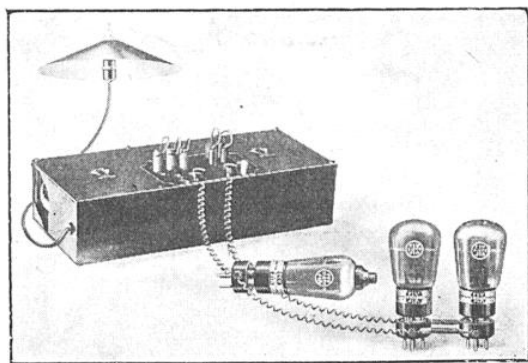


FIG. 12. — UN BLOC D'ALIMENTATION MODERNE
Ce bloc permet de transformer le courant du réseau à 120 volts en courant basse tension pour le chauffage des filaments, et en courant haute tension destiné aux plaques. On distingue les bornes de diverses prises H. T. Les dimensions du bloc ne dépassent pas celles d'une pile ordinaire de 80 volts.

tèmes de réglages conjugués permettant la lecture directe en longueurs d'ondes et l'écoute immédiate des stations désirées.

De ce tableau des appareils modernes de radio-réception, ressort clairement l'effort tenté vers l'unification des modèles. De même que pour l'automobile, les constructeurs, après avoir cherché chacun de leur côté, ont abouti à des solutions semblables. La présentation elle-même, dans des coffrets d'ébénisterie, aux lignes sobres, a subi les heureuses conséquences de cette rationalisation.

L'alimentation par le secteur progresse rapidement

Nous allons maintenant examiner quelques « accessoires » devenus un complément indispensable d'un récepteur moderne.

Parmi ces accessoires, la première place appartient sans aucun doute aux divers « blocs » d'alimentation. Ces derniers se présentent sous deux formes différentes suivant les deux types de postes auxquels ils sont destinés. Ou bien ils fournissent à la fois le courant continu de chauffage et la tension continue de plaque, ou bien ils donnent la tension plaque seulement ou encore la tension continue plaque et le courant alternatif à faible voltage nécessaire pour les lampes à chauffage indirect. Les recherches des constructeurs sont surtout orientées dans deux directions principales : le filtrage rigoureux du courant, et la réduction

maximum des dimensions de l'appareil. En effet, les blocs ou adaptateurs modernes ne sont guère plus grands qu'une pile de 80 volts ordinaire. Le plus souvent, ils donnent la haute tension sous trois ou même quatre valeurs différentes (ils fournissent la tension de 160 ou 200 volts exigée par les lampes finales, ainsi que les tensions intermédiaires nécessaires pour les lampes détectrices ou à grilles multiples). Nous devons noter ici que presque tous les blocs ou adaptateurs séparés utilisent pour le redressement du courant les cellules à oxyde de cuivre ou des cellules analogues. Les redresseurs à lampes sont utilisés de moins en moins, et probablement ne seront plus guère employés que pour les récepteurs à grande puissance ou pour l'alimentation des amplificateurs.

L'intérêt que la plupart des constructeurs portent aux blocs est une conséquence directe de la tendance actuelle : bientôt, la majorité des récepteurs sera alimentée directement par le secteur, soit en utilisant les lampes à chauffage indirect, soit en ayant recours au redressement intégral du courant du secteur. Néanmoins, le récepteur alimenté par les accu ou piles conserve également sa place. Il règne partout où le courant du réseau est trop irrégulier ou sujet à des pannes fréquentes et enfin, naturellement, partout où la distribution du courant n'existe pas encore. Les accu déchargés ou épuisés ont besoin d'être rechargés. D'ailleurs, la recharge des accumulateurs épuisés devient de plus en plus facile et est même bien souvent absolument automatique, grâce aux nouveaux chargeurs et redresseurs de courant. La présentation de ces accessoires indispensables varie à l'infini.

Le meuble de T. S. F. moderne est complété par le phonographe à pick-up

Il nous faut mentionner encore deux autres accessoires nouveaux dont la vogue est toujours grandissante et qui seront bientôt

le complément indispensable de tout récepteur moderne. Nous voulons parler du « pick-up » et du « tourne-disque ». En effet, les progrès immenses réalisés par la reproduction électrique des disques, ainsi que les enregistrements magnifiques effectués par les moyens également électriques (1) ont donné aux constructeurs l'idée de conjuguer les deux appareils jusque là séparés et même concurrents : le radio-récepteur et le phonographe. Ainsi fut créé l'appareil nouveau qui semble bien être la solution définitive de l'appareil reproducteur de musique. La partie T. S. F. comporte un récepteur appartenant à un des types décrits précédemment et fonctionne presque toujours directement sur le secteur. La partie phonographe consiste en un mécanisme, ordinairement électrique, actionnant le plateau porte-disque et un « pick-up » ou diaphragme électrique. Ce dernier est réuni à la partie basse fréquence du poste récepteur et utilise deux ou même trois lampes de ce dernier ainsi que le haut-parleur.

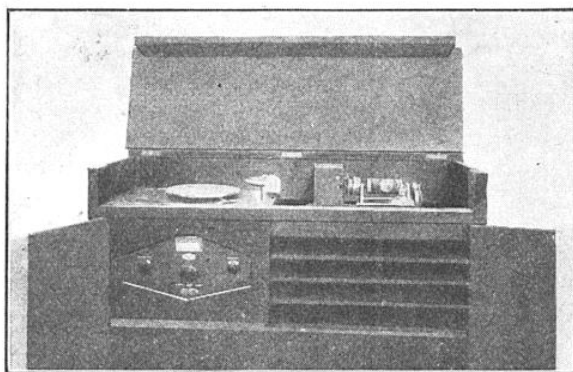


FIG. 14. — DANS CET ENSEMBLE MODERNE SONT RÉUNIS : UN RÉCEPTEUR DE T. S. F., UN PHONOGRAPHE ÉLECTRIQUE ET UN ENREGISTREUR D'IMAGES TRANSMISES PAR T. S. F. (NE PAS CONFONDRE AVEC LA TÉLÉVISION)

En résumé, voici les progrès accomplis par l'industrie de la radio depuis un an :

Le problème d'alimentation intégrale sur le secteur est entièrement résolu ;

Les schémas multiples sont réduits à trois types bien distincts ;

La question de réglage automatique permettant le repérage instantané des stations est résolue, aussi bien pour les postes à résonance que pour les « changeurs de fréquence » ;

Les constructeurs tendent de plus en plus à enfermer dans le même meuble le poste proprement dit, le haut-parleur et le dispositif d'alimentation ;

La combinaison de la T. S. F. et du phonographe est de plus en plus fréquente.

Il n'est pas interdit de prévoir que, demain, le radiophonographe, cet appareil merveilleux, sera complété par un écran téléviseur qui nous permettra à la fois de « voir » et d'entendre les artistes du studio émetteur.

C. N. VINOGRADOW.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 61.

REPRODUIRE UN DISQUE PHONOGRAPHIQUE A MILLE EXEMPLAIRES PAR JOUR EXIGE UNE TECHNIQUE SAVANTE

Par Félicien FAILLET

La qualité d'une audition phonographique dépend de trois facteurs : l'enregistrement des sons, la fabrication des disques et les qualités acoustiques de l'appareil reproducteur. Nous avons exposé antérieurement (1) comment la physique avait contribué à l'amélioration du phonographe proprement dit. Nous avons montré également (2) comment, grâce à l'électricité et plus particulièrement grâce à la lampe à trois électrodes (3), l'enregistrement des sons sur la cire avait atteint aujourd'hui un degré de perfection remarquable. La fabrication des disques proprement dits, destinés aux appareils reproducteurs, très simple en principe, est fondée sur la galvanoplastie. Cette opération délicate exige des précautions aussi minutieuses que celles que l'on apporte à l'enregistrement. Les progrès de la technique ont aujourd'hui abouti à la fabrication en grande série et on tire maintenant couramment un millier d'exemplaires d'un disque par jour. Nous sommes loin du cylindre enregistré unique des premiers phonographes de l'an 1878.

Le principe de fabrication des disques de phonographe, l'enregistrement étant effectué (2), apparaît d'une simplicité extrême. Le problème : transformer les sillons inutilisables, gravés dans une galette de cire tendre, en un bloc métallique inaltérable qui pourra impressionner autant d'exemplaires qu'en réclamera la demande commerciale. La solution : opérer, comme le photographe, par étapes successives en passant d'épreuves négatives à épreuves positives, le « support » étant modifié à chaque étape.

Pratiquement, eu égard à la fragilité initiale de la galette enregistrée et à la finesse incroyable des sillons, cela est beaucoup plus complexe et nécessite une quantité de précautions qui apparentent cette industrie aux organisations les plus raffinées de la mécanique.

Jusqu'à présent, on n'a trouvé qu'un moyen de reproduire exactement ces microscopiques sillons sans altérer en rien leur modèle d'où résultent, en définitive, la pureté et l'exactitude du son qu'ils devront restituer ; c'est la galvanoplastie, qui, seule, par le dépôt de couches successives extrêmement minces de métal, peut résoudre le problème. En principe, tout doit donc se ramener : 1° à rendre conductrice la cire qui a reçu l'empreinte du stylet enregistreur ;

2° à tirer une épreuve métallique négative par galvanoplastie ; 3° à imprimer une pâte malléable capable de durcir fortement en refroidissant : c'est le disque définitif du commerce que chacun peut poser sur son phonographe.

Extrêmement sensible aux variations de température et à l'humidité, la « cire enregistrée » est l'objet de soins attentifs

La cire enregistrée, qui arrive à l'usine douillettement emballée dans une feuille de ouate, se présente sous la forme d'une galette de trois centimètres d'épaisseur, finement striée sur une face et d'aspect jaunâtre foncé. Sa manipulation est extrêmement délicate, le moindre courant d'air ou changement de température provoquant des contractions de la matière qui déforment les sillons ; la moindre particule d'eau donne naissance à des cloques ; le moindre abaissement de température forme des bulles, par suite de la condensation de l'humidité atmosphérique.

Les cires ne sont donc déballées que dans une chambre fermée spécialement aménagée, et à la température constante de 21°. Elle est assez pittoresque, cette chambre, toute tapissée de thermomètres aux formes étranges, d'appareils de mesures hygrométriques et d'armoires à lampes chauffantes ! C'est dans une de ces armoires que le bloc de cire, pour s'habituer à sa nouvelle clinique, va reposer pendant vingt-quatre heures ;

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 123, page 191.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 61.

(3) Ou plus exactement à la lampe thermoionique ; voir *La Science et la Vie*, n° 125, page 365.

ainsi, sa masse tout entière se mettra-t-elle progressivement à la température ambiante. Pendant ce court sommeil réparateur, on ne cessera d'ailleurs de penser à elle et, deux fois par jour, on prendra soigneusement le « point de rosée », qui est déterminé par la comparaison de la température sèche avec la température humide.

Après cette première journée et cette première nuit passées dans le laboratoire, prélude anodin à de nombreuses et diverses manipulations, la cire subit un examen de vérification à la loupe, très attentif, pour reconnaître les défauts possibles inhérents à l'enregistrement même; un éclairage particulier est nécessaire pour éviter les reflets fallacieux sur les sillons brillants; c'est la lumière du jour, reçue sous un certain angle, qui convient le mieux.

Cette vérification est fort importante; le grand principe, dans cette industrie qui groupe un nombre élevé de services, est, en effet, que chacun conserve pleinement la responsabilité de son travail; pour cela, il faut que les fautes des voisins soient impitoyablement repérées. A cet effet, dès le premier examen, une fiche caractéristique de la cire est dressée; sous le nom de *charte* (fig. 1), c'est une feuille reproduisant succinctement en plan le bloc qu'elle accompagnera dans toutes ses transformations jusqu'à son aboutissant: la matrice. Une erreur est-elle relevée, suffisamment minime pour qu'elle

n'entraîne point le refus immédiat de la cire, assez importante, cependant, pour que l'artisan ne puisse en prendre la responsabilité? Elle est aussitôt consignée en termes techniques, sybillins pour le profane, et, à tout moment, le service fautif sera ainsi aisément reconnu; en même temps, chaque nouveau service pourra s'appliquer, dans son domaine, à atténuer le défaut.

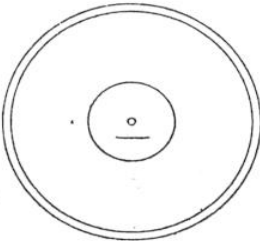
1. Point de salive. 2. Souillures. 3. Surface tachetée. 4. Fracture. 5. Ondulé. 6. Arraché. 7. Creux. 8. Bulle d'air. 9. Surface terne. 10. Empreinte de doigt 11. Coups. 12. Éraflures. 13. Surface marbrée.		1. Point de salive. 2. Souillures. 3. Surface tachetée. 4. Fracture. 5. Ondulé. 6. Arraché. 7. Creux. 8. Bulle d'air. 9. Surface terne. 10. Empreinte de doigt 11. Coups. 12. Éraflures. 13. Surface marbrée.		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> CAISSE REÇUE { DATE HEURE </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> CIRE RETIRÉE DE LA CAISSE { DATE HEURE </td> </tr> </table>			CAISSE REÇUE { DATE HEURE	CIRE RETIRÉE DE LA CAISSE { DATE HEURE
CAISSE REÇUE { DATE HEURE	CIRE RETIRÉE DE LA CAISSE { DATE HEURE			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> CIRE ENVOYÉE A LA GALVANOPLASTIE { DATE HEURE </td> </tr> </table>			CIRE ENVOYÉE A LA GALVANOPLASTIE { DATE HEURE	
CIRE ENVOYÉE A LA GALVANOPLASTIE { DATE HEURE				
NUMÉRO DE SÉRIE	GRANDEUR DE L'ÉTIQUETTE	TYPE DE CIRE	NUMÉRO DE CIRE	

FIG. 1. — LA « CHARTE » D'UN ENREGISTREMENT (PROCÉDÉ GRAMOPHONE)

Cette feuille accompagne la cire et ses succédanés (père, positif et matrice) dans toutes les phases de la fabrication. Le moindre défaut, qualifié suivant une liste établie et numérotée, est indiqué en signes convenus sur le cercle qui figure le disque; chaque service sait alors exactement quels sont les défauts dont il est responsable ou ceux qui incombent aux services voisins.

effet, on place délicatement la galette sur le plateau d'une machine qui va l'entraîner dans un mouvement de rotation. Un tour de vis, et deux longues broches aux poils si doux que nos plus raffinées coquettes les pourraient envier pour leurs houppettes, viennent effleurer la surface; ces broches sont elles-mêmes animées d'un mouvement oscillatoire qui rendra plus subtile encore leur action d'intègres répartitrices de la poussière de bronze. Quant à la poudre, elle

La galvanoplastie étant à la base de la fabrication des disques, il faut tout d'abord rendre la « cire » conductrice par le « bronzage »

C'est maintenant seulement que l'on va faire subir à la galette, à peine déflorée par l'enregistrement au studio, sa première modification radicale; sans altérer en rien la finesse des sillons, on va rendre ceux-ci bons conducteurs du courant électrique par le saupoudrage d'une impalpable poudre métallique. C'est l'opération du bronzage (fig. II et H). A cet

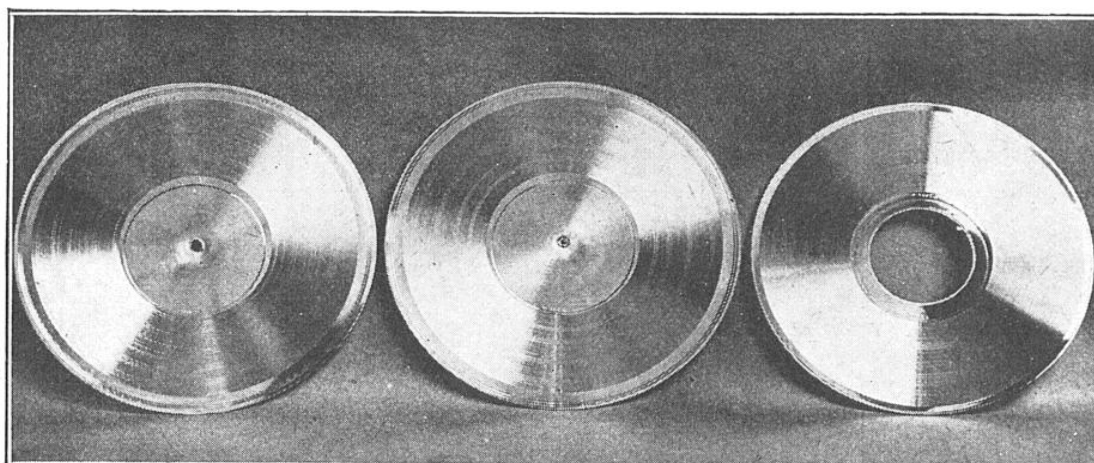


FIG. 2. — LES TROIS PRINCIPAUX ÉTATS INTERMÉDIAIRES ENTRE LA CIRE D'ENREGISTREMENT ET LE DISQUE FINAL DE PHONOGRAPHE

De gauche à droite : le père (sillons en relief), le positif (sillons en creux) et la matrice (sillons en relief). Cette dernière, ébarbée, centrée et perforée pour laisser la place de l'axe, imprimera directement les milliers de disques à livrer dans le commerce.

tombe d'un tamis situé à la partie supérieure de l'ensemble. L'opération dure environ cinq minutes ; après quoi, la cire, dégagée de l'appareil et tenue sur l'extrémité des doigts, est placée sous d'autres brosses qui tournent et enlèvent le surplus de la poudre qu'aspire un ventilateur.

La cire se présente alors sous l'aspect d'une jolie galette rougeâtre aux reflets métalliques ; physiquement, elle ne s'opposera plus, désormais, au passage du courant ; elle est apte à subir, après quelques préliminaires, l'opération de la galvanoplastie.

La « cire bronzée » est ensuite plongée dans

le bain galvanoplastique

Rappelons, tout d'abord, en quelques mots, le principe de cet ingénieux procédé qui permet de prendre des empreintes métalliques rigoureusement fidèles des plus petits reliefs. Il consiste à déposer, sur un objet, une couche d'un métal dont un sel est préalablement dissous dans un liquide. On sait, en effet, que si un courant électrique continu traverse une dissolution d'un sel métallique, il la décompose ; l'acide du sel se porte au pôle positif et la base au pôle négatif. Donc, si dans un bain de

sulfate de cuivre on fait passer un courant par l'intermédiaire de deux électrodes, la positive constituée par une plaque de cuivre, la négative constituée par l'objet à mouler (préalablement rendu bon conducteur, s'il ne l'est déjà par nature), on assiste au double phénomène suivant : 1° le cuivre contenu dans le sulfate vient se fixer sur le moule ; 2° l'acide sulfurique dégagé par la

décomposition du liquide se transporte sur la plaque de cuivre positive et reconstitue ainsi constamment le sulfate de cuivre ; de cette manière, le bain ne s'affaiblit pas.

Pratiquement, voici comment l'on procède :

A travers une petite fenêtre ménagée dans la chambre à température constante, la cire bronzée est confiée à un second ouvrier qui l'insère dans un cercle d'ébonite (fig. 5), tout autour duquel est creusée une gorge pouvant recevoir une courroie

de transmission. Au centre est fixée une goupille (borne) qui assurera le contact avec l'électrode négative.

L'ouvrier fait alors subir à la galette quatre opérations préalables : grand rinçage à l'eau ; nettoyage au pinceau avec une dissolution chimique ; traitement au nitrate d'argent et, enfin, dernier rinçage ; tous ces

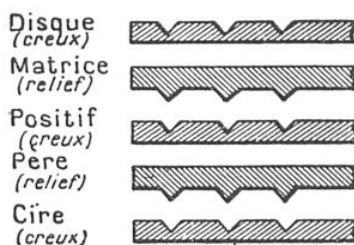
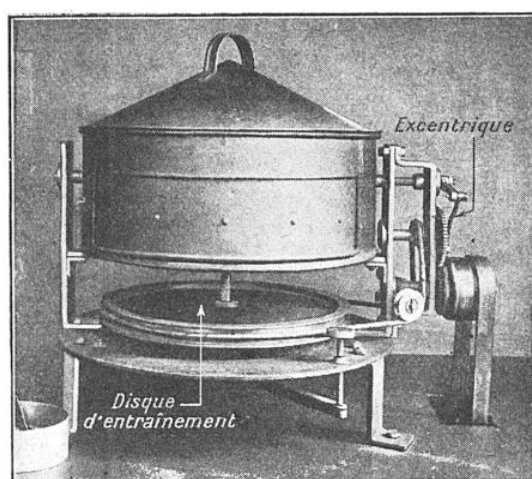
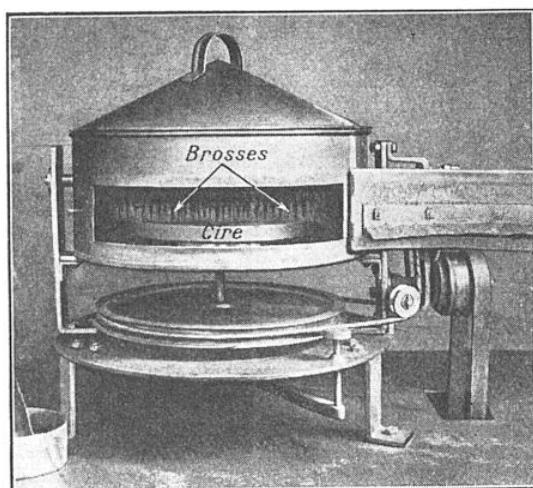


FIG. 3. — DE LA CIRE ENREGISTRÉE AU DISQUE : SCHÉMATISATION DES DIFFÉRENTES ÉTAPES, DEPUIS LA CIRE ENREGISTRÉE, EN BAS, JUSQU'AU DISQUE FINAL, EN HAUT



traitements sont destinés à rendre la surface bronzée encore plus conductrice.

L'ensemble est enfin introduit par la tranche dans le bain, l'électrode assujettie à la goupille; dans la gorge, une courroie s'insinue, reliée à une poulie qu'entraîne un arbre moteur, et, pendant vingt-quatre heures, la galette tourne lentement pour assurer une égale répartition du métal dans le liquide, lui-même maintenu en constante circulation, ceci afin de conserver une teneur égale de sulfate. Le courant est donné : 4 volts, 10 à 20 ampères, suivant le diamètre du disque en traitement.

Bien entendu, les cuves sont nombreuses dans lesquelles plongent les disques engoncés dans leur capuche d'ébonite; sans heurts, sans précipitation, ils tournent, et le métal se dépose en particules excessivement fines, qui se superposent les unes aux autres.

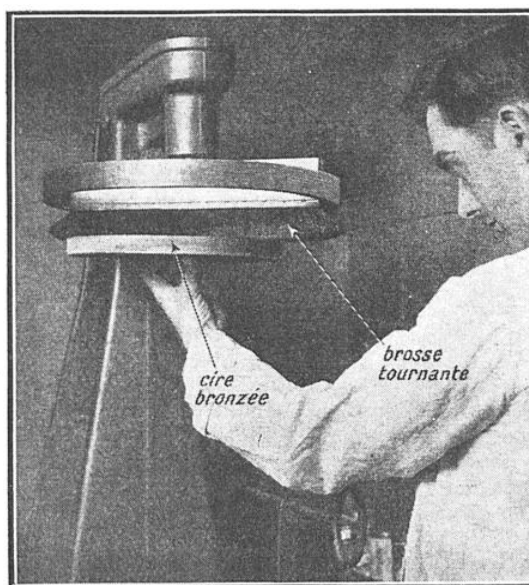


FIG. 4. — LE BRONZAGE PERMET DE RENDRE CONDUCTRICE DU COURANT LA SURFACE ENREGISTRÉE DU DISQUE (GRAMOPHONE)

En haut à gauche : la cire est placée dans l'appareil ; on en aperçoit la tranche ; au-dessus, les deux brosses douces oscillantes. A droite, le couvercle fermé, la cire est entraînée dans un mouvement de rotation. L'excentrique assure le mouvement oscillatoire des brosses. En bas, le bronzage terminé, la surface métallique est égalisée par une fine brosse tournant rapidement.

Le « père » obtenu par galvanoplastie donne naissance, de la même façon, à un contretype positif et enfin à la « matrice » définitive

Au bout des vingt-quatre heures, on détache de la cire retirée du bain galvanoplastique une jolie pellicule cuivrée de 5 à 6/10^e de millimètre d'épaisseur qui reproduit fidèlement, *en relief*, le sillon initial : c'est le *père*, titre grave, mais justifié par le rôle capital de cette pièce précieuse, qui devient, désormais, le seul témoin tangible de l'enregistrement et qui permettra toutes les opérations ultérieures; prolifique merveilleusement, ce père, selon la vieille tradition, va donner le

jour à une lignée quasi innombrable. Tous les égards lui étant dus, on le nickèle pour lui donner plus de solidité et ce beau brillant qui sera la parure du disque final. Et, comme il doit être ménagé, on s'empresse,

pour éviter tout surmenage, d'en tirer, toujours par galvano, un contretype ou *positif* qui reproduit, *en creux*, la cire initiale. C'est donc un véritable disque que ce positif, un disque métallique, il est vrai, qui doit pourtant être capable de restituer les sons qui lui ont été confiés.

Placé sur le plateau d'un phonographe, il peut donner, en effet, sous le grattement d'une aiguille de fibre, une première audition ; ceci permet à un correcteur de relever certains défauts (claquements intempestifs, grattements, parasites de toute sorte), qui sont aussitôt supprimés que décelés (1) ;

(1) Voir notre « Chronique des Disques » des numéros de *La Science et la Vie* de novembre 1929 et mai 1930.

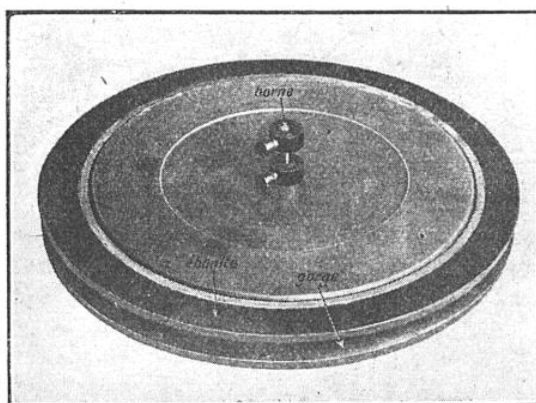


FIG. 5. — LA CIRE PRÊTE POUR LE BAIN GALVANOPLASTIQUE

La cire, rendue conductrice par le bronzage, est emprisonnée dans un cercle d'ébonite sur le pourtour duquel est creusée la gorge destinée à recevoir la courroie qui fera tourner lentement l'ensemble, dans le bain galvanoplastique. Une goupille, assujettie au centre, assurera la liaison avec l'électrode négative.

puis il est nickelé à son tour. La dernière transformation est proche maintenant : un dernier tour au bain galvanoplastique et on obtient la *matrice* brillante et *négative*, c'est-à-dire en relief. De même que la page d'une composition typographique, garnie de caractères à l'envers, est destinée à imprimer la page du journal, de même la matrice imprimera autant de disques prêts à être livrés au commerce que l'on voudra.

Pour nous résumer, à ce moment de la fabrication,

proche de l'impression du disque final, on se trouve donc en présence de ces trois succédanés essentiels de la tendre et fragile cire du début : un *père* négatif qui demeure

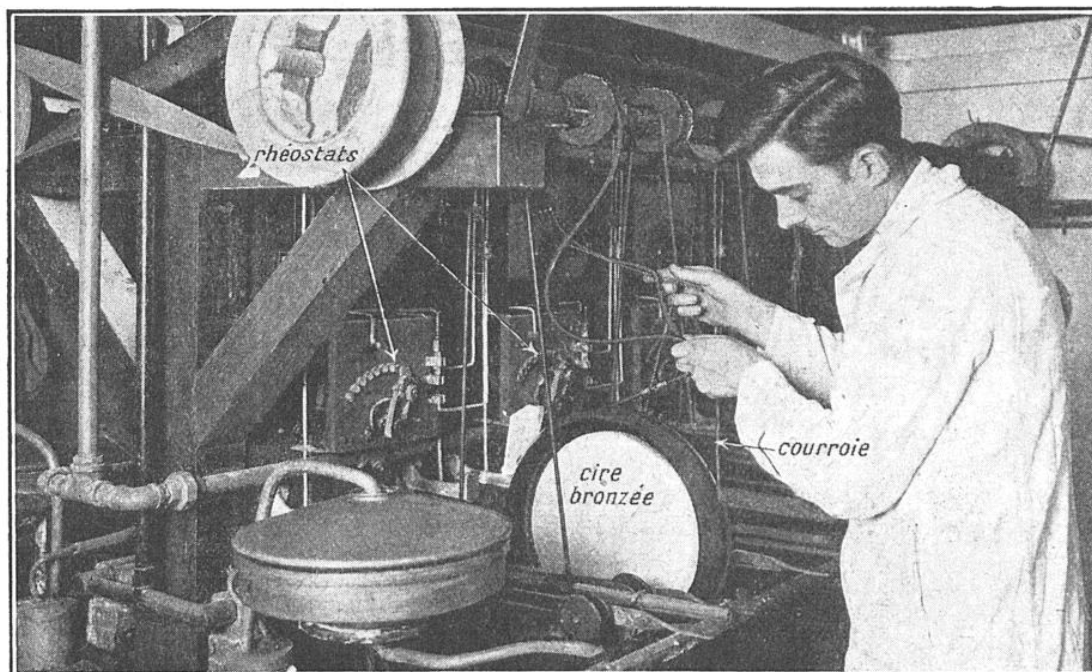


FIG. 6. — LE BAIN GALVANOPLASTIQUE (PROCÉDÉ GRAMOPHONE)

On introduit la cire, bronzée et sertie dans un cercle d'ébonite, dans la solution de sulfate de cuivre ; la courroie est engagée dans la gorge du cercle.



FIG. 7. - CORRECTION DU CONTRE-TYPE OU « POSITIF »

Le graveur-correcteur de la maison Gramophone, après avoir écouté le positif sur l'appareil à pavillon (avec une aiguille de fibre), corrige au burin les défauts qu'il a remarqués et qu'il examine au microscope.

raera dans les archives ; un contre-type positif auquel on recourra toutes les fois qu'un nouveau tirage commercial sera prévu, et une matrice négative chargée d'imprimer directement les disques (fig. 3).

Cette matrice, sur quoi va reposer la charge « écrasante » de

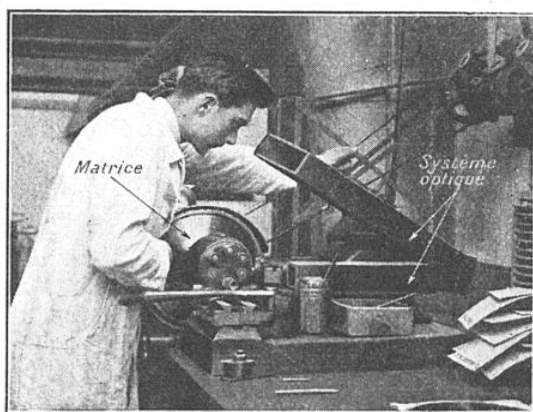


FIG. 8. — LE CENTRAGE DE LA MATRICE

Un système de prismes et de miroirs rétroviseurs renvoie jusqu'à l'œil de l'opérateur l'image des sillons pendant la rotation de la matrice ; celle-ci peut être déplacée sur son axe de rotation jusqu'au moment où les sillons se succèdent régulièrement à l'œil ; la matrice est alors percée exactement au centre.

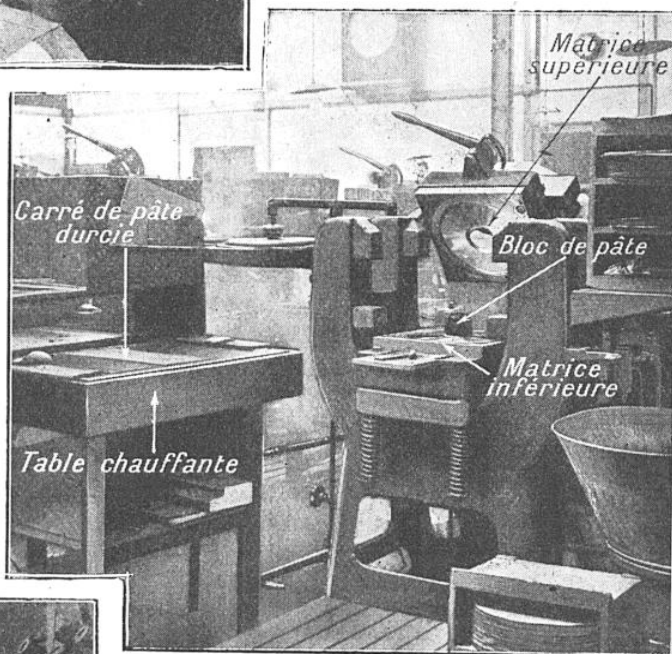


FIG. 9. — L'IMPRESSIION DES DISQUES (PROCÉDÉ GRAMOPHONE)

Sur la table chauffante, à gauche, sont posés les rectangles de pâte (gomme-laque pure et poudres diverses). Suffisamment ramollis, ils sont placés au centre de la matrice inférieure (à droite), en un petit bloc, la matrice supérieure étant maintenue relevée. On referme la presse, les deux matrices viennent écraser le bloc de pâte qui s'écrase et s'encastre dans les sillons ; on rouvre, on démoule, le disque sort, déjà durci par le refroidissement à eau courante qui parcourt la presse. Bien entendu, avant de refermer la presse, on a placé une étiquette au centre de chaque matrice.

intermédiaires qui, toutes, ont nécessité la création de machines particulières et donnent bien l'idée de la complexité de cette industrie.

Succinctement énumérées, voici ces opérations : avant le décollage du contretype, après le dernier bain galvanoplastique, un

Image au dos de la pièce est nécessaire pour la dégager de toutes les aspérités provoquées par le dépôt métallique ; un polissage mécanique, après le décollage, complète le limage. La matrice passe ensuite au soudage pour être fixée sur un flanc de cuivre qui la renforcera et lui donnera l'épaisseur suffisante pour supporter ses ultimes tribulations. Elle est ensuite centrée, opération extrêmement importante et délicate — puisque d'elle dépend la bonne ou la mauvaise rotation du disque futur sur son plateau — sur un appareil fort ingénieux à miroir rétroviseur et jeu de prismes (fig. 8).

Après cela, nettoyage définitif à la benzine et au Brasso, puis la matrice passe au service de la vérification, où elle est soumise à un examen très minutieux ; un disque échantillon est tiré qu'écoute un spécialiste autrement attentif que bien des critiques professionnels, et la jolie pièce, aux reflets argentés, passe enfin à la salle d'opérations où trône l'impressionnante presse à impressionner les disques.

Le tirage des disques, qui exige une pâte homogène, se fait à la presse hydraulique

DANS LES COULISSES : LA FABRICATION DE LA PÂTE. — Chaque maison, bien entendu, possède sa formule personnelle de fabrication de la pâte, qui est de la gomme-laque pure, matière extrêmement coûteuse qui, mélangée à des produits plus grossiers, constituera le corps du disque. Tous ces produits sont pilés, concassés, mélangés dans d'ingénieuses machines où les précautions les plus strictes sont prises pour écarter, à l'aide d'aimants puissants, les plus infimes parcelles métalliques ; la moindre étincelle risquerait, en effet, de provoquer une fâcheuse explosion.

La poudre fine, de couleur brun sombre, ainsi obtenue, est ensuite soumise à la chaleur et, en même temps, triturée par de puissants malaxeurs d'où elle s'échappe sous

la forme d'un tapis ininterrompu glissant sur une table chauffante, où des ouvriers la découpent prestement en petits rectangles. Empilés les uns sur les autres, ces rectangles sont dirigés vers la salle d'opérations où ils arrivent en même temps que les matrices.

SUR LA TABLE D'OPÉRATIONS. — Le « billard » de cette salle se présente sous une forme particulièrement imposante : mafflue, solidement plantée sur ses larges pieds de fonte, c'est une grosse presse hydraulique, entourée de mystérieux serpents qui sont les conduites d'eau refroidissante.

Le processus est alors fort simple et se comprend aisément. Sur le plateau inférieur de la presse, on encastre une matrice au centre de laquelle est placée, à l'envers, une étiquette ; sur le plateau supérieur, une autre matrice et son étiquette, qui constituera l'autre face du disque. Entre les deux, on place l'un des petits rectangles de pâte, réchauffé et passé en un grossier boudin. On rabat les deux parties, on donne la pression — 8 tonnes environ — on fait jouer le système refroidisseur et on ouvre : le disque est là, net et sombre, renfermant dès lors, en ses mille

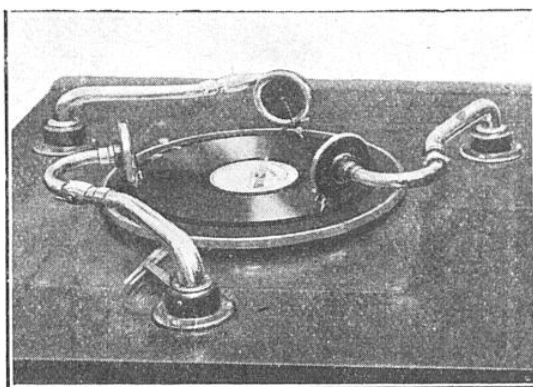


FIG. 10. — L'ÉPREUVE DE RÉSISTANCE

Les disques sont placés sur des plateaux mus électriquement et reçoivent chacun trois diaphragmes ; ils doivent pouvoir supporter dix-sept auditions sans être sensiblement détériorés ; en multipliant par trois, on obtient le nombre exact d'auditions satisfaisantes pour l'amateur, correspondant à la qualité moyenne du disque. Le diaphragme du premier plan, qui est posé le premier sur le disque, est muni de l'arrêt automatique (dont on voit la fourchette qui dépasse le bord du plateau) et freine l'ensemble lorsque l'aiguille parvient au dernier sillon.

replis, des trésors d'harmonie (fig. 9).

L'opération est rapide, les gestes des ouvriers réduits au minimum, ce qui permet à chaque presse de fournir, quotidiennement, de neuf cents à mille disques.

Une seule matrice peut supporter de trois mille à trois mille cinq cents impressions. Qu'on ne s'étonne pas de ce nombre impressionnant. Chaque mois, Gramophone — comme ses confrères — édite une quarantaine de nouveaux disques, tous devant être tirés à beaucoup plus de mille exemplaires ! Se doute-t-on, par exemple, qu'au mois d'avril dernier, des productions comme le plaisant fox-trot *Tweet! Tweet!* (dont nous avons été les premiers ici, et longtemps les seuls, à vanter le caractère humoristique)

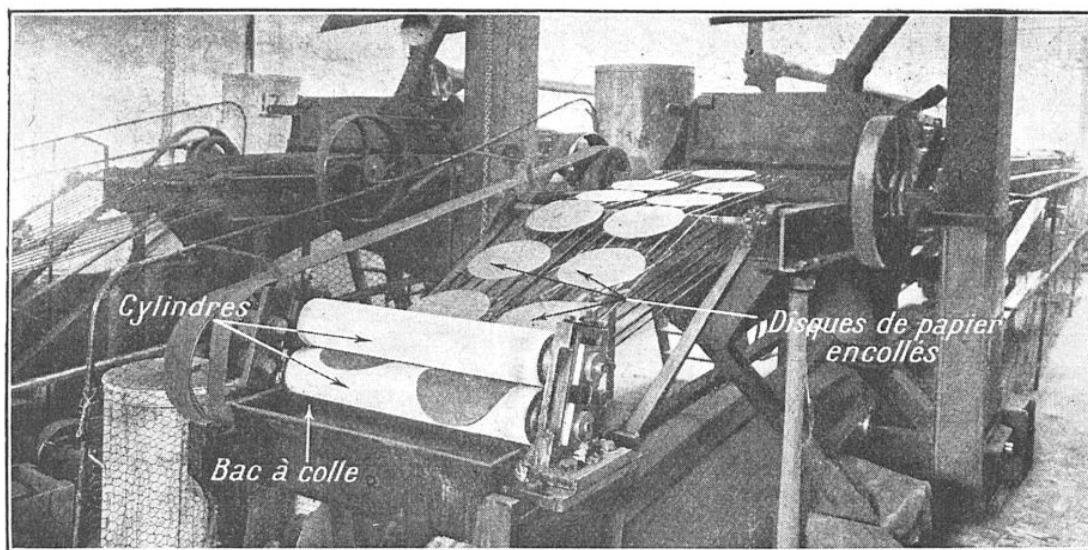


FIG. 11. — UN PROCÉDÉ ORIGINAL D'IMPRESSION

Les disques de papier, entraînés par des courroies sans fin, passent entre deux cylindres encolleurs et sont entraînés sous un bac contenant la poudre de gomme pure et impalpable. L'impression se fait sur cette couche mince de pâte pure.

avaient tiré à dix mille exemplaires et que la *Marche des grenadiers*, de *Parade d'amour* (avec Jeannette Mac Donald), avait atteint, à la même époque, onze mille exemplaires ?

Mais, et notre disque, maintenant tiré, que devient-il ? On se doute bien — cela devient presque une manie ! — qu'il va être une dernière fois vérifié. En vérité, tous les exemplaires ne le sont pas, mais un certain nombre est prélevé au sortir des presses et subit une double épreuve : de *qualité*, pour rechercher si des défauts non mentionnés sur la « charte » ne se sont pas introduits ; de

résistance, correspondant à soixante auditions. Enfin, certains échantillons sont comparés avec un échantillon tiré minutieusement sur le père.

Ce n'est qu'après ces dernières épreuves que les disques sont envoyés aux ateliers d'emballages où ils sont comptés, enregistrés, mis sous pochettes et classés, prêts à être livrés au commerce, suivant les fluctuations de la demande.

Un procédé original d'impression

La longue suite d'opérations que nous venons de décrire est celle qu'emploient la plupart des

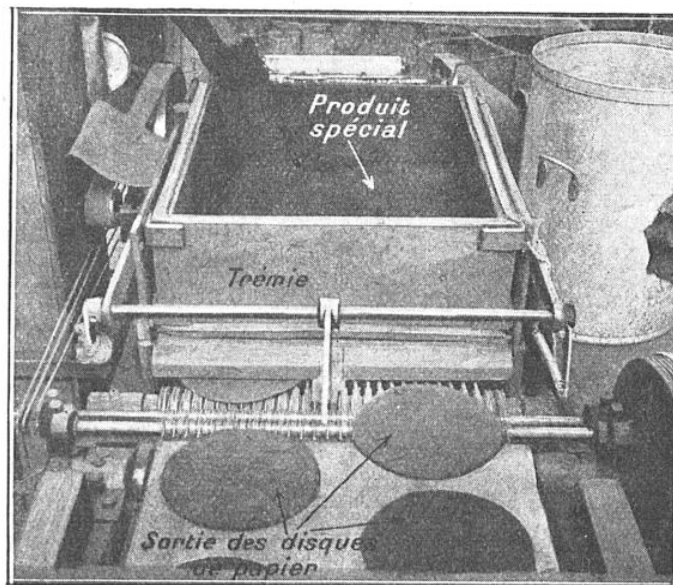


FIG. 12. — PRÉPARATION DES SURFACES DE PÂTE PURE QUI RECEVRONT L'IMPRESSIION DE LA MATRICE (PROCÉDÉ COLUMBIA)

Au passage sous le bac, qui est constamment secoué, les disques de papier encollé reçoivent la poudre qui se fixe sur la colle ; ils sont ensuite entraînés par le train de courroies sans fin, sèchent, et sont envoyés aux presses hydrauliques.

éditeurs de disques — à quelques légères modifications de détail près — et, en particulier, l'usine française de Gramophone, à Nogent, où ont été pris tous ces documents. Il convient cependant d'exposer brièvement la méthode d'impression particulière aux usines Columbia, tant pour son originalité que parce que le résultat a déjà prêté à maintes et passionnées controverses.

Alors que les différentes firmes impriment leurs disques sur une pâte plus ou moins homogène, dont la composition est la même à la surface de la galette ou à l'intérieur, Columbia réserve pour le corps même une pâte relativement grossière, partant moins

un quelconque disque — a son revers ! L'objection que les autres fabricants de disques font à ce procédé si curieux est que le disque, du fait de la pureté de la pâte, est beaucoup moins résistant. Il est vraisemblable que pour un nombre considérable d'auditions ce défaut se révèle fâcheusement ; mais, après « un nombre considérable

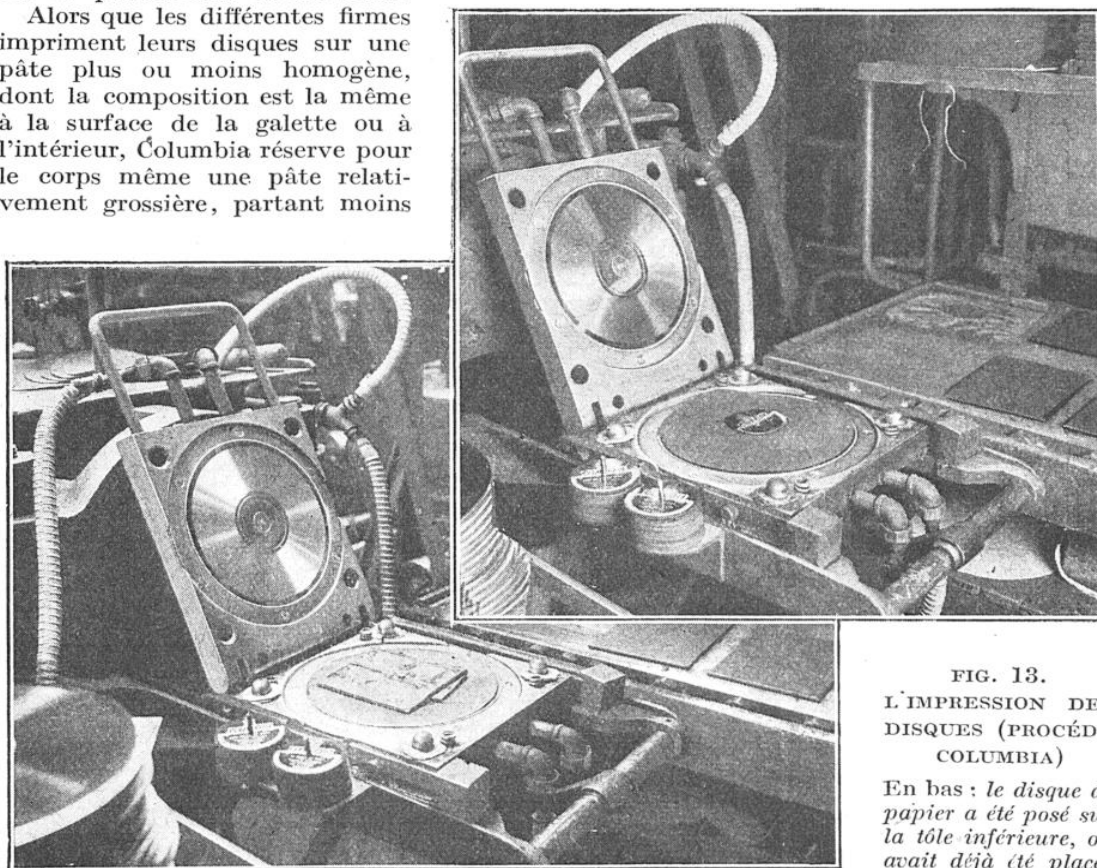


FIG. 13.
L'IMPRESSION DES
DISQUES (PROCÉDÉ
COLUMBIA)

En bas : le disque de papier a été posé sur la tôle inférieure, où avait déjà été placée une matrice et une

étiquette ; sur ce papier est placé un petit rectangle de pâte grossière qui constituera l'armature du disque. En haut : un second disque de papier, côté poudré en dessus, est posé sur le rectangle de pâte. On va rabattre la partie supérieure avec la seconde matrice et la seconde étiquette. La pression sera donnée et le disque imprimé sur ses deux faces.

coûteuse, qui sert, en quelque sorte, de support. La matrice elle-même n'imprime ses fins sillons que sur une surface de pâte absolument pure, d'épaisseur infinitésimale, qui saupoudre de minces rondelles de papier (fig. 11 à 13).

Il s'ensuit, naturellement, que sur une telle surface l'aiguille du phonographe ne « gratte » pour ainsi dire pas, ce qui améliore considérablement l'audition, surtout dans les passages *piano* des grandes œuvres symphoniques. Mais toute médaille — comme

d'auditions », peut-on vraiment reconnaître une grande différence entre le disque de pâte pure et le disque de pâte homogène ; tous deux deviennent médiocres, et discuter sur les « qualités » relatives du médiocre est raffinement un tantinet exagéré !

On voit, par cet exposé, quel luxe d'ingéniosité et d'efforts préside à la fabrication des disques modernes de phonographe, qui aboutit aujourd'hui, grâce au progrès de la technique, au résultat remarquable que tout le monde apprécie.

F. FAILLET.

AU PALMARES DE LA SCIENCE PURE

Les Prix Nobel de 1930.

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Chaque année, l'Académie Royale de Suède et un comité élu en partie par le Storting (Parlement) norvégien décernent, sous le nom de prix Nobel (1), une récompense en espèces (dont la valeur a atteint, en 1930, près de 1.200.000 francs) aux grands savants qui, par leurs travaux originaux, ont obtenu les suffrages de ces assemblées dans les différents domaines de la recherche scientifique : physique, chimie, médecine, etc. Ces travaux relèvent, le plus souvent, du domaine de la science pure, et même leurs applications échappent à l'entendement d'un public moyennement cultivé. Les deux lauréats de 1930, pour la physique et la chimie, sont l'Allemand Fischer, Directeur de l'Ecole technique supérieure de Munich, et l'Hindou Raman, professeur à l'Université de Calcutta. Leurs découvertes, bien que transcendantes, devaient être néanmoins signalées à l'attention du grand public, car elles font honneur à l'esprit humain. Il ne faut pas oublier, en effet, que les recherches d'ordre très élevé qui se poursuivent dans les laboratoires du monde engendrent assez fréquemment des applications qui bouleversent un jour la technique industrielle. Le savant professeur Houllévigüe qui, tout en étant l'un des physiciens les plus distingués de l'une de nos universités, est en même temps un vulgarisateur remarquable, a tenté ici de faire connaître l'œuvre de M. Raman et de M. Fischer.

LES distinctions accordées, grâce à la générosité de Nobel, par l'Académie Royale de Suède et un comité élu en partie par le Storting (Parlement) norvégien, jouissent, dans le monde entier, d'un prestige incomparable. Elles ont récompensé et consacré bien des gloires ; souvent aussi, elles les ont révélées au public, car c'est le sort commun des hommes de laboratoire, que leurs plus belles découvertes ne sont appréciées que par un cénacle restreint de spécialistes. Cette situation se modifie, surtout grâce aux grandes revues documentaires, comme *La Science et la Vie* ; chaque lecteur s'intéresse à l'œuvre des savants ; s'il est parfois incapable de la juger, il veut se rendre compte de ce qu'elle apporte à l'humanité.

Le chimiste et le physicien que l'Académie suédoise a couronnés cette année, elle est allée les chercher dans la paix laborieuse de leurs laboratoires, et la meilleure attestation de leurs mérites se trouve dans le rap-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 102, p. 486 ; n° 110, p. 132 ; n° 113, p. 359 ; n° 115, p. 13 ; n° 123, p. 206.



L'ALLEMAND HANS FISCHER
Prix Nobel de Chimie 1930.

port de la commission qui les a désignés. Elaguant ce que ce rapport présente de technique, nous allons nous efforcer de donner une idée sommaire des œuvres accomplies et justement récompensées.

Les travaux du chimiste Hans Fischer

Hans Fischer, né à Höchst sur le Mein, en 1881, et présentement directeur de l'Ecole technique supérieure de Munich, a dévoué sa vie à la chimie organique, où il a acquis une incomparable maîtrise. Son œuvre, qui s'est développée magnifiquement depuis 1926, porte, en langage technique, un nom qui en masque le haut intérêt : la

synthèse des porphyrines n'apparaît, aux yeux non initiés, que comme une quelconque des innombrables synthèses organiques réalisées, depuis Berthelot, dans ce fécond domaine.

Ce qui en fait le mérite, c'est d'abord son objet : les porphyrines sont les éléments constitutifs de certains produits vitaux, entre lesquels le chlorophylle et l'hémoglobine jouent un rôle privilégié ; ces deux corps sont, comme on sait, les grands animateurs

de la vie végétale et animale ; connaître leur rôle, déterminer les nombreuses transformations physiques et chimiques dont elles sont le siège, c'est éclairer le grand problème de la vie. C'est précisément ce qu'a fait Hans Fischer.

La chlorophylle, l'hémoglobine et divers produits naturels analogues présentent un ensemble de propriétés communes (spécialement la fluorescence et un spectre d'absorption caractéristique) qui y ont fait soupçonner l'existence d'un radical ou noyau commun.

Küster a attribué à ce *noyau porphine* une constitution restée hypothétique, jusqu'au jour où les travaux de Fischer en ont affirmé l'exactitude. C'est de lui que dérivent, par substitution aux atomes périphériques d'hydrogène de radicaux complexes, toute une série de corps, entre lesquels on distingue : la *protoporphyrine* qui, associée au fer et à un albuminoïde, la globine, forme l'hémoglobine, constituant essentiel du sang ; la *coproporphyrine*, qui existe dans l'urine, la bile et les fèces ; l'*uroporphyrine*, découverte également dans l'urine et qui, associée au cuivre, forme le colorant rouge des plumes de certains oiseaux ; la *phyllporphyrine*, la *verdoporphyrine*, la *pyrroporphyrine* qui, unies au magnésium, entrent dans la composition de la chlorophylle.

Ainsi la vie, tant animale que végétale, est liée aux transformations chimiques de ces diverses substances. Le grand mérite de Fischer est, d'abord, d'avoir établi, sans ambiguïté, la constitution de ces produits naturels et justifié la formule de Küster ; ensuite, et surtout, d'avoir créé des méthodes synthétiques d'une sûreté parfaite, qui permettent non seulement de reproduire au laboratoire tous ces produits naturels, mais d'en préparer des centaines d'autres ; fait remarquable, que M. Kirmann soulignait dans une récente conférence à la Société chimique, « toute cette richesse en porphyrines neuves a pu se classer d'une façon parfaite, et sans l'ombre d'une difficulté, dans le système par le jeu des formules. On a donc pu éprouver la fécondité ou, si l'on veut, la vérité de ces formules et l'on peut ébaucher une étude des relations entre les propriétés et

la structure. » Enfin, chose inattendue, ces produits si compliqués sont, en même temps, d'une solidité remarquable ; on ne saurait mieux les comparer qu'à ces ouvrages de la métallurgie moderne, faits d'innombrables pièces assemblées et entretoisées, qui résistent victorieusement à tous les efforts.

Grâce aux travaux de Raman, les physiciens disposent de nouveaux moyens pour étudier la matière

Dans une autre partie du monde, dans cette Inde mystérieuse que certains croient vouée aux spéculations métaphysiques des

brahmanes, la science occidentale vient de remporter une grande victoire ; sir Chandra Sekhara Venkata Raman (1), professeur de physique à l'Université de Calcutta, a découvert, en 1928, un remarquable phénomène optique, qui tient le milieu entre la dispersion et la fluorescence.

Imaginons qu'on concentre, à l'aide d'une lentille *L* (figure 1), la lumière d'une lampe à vapeur de mercure *M*, suivant l'axe d'un tube *T* contenant un liquide, par exemple du tétrachlorure de carbone. Si les choses se passaient suivant les règles de l'optique géométrique, il n'y aurait de lumière que dans la direction *M L T* ; en réalité, à ce phénomène simple se

superpose celui de la diffusion ; chacune des molécules de tétrachlorure joue le rôle d'un centre d'émission lumineuse et renvoie latéralement la lumière, comme un globe en verre dépoli diffuse le rayonnement qui le frappe. Mais cette diffusion n'est qu'une redistribution de la lumière reçue ; il n'y a pas création de radiations nouvelles. Si donc, on observe latéralement cette lumière diffusée, en la concentrant par une lentille *l* sur la fente *f* d'un spectroscopie *S*, le spectre observé devra être constitué exactement par les mêmes raies que la lumière de la source *M*, observée directement ; supposons, pour plus de simplicité, qu'on masque toutes les raies de la source sauf une (par exemple la raie indigo de longueur d'onde 4.358 angstroms) (2) à l'aide d'un écran absorbant convenable *E*,

(1) Né en 1888, à Trichinopoli.

(2) Un angstrom vaut un dix-millionième de millimètre.



L'HINDOU SIR CHANDRA SEKHARA VENKATA RAMAN
Prix Nobel de Physique 1930.

le spectroscopie observant latéralement devra montrer uniquement cette raie indigo.

Or, cela n'est pas vrai : avec un spectroscopie suffisamment dispersif et lumineux, on observe, de part et d'autre de la raie originelle MN (figure 2), une série de raies très fines et très bien délimitées $a b c...$, $a' b' c'...$, plus intenses du côté du rouge, beaucoup moins marquées du côté violet ; ces raies se groupent visiblement, de part et d'autre de la raie génératrice, en doublets $a a'$, $b b'$, $c c'$, dont les deux composantes sont à peu près symétriques par rapport à MN .

Il y a donc eu création de radiations nouvelles ; à ce point de vue, l'effet Raman se rattache à la fluorescence, car on sait qu'un corps fluorescent, frappé par une certaine radiation, émet autour de lui des radiations nouvelles (1) : il recrée une lumière différente de la lumière excitatrice. Mais les deux phénomènes ne sauraient être confondus ; ils se distinguent par des caractères essentiels, que j'indiquerai tout à l'heure.

Jusqu'ici, l'effet Raman nous apparaît comme un phénomène supplémentaire, qui vient encore compliquer ceux que nous connaissions déjà. Mais voici où sa simplicité va apparaître : au lieu de classer les raies observées suivant leurs longueurs d'onde, comme le spectroscopie nous y invite, plaçons-les dans l'ordre des fréquences vibratoires, en les caractérisant par le nombre d'ondes contenu dans un centimètre. Dans ce mode de classification, la raie indigo de mercure correspond à 22.946 ondes par centimètre ; or, il arrive que les deux raies du doublet $a a'$ comptent respectivement 22.946 — 218 ondes et 22.946 + 218 ondes, c'est-à-dire que l'effet Raman opère en retranchant et en ajoutant un même nombre d'ondes à la radiation primitive. Pour

le doublet $b b'$, on trouve de même 314

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 144, page 447.

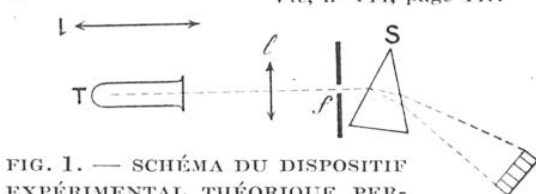


FIG. 1. — SCHÉMA DU DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL THÉORIQUE PERMETTANT D'OBSERVER L'EFFET RAMAN

La lumière d'une lampe M , après avoir traversé un écran E est concentrée par la lentille L suivant l'axe d'un tube T contenant un liquide. Le spectroscopie S , grâce à la lentille l et à la fente f analyse la lumière diffusée transversalement par le liquide contenu dans le tube.

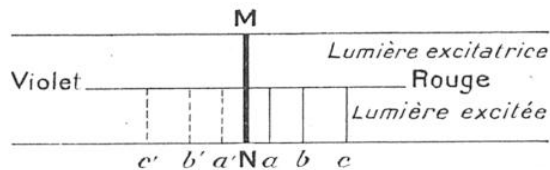


FIG. 2. — CE QU'EST EN PRINCIPE LE PHÉNOMÈNE DÉCOUVERT PAR LE PHYSICIEN RAMAN

Le spectroscopie S de la figure 1 donne, en plus de la raie MN correspondant à la lumière excitatrice, des couples de raies supplémentaires $a a'$, $b b'$, $c c'$, à peu près symétriques par rapport à MN . Ces raies étaient absentes dans la lumière excitatrice.

ondes en moins et en plus, et ± 459 pour les deux raies du doublet $c c'$.

Recommencez maintenant l'expérience, toujours avec le même liquide, mais en l'éclairant par une radiation différente : vous retrouverez les mêmes doublets, répartis de la même manière autour de la nouvelle raie excitatrice. Au contraire, changez la nature du liquide, en substituant, par exemple, de la benzine au tétrachlorure de carbone ; les doublets ne présentent plus le même écartement. Voici donc un phénomène, dont il n'existe aucun exemple en fluorescence, qui dépend, non de la lumière excitatrice, mais du corps excité. C'est là ce qui lui donne, dans la physique moderne, une importance capitale. On sait, en effet, que tous les efforts de cette science tendent à déterminer la structure intime des atomes et des molécules ; nous ne pouvons y réussir qu'en étudiant l'action, sur les particules élémentaires des corps, des divers agents dont nous disposons ; la lumière est un de ces agents. Suivant la manière dont la molécule réagira au choc de l'onde lumineuse, nous pourrions juger de ses propriétés internes. La diffusion nous avait déjà donné quelques renseignements, malheureusement trop vagues, car la molécule n'y vibre pas, et n'agit que par ses dimensions, qui sont déjà assez bien déterminées. La fluorescence est un phénomène trop complexe, qui dépend à la fois de la lumière et de la molécule ; son explication échappe trop souvent à notre analyse et c'est bien pis encore pour la phosphorescence, dont les effets dépendent, en outre du temps, de la température, de traces infinitésimales d'impuretés. L'effet Raman, infiniment plus simple, puisqu'il ne relève que de la structure moléculaire, va donc fournir aux physiciens des moyens nouveaux et puissants pour étudier la matière ; c'en est assez pour justifier l'honneur que l'Académie de Stockholm vient de faire au physicien de Calcutta.

L. HOULLEVIGUE.

VOICI LA CONSTRUCTION AÉRONAUTIQUE DE 1931

Par José LE BOUCHER

LA SCIENCE ET LA VIE s'est toujours proposé, à la suite des grandes manifestations internationales, de dégager les tendances qui caractérisent les grandes fabrications industrielles telles que la construction automobile, la construction aéronautique. C'est ainsi que, dans le numéro de décembre 1930, nous avons montré les progrès accomplis dans l'automobile ; dans la présente livraison, nous exposons — avec autant de documentation que possible — l'évolution de l'aviation dans le monde.

L'AÉRONAUTIQUE française toute entière est marquée actuellement du sceau de l'uniformité de commandement qui résulte de la constitution du ministère de l'Air. Du jour où tous les services techniques de l'aviation civile, militaire, coloniale, maritime se sont trouvés placés sous la même autorité, il était naturel que tous les nouveaux types d'appareils civils, militaires, maritimes, coloniaux prissent un air de famille, puisque tous étaient le reflet d'une commune doctrine. Or, les idées techniques qui ont prévalu en France, ces deux dernières années, sont presque radicalement opposées à celles qui furent en honneur depuis dix ans et plus.

L'aile épaisse à révolutionné la technique aéronautique

Les appareils exposés au dernier Salon apportent la preuve éclatante de l'évolution de la technique aéronautique française dans ces dernières années. Veut-on des exemples ? La construction monoplane, qui avait connu un grand essor en France avec Blériot, Levasseur, les frères Nieuport, Morane, avait presque complètement disparu en France en 1914. Seul Morane la conservait.

La construction biplane fit florès de 1914 à 1928 environ. Or, au Salon, rares étaient les biplans, tandis que les monoplans abondaient et que subsistaient quelques sesquiplans, chez Bréguet, chez Nieuport.

Comment s'expliquer ce brusque renversement des valeurs ?

Non pas par des raisons d'esthétique, mais par l'apparition au cours de ces dernières années, d'une grande invention, la seule peut-être qui ait contribué à apporter à la technique aéronautique un élément absolument nouveau : l'aile épaisse. Nos connaissances aérodynamiques, jusque vers 1926, semblaient limiter la construction des ailes à l'utilisation des profils minces. Des travaux de laboratoires effectués tant en Allemagne qu'en France, mais dont le principal mérite revient au professeur allemand Junkers (1), démontrèrent l'erreur générale. Dès lors, deux voies s'ouvraient aux constructeurs : ou l'adoption des profils épais, et, dans ce cas, la construction monoplane était tout indiquée, ou la fidélité aux profils minces qui laisse toute sa valeur à la construction biplane.

Les Anglais restèrent fidèles aux profils minces. Exemple : le dernier né de la maison Handley-Page, le *Hannibal*, destiné au transport de quarante passagers dans des conditions remarquables de confort ; les appareils de Short, ceux de Haviland, de même que ceux de Bristol, bien que pour cette dernière maison, le cas soit un peu différent, comme nous le verrons plus loin. Les Italiens, eux aussi, s'en tinrent aux profils minces dans l'ensemble, avec Caproni et Fiat.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 157, page 13.



M. FERNAND LIORÉ
Président de la Chambre syndi-
cale des industries aéronautiques.

Les constructeurs américains, dans leur majorité, agirent de même, sauf Ford, qui sembla prendre un intérêt tout particulier aux travaux du professeur Junkers.

Se rallièrent d'emblée aux profils épais, les maisons de construction allemande, les unes, comme Junkers, se faisant le champion de l'aile ultra-épaisse, annonciatrice de l'aile volante ; les autres cherchant, dans l'utilisation de profils plus ou moins épais, le moyen de construire des ailes en porte-à-faux, c'est-à-dire de supprimer les résistances nuisibles dues aux haubanages et, par conséquent, d'augmenter la finesse de l'appareil.

Et la France ? La France s'est ralliée brusquement, ces derniers temps, on pourrait écrire d'un seul coup, aux profils épais, donc à la construction monoplane.

Doit-on se féliciter de cette uniformité technique ? Pour notre part, nous pensons que, peut-être, l'évolution a été un peu brutale. Est-il certain que la technique biplane utilisant des profils minces ait dit son dernier mot ? Nous ne le croyons pas. Les Italiens, les Anglais, qui restent cantonnés dans les anciennes formules, en tirent sensiblement les mêmes résultats que la technique moderne allemande.

A cet égard, la vue du *Bristol* de chasse, exposé au dernier Salon de l'Aéronautique, incitait à de curieuses méditations. Cet appareil, qui s'est avéré le plus rapide des avions de chasse en usage dans les aviations mondiales, est entièrement réalisé, si l'on fait exception de la structure interne de ses ailes qui est métallique, selon une technique connue et adoptée dès 1916-1917. Biplan à profils très minces, paire de mâts classiques, haubanages compliqués, train d'atterrissage à essieux, on trouve dans le *Bristol* tout ce qui fut considéré longtemps comme des obstacles à la réalisation des grandes vitesses. Il faut ajouter en outre la présence sur l'appareil d'un moteur à refroidissement par air qui constitue, on le sait, une grande résistance à l'avancement.

Or, le *Bristol* atteint une finesse aérodynamique égale, sinon supérieure, à celle de tous les appareils de chasse existants, y compris les derniers monoplans réalisés par Fokker en Hollande.

Comment expliquer ce mystère ? Par un extraordinaire « fini » dans la construction, un souci admirable du détail et du profilage de tous les organes.

Que faut-il en conclure ? Qu'il y a de bons et de mauvais avions selon leur construction, et qu'il ne faut pas demander à une formule d'en détenir le monopole.

Le prodigieux développement de la construction métallique

Si l'on tient compte de cette grande découverte aérodynamique, l'aile épaisse, on s'explique les progrès accomplis dans la construction proprement dite. C'est ainsi qu'on utilise maintenant des allongements d'ailes qui eussent paru insensés il y a quelques années. Des allongements (1) de 8, tel celui de l'aile du *Bernard* de grand raid, tendent à devenir normaux. La finesse, dans son ensemble, a gagné également beaucoup à l'adoption des profils épais. Pour donner un exemple concret, disons que le *Bernard*, dont nous parlions plus haut, a 17 de finesse. Le *Blériot* de grand raid, le *Dewoitine*, baptisé *Trait-d'Union*, doivent sensiblement donner les mêmes chiffres.

Il est un autre progrès considérable, c'est la généralisation des procédés de construction métallique.

Deux matériaux légers, relativement nouveaux, entrent maintenant dans la construction courante : c'est d'abord le *vedal*, métal qui a la propriété d'être absolument inoxydable à l'eau de mer, ce qui le rend précieux pour les constructions d'hydravions. Disons que le *vedal* est constitué par une feuille de duralumin, laminée à chaud entre deux feuilles très minces d'aluminium.

C'est ensuite, l'élektron, alliage extra-léger dont l'emploi se généralise. Sa densité est de 1,8, très inférieure par conséquent à celle des autres alliages légers connus. Ses propriétés mécaniques seraient au moins égales à celles des autres alliages. Enfin, l'élektron serait d'un usinage facile. On pouvait voir, au Salon, des réservoirs en elektron soudés à l'autogène, dont le poids moyen au litre est de 28 grammes.

Mais, on distingue déjà dans la construction métallique moderne que le rôle des alliages légers seul est de plus en plus réservé à certaines pièces secondaires, revêtement des ailes, nervures, etc.

C'est l'acier qui, déjà, s'impose en conquérant partout où la construction doit résister aux grands efforts.

A cet égard, la vue du sesquiplan Bréguet 27, à structure en acier, valait une extraordinaire leçon.

Après le bois et la toile, les alliages légers ; après les alliages légers, l'acier.

L'utilisation généralisée du métal, même pour les revêtements d'ailes, comme c'est le cas chez Bréguet, chez Wibault, chez Cau-

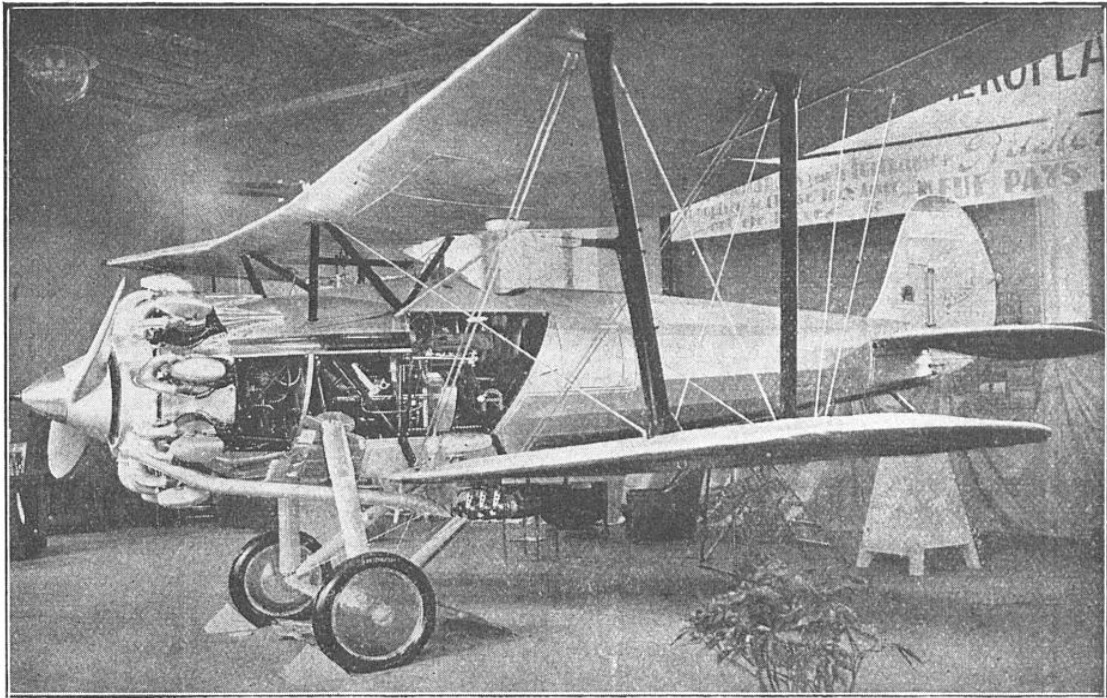
(1) Rapport entre l'envergure et la profondeur de l'aile.

dron, chez Potez, chez Nieuport, nous montrent le chemin parcouru en France depuis deux ans.

Les avions multimoteurs et la sécurité

Si les appareils de vitesse et de tourisme se conçoivent encore bien avec un seul moteur, l'appareil de transport public, lui, doit comporter plusieurs moteurs. Deux ? Non. Il est pratiquement impossible de faire

moteurs. On distingue, toutefois, deux écoles : celle de Fokker, adoptée en France par Farman : aile cantilever, moteurs latéraux accrochés sous elle ; celle de Junkers, aile surbaissée, les moteurs latéraux reposant dessus (adoptée en France par Wibault) ; enfin, on distingue une troisième solution : les deux moteurs latéraux sont noyés dans le bord d'attaque de l'aile et se trouvent sensiblement plus haut que le



LE BRISTOL DE CHASSE ANGLAIS

Ce biplan de type classique à ailes minces présente un remarquable fini dans la construction. On peut noter en particulier les carénages des soupapes du moteur, le profilage des mâts et des haubans. Sur le plan supérieur, on voit une mitrailleuse photographique. On distingue également sur la photo une des mitrailleuses qui tire à travers l'hélice et, sous le plan gauche, le lance-bombes et les bombes.

voler l'appareil avec un seul moteur, en cas de panne, surtout si ces deux moteurs sont placés de chaque côté du fuselage. Le déséquilibre qui en résulte condamne cette solution au bénéfice du trimoteur.

Aussi, le souci de renforcer la sécurité, qui doit constituer l'objectif principal actuellement, s'est trouvé satisfait par la vue des nombreux trimoteurs commerciaux exposés au Salon. A condition, bien entendu, que les constructeurs de ces appareils tiennent ce qu'ils promettent !

Le principe du trimoteur admis, les constructeurs ont donné libre cours à leur imagination touchant la disposition des

moteur central. C'est le principe appliqué sur le trimoteur Caudron et sur le petit trimoteur Couzinet.

Comme il ne s'agit encore là que de prototypes et, sauf pour le Couzinet, de prototypes entièrement métalliques, il serait prématuré de se prononcer sur la valeur de ces divers appareils.

Toutefois, Michel Wibault, d'une part, Couzinet, de l'autre, ont profondément creusé, semble-t-il, chacun, le problème qu'ils avaient devant eux. Ainsi, l'un des inconvénients généralement reconnus de l'aile surbaissée est la visibilité réduite dont disposent les passagers. Michel Wibault, sur



LE TRIMOTEUR COMMERCIAL FOKKER

On remarque la voie du train d'atterrissage sans essieu qui dépasse plus de 7 mètres, l'aile en porte-à-faux, la position au-dessous de l'aile des moteurs latéraux.

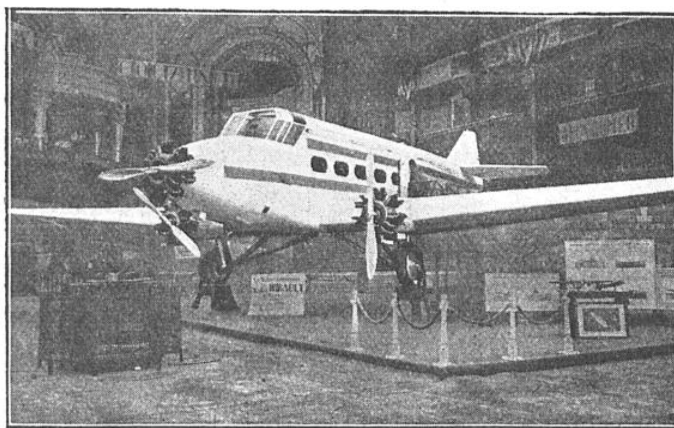
son trimoteurs 280 T. 10, a surélevé la cabine en faisant reposer le plancher du fuselage sur les semelles supérieures des longerons de l'aile. Dans ces conditions, il semble bien que le passager disposera d'une vue large. D'autre part, le constructeur a pu établir une cabine aux dimensions assez vastes pour que l'on puisse s'y déplacer normalement debout. Notons que l'appareil est prévu pour enlever dix personnes. Il y a progrès certainement sur le type général du trimoteur à ailes surbaissées.

Le trimoteur Couzinet présente d'autres qualités. C'est le plus petit trimoteur qui existe, en France au moins. Il est équipé en «touriste» avec trois moteurs de 40 chevaux. Il a tout spécialement été étudié pour les transports postaux. Avec un équipage composé d'un pilote et d'un mécanicien-radio, il peut encore emmener, sans surcharge, 200 kilogrammes de fret. Ce petit appareil peut également recevoir un aménagement de nature à le rendre propre au transport sanitaire ou au grand tourisme. Nous ne parlerons pas de son fuselage-coque, si intéressant par ses lignes. Il est connu depuis le fameux *Arc-en-Ciel*, et le Couzinet type 20 ressemble en tous points à son aîné. Mais le jeune constructeur a eu l'idée d'un système de train d'atterrissage éclipseable fort curieux. En position relevée, les roues viennent se loger dans les fuseaux-moteurs, et les

jambes du train sont plaquées sous le ventre de l'aile, n'occasionnant ainsi qu'un freinage négligeable. La manœuvre d'éclipsage s'effectue à main, au moyen d'un treuil agissant sur des câbles. Une commande, du type « coup de poing », libère instantanément le train qui se remet en place sous la double action de la pesanteur, d'une part, et de la résistance de l'air, d'autre part. De plus, le pilote voit se dresser devant lui deux petits leviers dont la position indique que l'atterrisseur est en bonne position ; dans le cas contraire, il suffit de faire fonctionner ces leviers pour que le train descende à coup sûr.

Si, dans l'ensemble, les gros avions de transport public sont trimoteurs, il y a quelques exceptions. Nieuport et Dewoitine ont établi des monomoteurs de 600 ch, susceptibles de transporter une dizaine de passagers. Bêtes de race, conçues dans le style si propre aux deux maisons réputées pour la finesse de leur construction. Ces machines réussiront-elles à sauver le monomoteur ? Nous ne le croyons pas.

L'autre exception qu'il nous faut enregistrer est à inscrire au crédit de M. Louis Blériot. Ni trimoteur, ni monomoteur, le Blériot 125 représente une solution audacieuse, mais originale. L'appareil est un monoplan bifuselage et bimoteur. Les deux moteurs sont disposés en tandem à l'avant et à l'arrière d'une carlingue centrale qui



LE TRIMOTEUR COMMERCIAL WIBAULT A AILE SURBAISSÉE

La cabine, placée entièrement au-dessus des ailes, assure aux passagers une bonne visibilité.

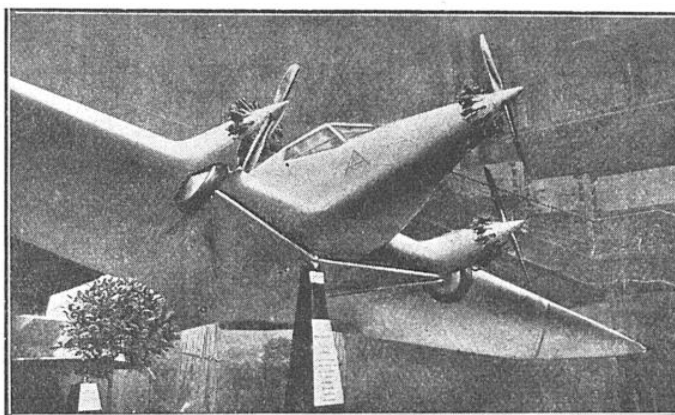
contient le poste de pilotage. De part et d'autre de cette carlingue sont les deux fuselages : leur avant forme la cabine pour les passagers au nombre de douze, six par cabine.

Il est difficile de dénier à cette solution du bifuselage un gros intérêt. Elle permet d'envisager la construction de gros appareils, sans craindre les proportions énormes d'un fuselage unique représentatif de poids morts à éviter. M. Louis Blériot, en outre, par la disposition adoptée pour ses moteurs — en tandem — coupe court aux arguments développés contre le centrage des bimoteurs, en cas de panne de l'un d'eux et que nous avons exposés plus haut. Mais quel sera le rendement des hélices tournant entre ces deux fuselages ? Les essais de cet avion répondront à cette question.

Les avions de tourisme deviennent de plus en plus nombreux

Dans ce domaine, le XII^e Salon de l'Aéronautique marque une date également. Il s'est trouvé des vendeurs et, ce qui est plus rare, des acheteurs d'avions de tourisme. Du Moth-Morane bien connu au petit Farman à aile surbaissée ou au 190, rendu célèbre par tant de voyages, en passant par le Caudron métallique à aile surbaissée, jusqu'au Potez 36, l'amateur de tourisme aérien avait un choix déjà intéressant.

Tous ces appareils sont connus pour leurs diverses qualités. Avouons-nous que le « bec



LE PETIT TRIMOTEUR POSTAL COUZINET

On distingue nettement sur la photographie le train d'atterrissage éclipable dans sa position de repli.

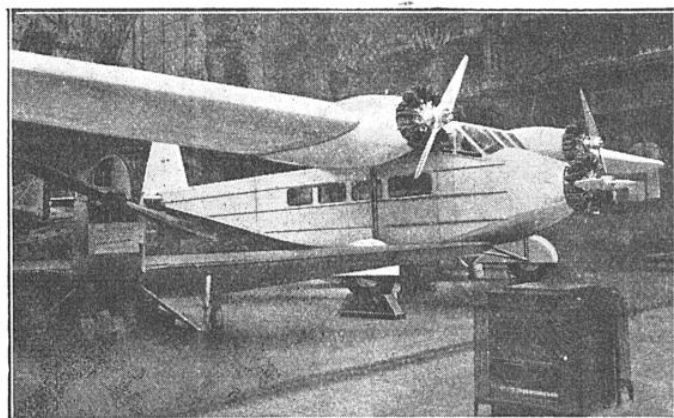
de sécurité » dont est équipé le petit Potez 36 ne nous a pas semblé retenir l'attention comme il le mérite ?

On sait que le bec de sécurité consiste en un profil auxiliaire déterminant en avant de l'aile une fente fixe (1). Grâce à ce dispositif, l'angle du maximum de portance passe de 16° à 25°. Evidemment, cet avantage se paie d'une légère réduction de vitesse de 5 % environ. L'énorme accroissement de sécurité qui résulte de l'emploi de ce profil auxiliaire donne au Potez de tourisme une qualité infiniment précieuse.

Nous croyons toutefois que, pour la France du moins, où les plans d'eaux abondent, l'avenir du tourisme aérien est à l'amphibie. Dans cet ordre d'idées, sauf Schreck, qui exposait une délicieuse conduite intérieure amphibie, nous n'avons pas enregistré d'efforts sérieux. Le Schreck n'a qu'un défaut. Un moteur de 120 ch, pour un appareil de tourisme, c'est beaucoup trop !

Comment on conçoit l'hydravion de demain

La technique française en matière d'hydravions fait des progrès intéressants. Après des années, où elle parut en sommeil, laissant prendre à Claude Dornier, à Rohrbach une avance considérable, elle apparaît aujourd'hui, en particulier, grâce à MM. Lioré et Olivier, à la



LE TRIMOTEUR COMMERCIAL CAUDRON

Les moteurs latéraux sont noyés dans le bord d'attaque de l'aile.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 375

Société C. A. M. S., sortir de sa léthargie. Sans doute, il n'existe pas actuellement d'appareils marins français qui atteignent les dimensions du *Do.S*, encore moins du *Do.X*. Le *Do.S*, qui occupait à lui seul une fraction imposante du Grand Palais, a 209 mètres carrés de surface portante ; sa longueur est de 25 m 75 ; sa hauteur, de 7 m 85. Il est équipé avec quatre moteurs montés deux par deux en tandem, suivant la formule chère au constructeur allemand. On la trouve dans le Dornier *Wal* et dans le *Superwal*. Le dispositif coque-nageoire bien connu se retrouve sur le *Do.S*, comme sur tous les appareils de la maison. Tel qu'il est, l'hydravion allemand se révèle beaucoup plus près d'une intéressante utilisation commerciale que l'immense *Do.X*(1).

Mais il semble bien que toutes les techniques hésitent encore beaucoup sur les formes des coques. C'est que l'hydravion est

forcément un compromis entre le bateau et l'avion. Sa construction doit donc tenir compte de la solidité nécessaire au bateau et de la légèreté indispensable à l'avion ! Il semble bien que ce soit parce qu'il croyait ou croit encore à l'hydravion de haute mer que Rohrbach a adopté cette forme de coques, propice aux amérissages par gros temps. Au contraire, c'est sans doute parce que Claude Dornier ne croit pas à la possibilité d'établir un hydravion susceptible de décoller et d'amérir par gros temps que ses préférences vont aux coques larges, à fond presque plat.

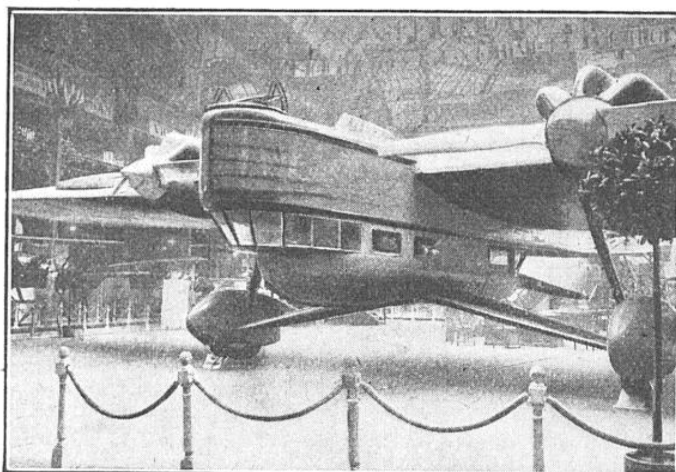
Et la technique française ? Venue ces derniers temps franchement à la construction d'hydravions de gros tonnage à coque, il apparaît que chaque constructeur suit un peu son idée personnelle sans doctrine très précise. C'est peut-être la sagesse pour le moment. Nous possédons encore si peu

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

d'expérience en cette matière qu'il serait peut-être osé d'avoir, dès maintenant, une doctrine étroite et qu'il vaut mieux chercher la solution du problème suivant différentes formules de manière à choisir la meilleure.

Auprès de la coque du *Do.S*, celle du *LeO-H-27* apparaît déjà comme une rivale sérieuse.

L'hydraviation est peut-être la partie restée la plus mystérieuse encore de l'aéronautique. Réjouissons-nous de constater qu'on commence à lui donner, en France, toute l'attention qu'elle mérite.



LE BIMOTEUR MÉTALLIQUE DE COMBAT AMIOT

On voit le fuselage surbaissé qui assure au bombardier et au mitrailleur une étonnante visibilité.

Les moteurs modernes sont aujourd'hui légers, robustes et sûrs

La métallurgie est la grande triomphatrice de ces vingt dernières années. C'est elle qui permet à l'homme de voler, le jour où le poids du cheval-moteur est tombé à 1 kilogramme. Aujourd'hui, des moteurs de 700 chevaux,

refroidis par un liquide, pèsent normalement 700 grammes au cheval environ.

Faisons mention simplement pour mémoire des Rolls-Royce, des Napier utilisés par les Supermarine anglais de la Coupe Schneider, dont le poids ne dépassait pas 550 grammes au cheval, exactement 402 grammes pour le Napier. Ce sont là de véritables pièces de laboratoire, à qui l'on ne peut demander qu'un effort limité dans le temps. Mais, aujourd'hui, le poids moyen du cheval-moteur oscille entre 700 et 600 grammes. Or, et le progrès est là, à la légèreté est venue s'ajouter une autre qualité maîtresse : la solidité, la sécurité de marche. Le 650 Hispano de Costes et Bellonte a tourné sans défaillance de Paris à New York, puis ensuite tout au long de cette immense Tour d'Amitié, accompli aux Etats-Unis. Les progrès de la métallurgie se mesurent à des exploits de ce genre. L'emploi judicieux de métaux légers d'une part, d'acier à haute

résistance d'autre part, ont permis de faire du moteur d'aviation une mécanique de précision, légère et solide.

Le moteur léger à huile lourde détrônera-t-il le moteur à essence ?

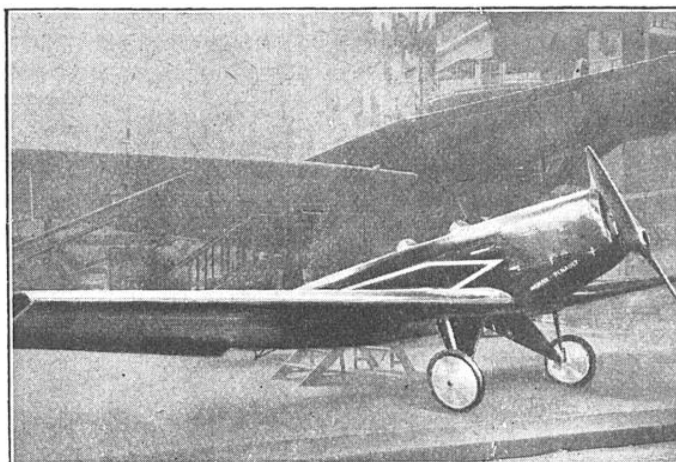
Mais, si la fabrication a progressé, la conception du moteur est restée la même. On se borne à multiplier les précautions de nature à prévenir les pannes, soit en doublant le système d'allumage, soit en doublant, triplant les dispositifs d'alimentation.

Cependant, n'y a-t-il pas certains inconvénients impossibles à éliminer tant qu'on emploiera l'essence comme combustible ?

Il faut croire que, dans le monde entier, les ingénieurs partagent ce scepticisme, puisqu'à l'heure actuelle, aux Etats-Unis, en Italie, en Allemagne, en France, on cherche à adapter le cycle Diesel aux moteurs d'aviation. S'il y avait du nouveau en mécanique au 12^e Salon, c'était d'abord ce moteur Clerget à huile lourde, déjà décrit dans *La Science et la Vie* (1). C'était le Peugeot-Junkers, version française du moteur allemand qui, utilise, lui aussi, le cycle Diesel, mais traité en deux temps.

L'intérêt de l'utilisation du cycle Diesel dans les moteurs d'aviation ne saurait

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 11.

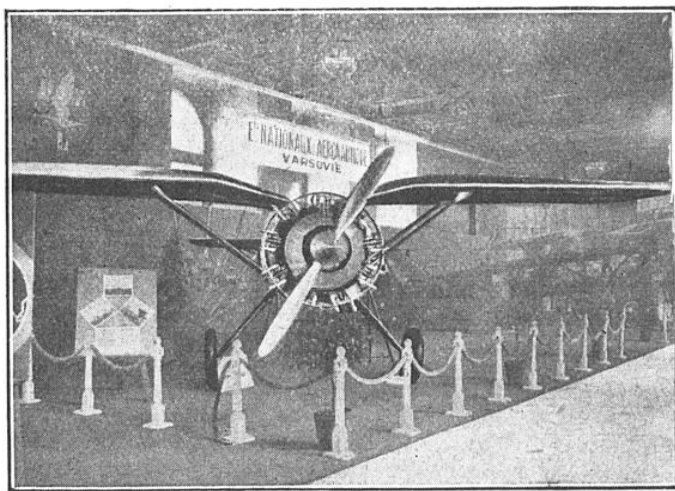


LE PETIT AVION DE TOURISME FARMAN A MOTEUR
RENAULT 4 CYLINDRES EN LIGNE REFROIDI PAR L'AIR

échapper à nos lecteurs. Résumons-les brièvement. C'est d'abord l'élimination presque totale des risques d'incendie, en raison du combustible employé, l'huile lourde ; c'est l'augmentation du rayon d'action par l'économie de combustible — la consommation du Peugeot oscille entre 177 et 150 grammes par cheval-heure ; c'est l'économie de combustible par la consommation plus faible d'un produit moins cher que l'essence ; c'est enfin la suppression de l'allumage électrique, toujours délicat, dangereux et néfaste aux bonnes communications par radio.

A côté de ces moteurs à huile lourde qui constituent de vraies innovations en matière d'aviation, on pouvait voir au XII^e Salon un « sans-soupape » de 500 chevaux, dû à Panhard-Levassor. On ne sait trop pourquoi, le principe du « sans-soupape » a été jusqu'ici exclu du domaine aéronautique. Le moteur de Panhard-Levassor est un 12 cylindres en V à 60°. Il pèse 450 kilogrammes et développe 525 chevaux à 1.700 tours-minute. Seule, croyons-nous, sa distribution par fourreaux concentriques constitue l'innovation du moteur qui, par ailleurs, utilise les solutions classiques.

Voilà pour les idées neuves, originales dans le domaine des moteurs ; mais il nous faut dire quelques mots de la bataille serrée que continuent de se



UN AVION DE CHASSE POLONAIS

On remarque la forme spéciale et très originale de l'aile qui assure au pilote une bonne visibilité par en dessus.

livrer les partisans du moteur à refroidissement par air et ceux du moteur refroidi par un liquide.

Le refroidissement à air et le refroidissement à eau ont chacun leurs partisans

Il y a quelques années seulement, on croyait l'avenir du moteur à refroidissement par air réservé dans l'avenir aux petites puissances. Or, il existe nombre de moteurs refroidis par air, de 500 et 600 chevaux.

Que reproche-t-on aux moteurs à air? D'abord la résistance considérable qu'ils opposent à l'avancement.

A cet égard, les détails de construction ont fait faire à ces moteurs de très sensibles progrès. Nous voulons parler du profilage des tringleries, du carénage des soupapes, de la disposition judicieuse des ailettes de refroidissement.

Mais, jusqu'ici, la disposition en étoile était considérée comme inséparable de ce genre de refroidissement, afin d'obtenir une égale répartition des filets d'air sur les cylindres.

Or, la disposition en ligne — ou en V — est maintenant courante. Le 95-100 chevaux Renault est un petit quatre cylindres en ligne refroidi par l'air. Il équipe la presque totalité des appareils de tourisme français. Isotta-Fraschini exposait même sur son stand un moteur de douze cylindres disposés en V et refroidi par l'air. A 2.400 tours, le moteur donne 450 chevaux. Le poids du moteur complet — type « Asso-Caccia » — est de 375 kilogrammes. Des chicane disposées à l'intérieur du V assurent la répartition des filets d'air sur tous les cylindres, et c'est tout le dispositif de refroidissement! On reste rêveur, mais les faits sont là. S'il est

réellement possible d'assurer normalement et dans des conditions aussi simples le refroidissement d'un moteur de cette puissance, alors, il faudra bien avouer que l'avenir du moteur à air est théoriquement sans limite.

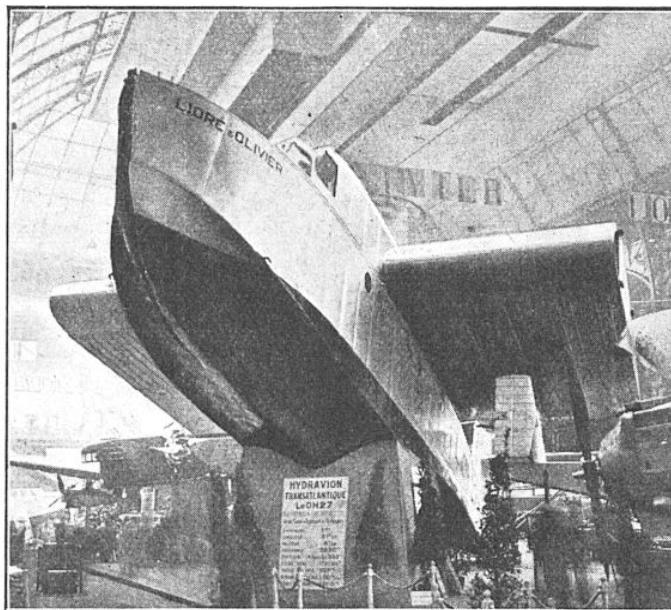
Si l'on admet, en principe, que le moteur à refroidissement par air peut, dans certains cas, faire preuve des mêmes qualités aérodynamiques sur le moteur à eau, possède-t-il les mêmes qualités thermodynamiques? C'est ce que contestent les partisans du

moteur refroidi par un liquide. Ceux-ci assurent — et les expériences de laboratoire semblent leur donner raison — qu'il y a un avantage considérable à se servir d'un cylindre dans lequel il est possible de maintenir une température uniforme sur toutes les parois de la chambre de combustion. On peut alors employer de plus hautes pressions effectives moyennes que dans un moteur refroidi

directement par l'air, et on réduit sensiblement la consommation de combustible par cheval effectif.

Ce ne sont pas les seuls arguments lancés par les partisans du moteur refroidi par un liquide. Ils avancent encore, en effet, contre les moteurs à air, que ceux-ci se montreraient plus rétifs aux qualités de silence qu'on exigera bientôt des moteurs d'avions. A leur avis, le moteur refroidi par un liquide peut se construire avec tous ses organes mobiles complètement enfermés, ce qui atténue le cliquetis mécanique.

Mais les partisans du moteur refroidi par l'air ont beau jeu d'opposer à leurs adversaires un argument de valeur. Le moteur à eau exige un radiateur. Pour les avions de combat, la présence de cet organe fragile n'est-elle pas une terrible infériorité? C'est

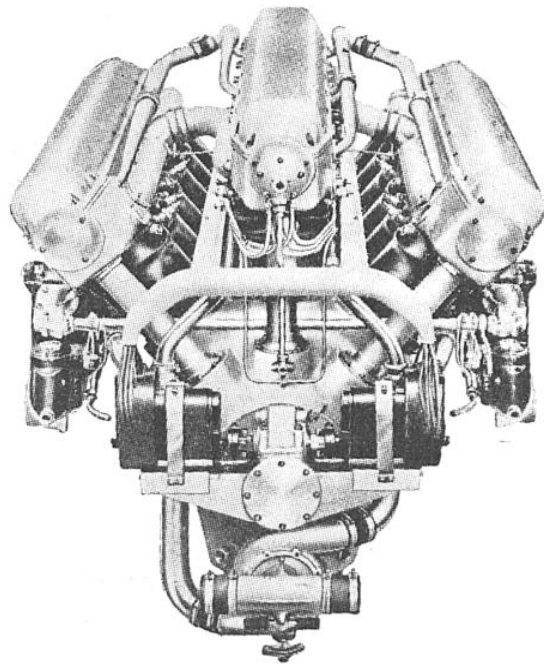


LA COQUE DE L'HYDRAVION TRANSATLANTIQUE LIORÉ
ET OLIVIER LEO-H 27

tout à fait exact, si les moteurs refroidis par un liquide devaient immanablement posséder des radiateurs. Mais rien n'est moins sûr. Déjà, des expériences ont été faites avec succès sur l'emploi de l'éthyl-glycol, qui permet de porter la température d'ébullition à près de 197°. L'effet de cette élévation du point d'ébullition permettra l'usage de petits radiateurs. L'économie en surface envisagée comme possible serait de plus de 60 %.

Et ce n'est pas le seul système original de refroidissement par un liquide qui soit à l'étude. Il en existe un autre, dit refroidissement par évaporation. Dans ce cas, le fluide réfrigérant n'est pas mis lui-même en contact avec les surfaces servant à dissiper la chaleur. Il circule autour du moteur en passant par un petit réservoir disposé de telle façon que, par des moyens mécaniques ou autres, la vapeur formée se sépare et passe à un condenseur refroidi par l'air. Le condenseur prend ainsi la place du radiateur, et le produit de la condensation est ramené du condenseur au réservoir de circulation par gravité ou autrement.

Avec ce système, le temps nécessaire pour réchauffer le moteur — ce qui constitue l'un des inconvénients du moteur à eau — se trouverait grandement réduit, puisque la petite quantité de liquide contenue dans le réservoir de circulation serait portée à l'ébullition après une très courte période de marche. En outre, les surfaces de rayonnement, exposées et susceptibles — en combat — d'être percées par une balle, ne contiendraient que de la vapeur à la pression



MOTEUR DE CONSTRUCTION ITALIENNE ISOTTA FRASCHINI DE 1.000 CHEVAUX, 18 CYLINDRES EN W REFROIDI PAR L'EAU

atmosphérique, ce qui réduirait beaucoup la perte par fuite.

L'abondance des modèles des deux types de moteurs exposés au dernier Salon montre que les avis sont encore extrêmement partagés.

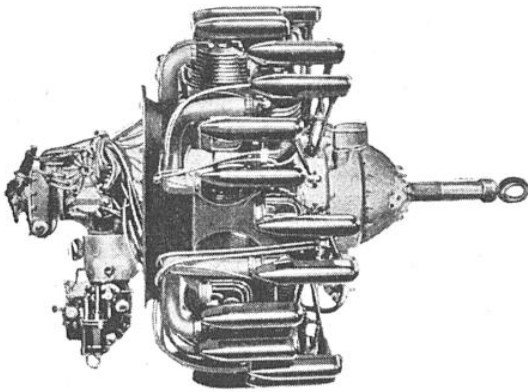
Une nouvelle disposition : Le moteur inversé

Une variété de moteurs, quant à la forme, a fait son apparition depuis peu. C'est le moteur inversé. L'idée n'est pas absolument neuve, mais elle tend à se généraliser. Dans ce genre de moteurs, le carter se trouve en haut et les têtes de cylindres en bas.

A quels avantages correspond cette disposition?

Tout d'abord, l'axe du moteur et, par conséquent de l'hélice, peut être placé très haut, sans que la visibilité soit affectée, au contraire. Il devient possible ainsi d'utiliser des hélices de grand diamètre, dont le rendement est élevé. Les trains d'atterrissage, en outre, peuvent être construits plus bas, sans que soit diminuée la garde nécessaire à l'hélice.

Les carburateurs peuvent être, dans de nombreux cas, alimentés en charge, ce qui permet de supprimer les pompes à essence.



MOTEUR DE CONSTRUCTION ANGLAISE ARMS-TRONG SIDDELEY DE 500 CHEVAUX, 14 CYLINDRES EN ÉTOILE REFROIDI PAR L'AIR

Remarquer le souci mis à carèner les soupapes et à profiler les tringleries, ainsi que la disposition des cylindres, décalés pour assurer un meilleur refroidissement.

L'accessibilité au moteur est facilitée du fait que les organes qui demandent le plus d'entretien, comme les bougies, appareils d'allumage, carburateurs, pompes, sont placés très bas.

Les culasses des cylindres, qui exigent le plus grand refroidissement, sont directement baignées par l'eau qui vient d'être refroidie et sont nettement en charge sous la nourrice d'eau, condition favorable à une bonne circulation.

Telles sont les considérations spéciales qui ont incité plusieurs constructeurs, dont Farman, en France, à utiliser cette disposition fort intéressante.

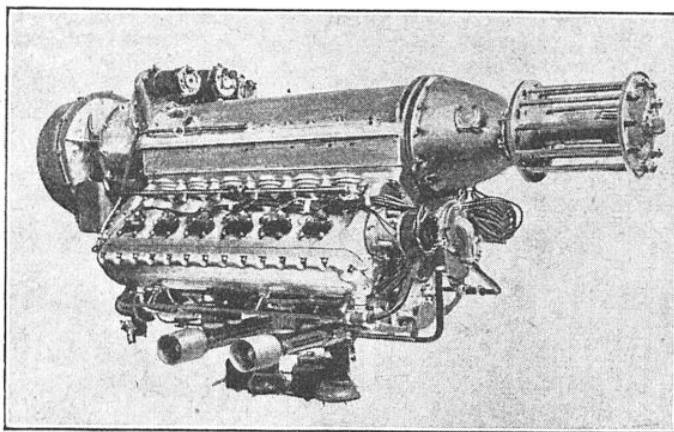
Les hélices de l'avenir seront métalliques et à pas variable

L'hélice en bois est, semble-t-il, condamnée à disparaître. La très grande majorité des appareils exposés au Salon utilisait des hélices métalliques. Les recherches touchant la sécurité du vol, celles concernant la facilité des réparations, celles enfin qui ont trait à la fabrication même ont tout naturellement orienté les fabricants dans cette voie. Mais le stade de la construction métallique est lui-même aujourd'hui dépassé. Nous en sommes maintenant à l'âge de l'hélice à pales réglables au sol et à pas variable en vol.

Passons rapidement en revue les avantages de l'hélice à pales réglables au sol, ce qui implique, faisons-le remarquer, la fabrication par pales rapportées. C'est, tout d'abord, la mise au point rapide du fait de la correction du pas sans qu'il soit nécessaire d'opérer un démontage ; c'est ensuite l'adaptation possible à chaque cas particulier de

vol, vitesse pure, croisière, altitude ; c'est encore l'équilibrage parfait, car il devient ainsi aisé de peser chaque pale séparément et de contrôler les centres de gravité.

Les hélices à pas variable en vol augmentent considérablement la somme déjà grande de ces bénéfices. Il convient, en premier lieu, de citer, parmi ces avantages supplémentaires, la réduction de la distance de roulement au décollage par l'utilisation totale de la puissance des moteurs, l'ascension rapide, la possibilité de vol, dans le cas d'arrêt d'un moteur sur un appareil multimoteur, rendue plus facile grâce à l'adaptation correcte de ou des hélices en fonctionnement et de la réduction de surface de l'hélice arrêtée en augmentant le pas de celle-ci, ce qui a pour effet de diminuer sa résistance à l'avancement. Enfin, et c'est là peut-être l'immense bénéfice réalisé



MOTEUR FARMAN INVERSÉ : 550 CH, 18 CYLINDRES EN W

par l'hélice à pas variable en vol : la possibilité des vols aux très hautes altitudes avec des moteurs à compresseur. La conservation de la puissance du moteur avec l'altitude nécessite, en effet, l'emploi d'hélices capables d'absorber, à chaque altitude le couple moteur maintenu constant.

Le problème de l'adaptation des hélices au milieu d'utilisation soulève, comme on le devine, de très délicates questions de construction et aussi de commande. La majorité des inventeurs qui se sont acharnés dans divers pays à leur trouver une solution, se sont ralliés à la commande électrique.

Les résultats obtenus, en particulier par Ratier, en France, semblent montrer que la technique française fait de très intéressants progrès dans cette voie.

J. LE BOUCHER.



UN BEL EXEMPLE DE LA CONSTRUCTION AÉRONAUTIQUE FRANÇAISE (LIORÉ ET OLIVIER)

Les Établissements Lioré et Olivier comptent actuellement, non seulement parmi les plus importantes, mais aussi parmi les plus anciennes firmes aéronautiques. Rien n'est plus suggestif que de regarder la série des photographies des appareils construits depuis 1908 par M. Lioré, seul d'abord, et depuis 1911, en collaboration avec M. Olivier, qui pilota ses premiers appareils.

La doctrine, au début, n'était pas assise, et les partisans du monoplan et du biplan se livrèrent une guerre acharnée et, d'ailleurs, indécise. La longue suite d'appareils que nous avons sous les yeux montre que les Établissements Lioré et Olivier ont évité de prendre parti dans cette querelle stérile. Ils ont senti dès le début que l'avenir n'était pas dans une formule, mais que chacune avait ses qualités propres qui correspondaient aux différents problèmes à résoudre. La plus mauvaise méthode était de se cristalliser dans une idée préconçue. La raison demandait, au contraire, de peser, dans chaque cas, les avantages et les inconvénients de chaque type. Puis le choix fait, après avoir appliqué à la solution du problème les facultés créatrices nécessaires, il fallait, avec une ténacité et une patience inlassables, avec un esprit critique avisé, procéder à la mise au point et au perfectionnement de la formule mûrement choisie. C'est ce qu'avaient compris, dès le début, les

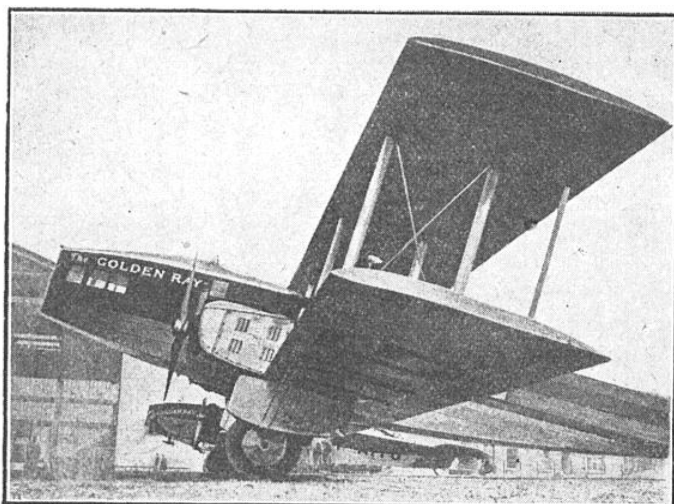
Établissements Lioré et Olivier. D'où une variété de modèles extraordinaires. D'où une attention qui, dès le début, s'est portée aussi bien sur la construction monoplan que sur la biplane, sur les monomoteurs et les multimoteurs, sur les appareils terrestres et les hydravions. Qui ne connaît la silhouette devenue classique des *Golden-Ray*, le *LeO-21*, qui assurent le service Paris-Londres, dans des conditions de confort et de vitesse jamais dépassées sur cette ligne? Les Établissements Lioré et Olivier ont été parmi les premiers à saisir toute l'importance du facteur confort dans la construction des appareils de transport. L'idée d'aménager ses *LeO-21* en avion-restaurant, en avion-bar a mis en évidence ce souci.

La même ingéniosité, la même attention à construire des appareils adaptés à leur véritable destination se remarquent dans les appareils militaires de la maison. Exemple, ce *LeO-20-Bn3*, adopté par le gouvernement français pour équiper toute son aviation de bombardement de nuit. La



M. LAURENT-EYNAC, MINISTRE DE L'AIR, PRENANT PLACE
DANS L'AVION « GOLDEN-RAY » POUR EFFECTUER LE
VOYAGE PARIS-LONDRES

machine est de taille. Elle est prévue pour un équipage composé d'un pilote placé en avant des ailes, ce qui lui assure une bonne visibilité ; d'un mitrailleur-bombardier placé à l'extrême avant du fuselage ; d'un mitrailleur arrière chargé de la T. S. F. Propulsé par deux moteurs de 400 à 500 ch, l'appareil peut, avec une charge militaire de 1.269 kilogrammes, franchir une distance de 700 kilomètres.



L'AVION « GOLDEN-RAY » QUI ASSURE LE SERVICE RÉGULIER SUR LA LIGNE PARIS-LONDRES

L'ingéniosité a consisté à faciliter le travail du mitrailleur en lui permettant de tirer aussi commodément du poste supérieur que du poste inférieur. A cet effet, la maison Lioré et Olivier a constitué le poste de son mitrailleur arrière par une cuve en duralumin mobile dans le sens vertical. Cette cuve est guidée par quatre colonnes et peut être immobilisée dans trois positions différentes. Dans la position haute, le mitrailleur, debout, sort du fuselage jusqu'à la ceinture. Dans la position basse, en se mettant à genoux, il peut tirer sur l'arrière par une trappe pratiquée dans le fuselage, sous toutes les inclinaisons et dans un secteur de 45 degrés de part et d'autre de l'axe du fuselage.

La manœuvre de la cuve s'exécute en moins d'une seconde.

Avec toutes les résistances extérieures dues aux lance-bombes, aux bombes, aux deux jumelages Lewis, aux deux fusées Holt, au moulinet de génératrice, aux deux feux de position, la vitesse au sol à régime normal ressort à 196 kilomètres à l'heure. A 5.000 mètres, elle est encore de 176 kilomètres à l'heure. Notons que la machine monte à 1.000 mètres en quatre minutes et atteint 5.000 mètres en quarante-deux minutes.

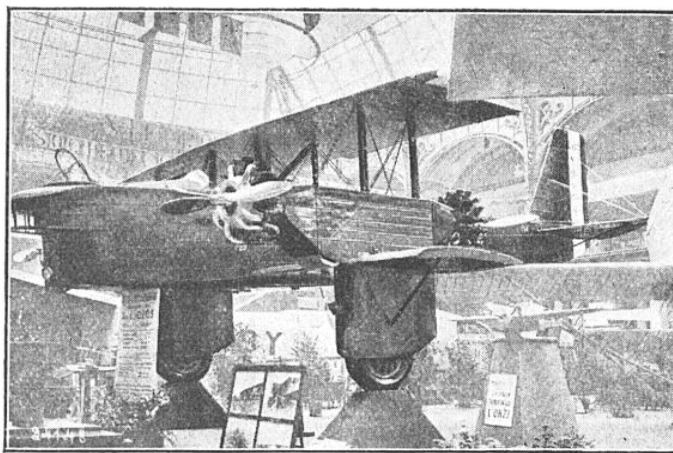
Pour un poids total de 5.300 kilogrammes, l'indice d'essai statique est encore de 6,06, ce qui

montre la solidité de la construction. La charge, par mètre carré, est d'environ 48 kilogrammes, ce qui est très raisonnable pour un appareil destiné aux vols de nuit.

Le gros quadrimoteur *LeO-203* est du même type de construction que le *LeO-20-Bn3*, mais la cellule a une envergure légèrement plus grande ; le fuselage est allongé d'un mètre. Enfin, l'appareil comprend quatre moteurs montés deux par deux, en tandem, et d'une puissance totale de 1.200 ch. L'armement du *LeO-203* se distingue de celui du *LeO-20-Bn3* par le fait que la cuve du poste inférieur de mitrailleur est fixe. La présence d'un quatrième homme à bord rendait, en effet, inutile la mobilité de la cuve. C'est tou-

jours ce même souci d'une judicieuse adaptation aux besoins qu'on retrouve dans toute la série des hydravions biplans Lioré et Olivier *LeO-H-193*, 197, 198, 199, destinés à la grande reconnaissance, au transport des blessés ou aux transports commerciaux. La forme des coques a été très étudiée, spécialement en vue d'une utilisation dans la houle dure et courte de la Méditerranée.

On peut se rendre compte des excellents résultats obtenus sur les appareils de ce type quand on sait qu'en décembre 1927, l'équipage Ponce-Maillard résista victorieu-



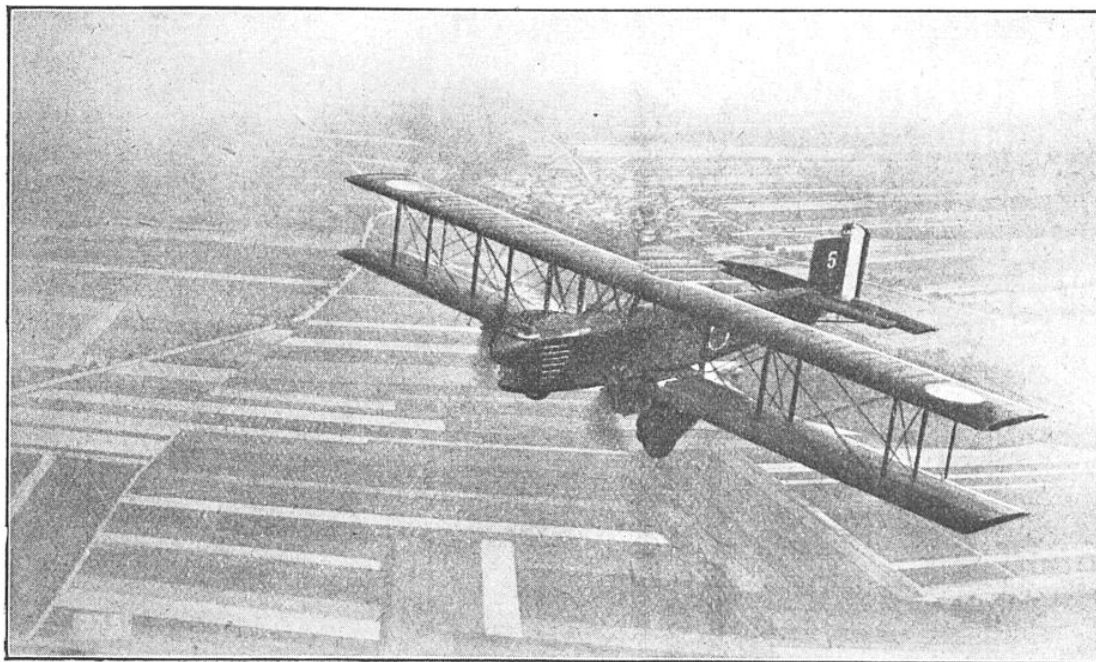
LE NOUVEL AVION DE BOMBARDEMENT QUADRI-MOTEUR « LeO-203 » AU XII^e SALON DE L'AÉRONAUTIQUE, STAND LIORÉ ET OLIVIER

sement à une tempête de soixante-douze heures d'une extrême violence en Méditerranée. Les bâtiments de secours français et italiens durent regagner leur base, dans l'impossibilité où ils étaient de tenir la mer. Ponce et Maillard, si incroyable que cela paraisse, abordèrent à Ustica *par leurs propres moyens*.

Avec les hydros *LeO-H-18*, hydravion d'école, *LeO-H-22*, appareil de tourisme ou de transport postal, le *LeO-H-23*, amphibie de surveillance, le *LeO-H-24*, appareil de

de 18 m 55 ; la hauteur, de 6 m 75 ; la surface portante, de 105 mètres carrés. Le poids à vide est de 4.640 kilogrammes ; le poids total, de 6.950 kilogrammes ; la vitesse maximum au sol est de 200 kilomètres à l'heure.

Avec le *LeO-H-27*, dont la formidable coque métallique a constitué l'une des expositions les plus remarquées au XII^e Salon de l'Aéronautique, les Établissements Lioré et Olivier ont montré la sûreté de leur construction et l'audace de leur technique. Le



L'AVION DE BOMBARDEMENT « LEO-20-BN3 », AU 21^e RÉGIMENT D'AVIATION, A NANCY

transport public, le style change. Tous ces types sont des monoplans cantilever. La plupart des coques sont métalliques. L'idée centrale qui présida à leur création apparaît nettement et splendidement réalisée dans le *LeO-H-24*. Les Établissements Lioré et Olivier ont compris que le passager de l'hydravion a droit, lui aussi, au confort. Et c'est ainsi qu'on vit la première coque d'hydravion français dans laquelle un homme pût se tenir aisément debout. L'appareil est mû par deux moteurs de 500 ch démultipliés et disposés en tandem. Un tunnel a été ménagé pour permettre le passage du mécanicien du compartiment de l'équipage à la chambre des moteurs. Déjà, nous arrivons aux dimensions majeures. L'envergure est de 26 mètres ; la longueur totale,

gigantesque hydravion destiné au transport transatlantique doit atteindre le poids total de 17.300 kilogrammes. Son rayon d'action prévu est de 3.200 kilomètres, par vent debout de 50 kilomètres à l'heure et de 4.000 kilomètres par vent nul. Ajoutons que l'envergure de l'appareil est de 37 mètres ; sa longueur, de 21 m 50 ; sa hauteur, de 6 m 50 ; enfin sa surface portante de 180 mètres carrés. Quatre moteurs de 650 ch à réducteur, disposés en tandem deux par deux, sont destinés à propulser l'énorme et belle machine volante.

Avec cet appareil de construction ultramoderne, l'hydraviation maritime française montre qu'elle se sent capable de s'aligner avec les constructions étrangères les plus audacieuses,

LES HYDRAVIONS GÉANTS EN 1931 (DORNIER)

AUCUNE technique, sauf celle de Louis Bréguet peut-être, en France, n'offre sans doute l'image d'une continuité aussi harmonieuse que celle de M. Dornier. Le grand constructeur allemand avait, durant le XII^e Salon, réuni sous une vitrine les maquettes des principaux types d'avions et d'hydravions conçus et réalisés dans ses ateliers de Friedrichshafen et d'Altenheim. L'impression était saisissante. Si M. Dornier avait mis auprès de chacune de ses maquettes la date de construction des appareils, il serait alors apparu clairement aux yeux les moins familiarisés avec les silhouettes d'avions que M. Dornier fut l'un des tout premiers, dans le monde, le premier peut-être, à entrevoir nettement l'avenir de l'hydravion. Ce qui est plus curieux encore, c'est que le constructeur allemand, si l'on suit, maquette par maquette, sa production, semble avoir eu également très vite dans l'œil l'image de ce que doit être l'hydravion futur : un compromis entre le bateau et l'avion. On ne remarque pas, non plus, de tâtonnements dans le choix du matériau à employer. M. Dornier a tout de suite opté pour la construction métallique.

Ce compromis audacieux entre le bateau et l'avion représente l'idée maîtresse de la construction Dornier. On la trouve déjà dans la petite *Libellule* de 50 ch, premier né de cette grande famille d'hydravions, qui compte aujourd'hui dans ses rangs, le plus grand appareil marin du monde : le *Do. X* (1) et son frère cadet, le *Do. S*.

Mais avant d'arriver à ces dimensions encore exceptionnelles, M. Dornier avait longuement vérifié le bien-fondé de sa formule de construction en mettant à flot le *Dornier-Wal*, bi-moteur en tandem, et le *Dornier-Super-Wal*, dont les quatre moteurs sont montés en tandem dans deux fuseaux.

Les voyages du *Dornier-Wal* à travers le monde ont assuré au constructeur allemand, dans la science de la construction des hydravions, la réputation d'une maîtrise indiscutable et indiscutée. Cette maîtrise devait se révéler dans toute son ampleur à la vue du *Do. X*, dont la conception avait paru à certains une gageure. Or, le *Do. X*, après avoir accompli sur le lac de Constance des essais minutieux, s'est envolé vers la Hollande, puis

vers l'Angleterre, où le prince de Galles tint lui-même à piloter l'appareil, puis vers la France, où quelques spécialistes furent admis à le visiter et même à l'essayer. Puis le *Do. X* quitta la France pour l'Espagne, où un incendie fortuit devait provisoirement l'immobiliser.

Il est bien évident que, malgré tout, les Parisiens n'auraient pu admirer le *Do. X*. Les dimensions de l'appareil — 48 mètres d'envergure — lui interdisaient l'entrée du Grand Palais. Il est déjà très beau, de la part de M. Dornier, d'avoir exposé son *Do. S*. Avec ses 31 mètres d'envergure, ses 25 m 75 de longueur, sa hauteur de 7 m. 85 (hélices en marche), ses 290 mètres carrés de surface portante, le montage du *Do. S* dut soulever quelques problèmes délicats.

Le fait que l'appareil était venu par la voie des airs, de Friedrichshafen à Paris, contribuait, il faut le dire, à renforcer la chaleureuse opinion de tous. Si le profane s'est extasié avant tout sur l'installation luxueuse des cabines destinées aux passagers, les yeux avertis ont admiré la ligne générale de la machine.

La construction du *Do. S* présente les qualités propres à la construction Dornier. La coque est large et puissante, à un redan ; elle est flanquée des deux nageoires classiques de Dornier. L'amortissement de la coque, très peu marquée au redan, augmente fortement vers la proue. Derrière le redan, une quille de compression se relie à la coque, qui s'amincit rapidement vers le haut et vers l'arrière, ce qui permet d'obtenir un amerrissage doux et assure une grande sûreté dans la manœuvre de prise de contact avec l'eau. À l'arrière de la quille se trouve un gouvernail marin, indépendant des gouvernails aériens. Le pilote dispose d'un levier à main spécial pour agir sur le gouvernail marin.

La cellule du *Do. S* offre des innovations intéressantes. On retrouve l'ailette supérieure que M. Dornier avait disposée sur le *Do. X*, et qu'il devait par la suite réduire à un simple haubanage rigide et métallique, entre les fuseaux-moteurs. Sur le *Do. S*, l'ailette, entièrement métallique, contribue nettement à la sustentation ; elle dépasse sensiblement les fuseaux-moteurs. À elle, viennent s'accrocher, de part et d'autre, des haubanages souples, qui permettent de faire sup-

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

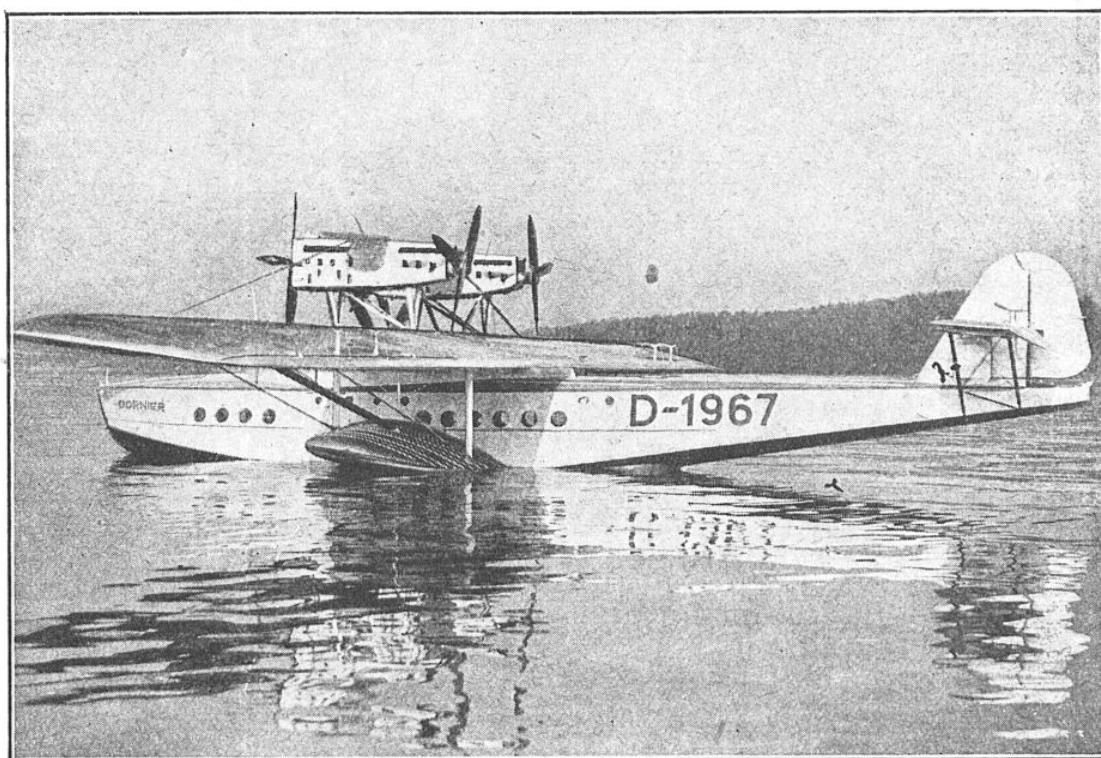
porter à tout l'ensemble de la cellule les efforts supplémentaires qui peuvent se produire d'un côté ou de l'autre de l'appareil, en cas d'amerrissage défectueux ou de mer houleuse.

L'aile principale est entièrement entoilée, ce qui constitue une différence avec l'aile principale du *Do. X* dont le bord d'attaque est métallique.

Elle se divise longitudinalement en trois

du Dornier-Wal, permet d'augmenter très substantiellement la charge utile. En outre, une disposition très heureuse a permis de séparer complètement l'équipage des passagers et d'affecter aux services techniques du bord un pont placé au-dessus du pont principal.

Enfin, l'installation commerciale de l'appareil est remarquable. En avant, tout près de la proue, après le compartiment de choc



L'HYDRAVION GÉANT « DO S », ÉQUIPÉ DE 4 MOTEURS DE 460 CHEVAUX, EST CAPABLE D'EMPORTER VINGT-DEUX PASSAGERS EN DEUX CABINES, DANS LES MEILLEURES CONDITIONS DE CONFORT

parties. Les longerons sont essentiellement constitués d'éléments en duralumin emboutis et les nervures sont en étirés de duralumin.

Les nageoires adaptées à la coque sont d'une forme différente de celle du *Do. X*. Elles constituent une troisième aile. Selon M. Dornier, celle-ci accroît la sustentation en vol. Naturellement, comme sur les autres types Dornier cette aile-nageoire contribue largement à augmenter la stabilité à flot et la poussée hydrodynamique lorsque l'appareil glisse sur l'eau.

Avec sa coque-fuselage très vaste, le *Do. S*, dont les qualités de vitesse et de montée doivent sensiblement rappeler celles

où sont placés les agrès marins, on distingue une soute à bagages, une cabine pour douze passagers, une antichambre et un vestiaire, puis, à bâbord, est disposé une toilette : à tribord, une bibliothèque et une petite pharmacie ; enfin, toujours en se dirigeant vers l'étambot, une cabine pour dix passagers et une cuisine.

L'appareil est équipé de quatre moteurs de 460 ch Hispano, donnant en pointe 640 ch.

La conception du *Do. S*, sa construction, son aménagement intérieur dénotent une technique sûre de soi et pourrait bien synthétiser le point culminant des connaissances actuelles en matière d'hydravions.

UN BEL EFFORT DE CONCENTRATION INDUSTRIELLE (LA S. G. A.)

Le développement de toute industrie est lié intimement à la concentration des efforts. L'aviation n'échappe pas à cette règle générale de la plus grande force par la plus grande union. Aussi, après quelques hésitations dues à l'individualisme de certains, a-t-on compris chez nous tout l'intérêt de la concentration.

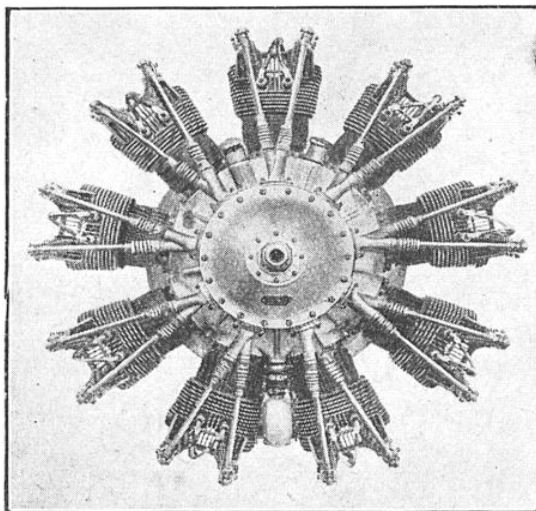
C'est ainsi que la Société Lorraine, grande productrice de moteurs, s'est unie à six grands constructeurs d'avions pour former la Société Générale Aéronautique, qui comprend, outre la Société Lorraine, les Sociétés Hanriot, C. A. M. S., Nieuport-Delage, contrôlant elle-même la Société Aérienne Bordelaise, et S. E. C. M. qui contrôle, pour sa part, la Société Latham. Ce premier groupement d'aviation, réalisé en France le 11 février 1930, dispose d'installations remarquables couvrant une surface totale de l'ordre

de 300 hectares et une surface bâtie de plus de 170.000 mètres carrés. Ces deux chiffres suffisent pour montrer la puissance industrielle de ce groupement, qui peut revendiquer, à bon

droit, le titre de fournisseur universel en matière d'aviation.

Lorraine, par ses moteurs à refroidissement à air ou à eau, qui détiennent, au palmarès des records, une place enviée ; Hanriot, par ses avions-écoles et de transformation, par ses avions sanitaires, ses appareils de liaison ; Nieuport, par son monoplan commercial, par ses avions de chasse renommés ; la Société Aérienne Bordelaise, spécialisée dans la construction des gros porteurs métalliques de même que la

S. E. C. M. ; la Société Latham, par ses hydravions ; la Société C. A. M. S., autre spécialiste d'hydravions utilisés par notre aéronautique maritime et marchande, sont, un sûr garant de régularité et de sécurité.

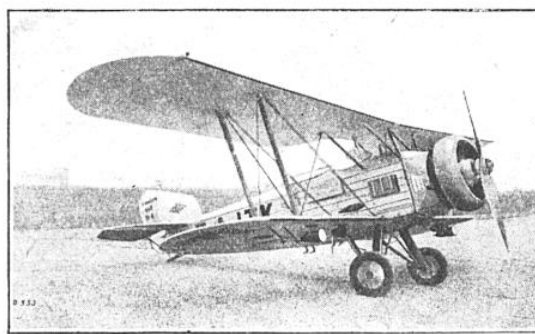


MOTEUR LORRAINE «ALGOL» 300 CH A RE-
FROIDISSEMENT PAR AIR



AVION NIEUPORT-DELAGE N. D. 641

Equippé d'un moteur Lorraine 240 ch « Mizar », cet avion, en service sur les lignes de la S. T. A R., peut emporter 4 passagers.



AVION LORRAINE-HANRIOT L. H. 431

Moteur Lorraine 240 ch « Mizar ». En service dans les écoles d'aviation de Bourges et de Châlons-sur-Marne.

UNE GAMME DE MOTEURS POUR TOUS LES TYPES D'AVIONS (RENAULT)

Le dernier Salon de l'Aviation de Paris, qui, on l'a vu d'autre part, a présenté des nouveautés techniques fort intéressantes dans tous les domaines, a permis, notamment, d'enregistrer, à côté du développement de l'aviation marchande et militaire, la place considérable prise par l'aviation de tourisme. Depuis quelques mois, en effet, tous les constructeurs d'avions ont étudié et réalisé une cellule destinée à l'aviation légère.

Par contre, il n'existe, malheureusement, encore que très peu de moteurs susceptibles d'équiper ces appareils.

Leur conception se présente, en effet, d'une façon très différente de celle des moteurs que l'on était habitué à monter sur les avions et qu'utilisent les compagnies de navigation aérienne ou l'aéronautique militaire.

Plus que tout autre, le moteur d'aviation de tourisme doit présenter des qualités de très grande robustesse, d'extrême simplicité et d'économie. Destiné à être acheté et utilisé par des particuliers, ce moteur ne pourrait réussir s'il ne satisfaisait, au plus haut point, à ces trois qualités.

Renault a parfaitement compris le problème : depuis longtemps, ses services étudiaient, en prévision du développement rapide de l'aviation de tourisme, une formule

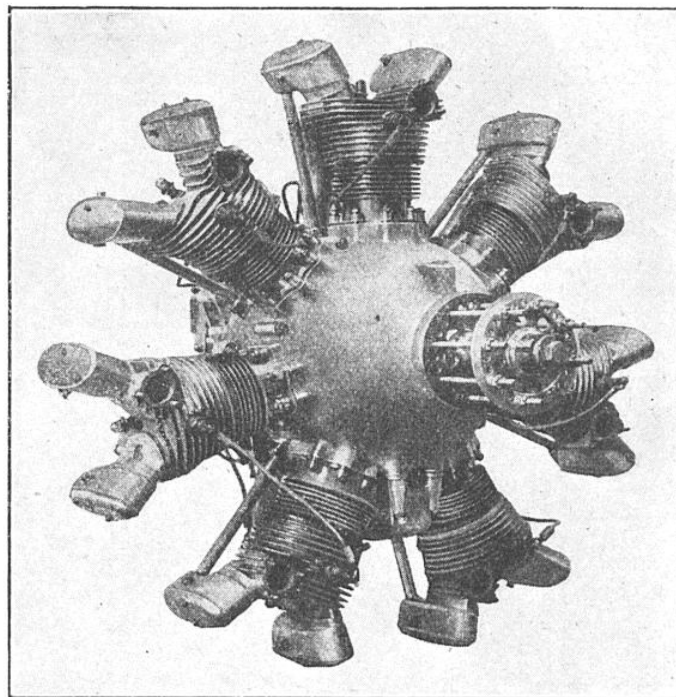
répondant à ses besoins. Il l'a présentée il y a quelques mois : son moteur est un 100 ch, 4 cylindres en ligne à refroidissement par air, dont les caractéristiques évitent à l'utilisateur d'avoir à supporter les frais élevés résultant de la consommation et de l'entretien des engins trop puissants.

De plus, sa puissance est telle qu'il convient admirablement pour les avions légers aménagés en biplace, et ce moteur a été immédiatement adopté pour la majeure partie des avions de tourisme français : Potez, Caudron, Farman, Dewoitine, Wibault, Blériot, Guérchais, etc. N'est-il pas significatif que, sur les cent premiers avions de tourisme dont le ministère de l'Air a voulu, récemment, constater l'acquisition dans une courte pé-

riode de trois mois, 75 % des appareils ont été équipés avec ce moteur ? Nul doute qu'il ne connaisse le plus grand succès. Les débuts, d'ailleurs, sont très encourageants, et les deux seuls avions français qui faisaient partie du peloton de tête à la fin du challenge international de l'aviation de tourisme 1930, étaient équipés avec des 100 ch Renault.

Outre ce moteur, deux autres types sont construits par Renault, pour le tourisme aérien :

Le 100-130 ch, 7 cylindres, en étoile, à refroidissement par air.



MOTEUR POUR AVION DE TOURISME 100-130 CH, 7 CYLINDRES EN ÉTOILE, A REFROIDISSEMENT PAR AIR

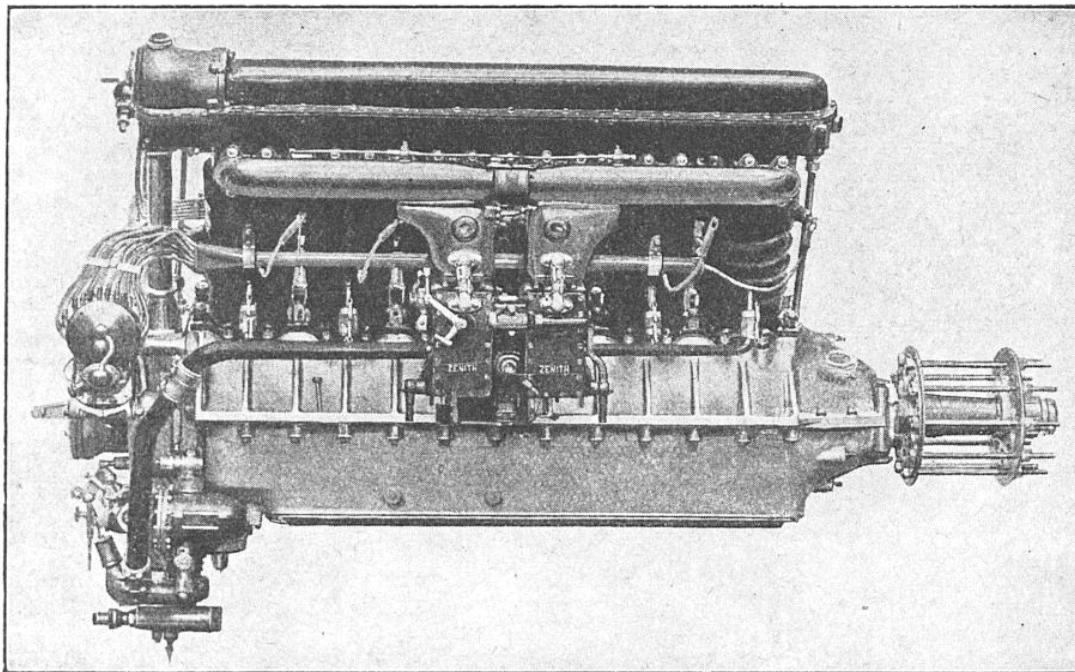
Le 250-270 ch, 9 cylindres, en étoile, à refroidissement par air, moteur destiné au grand tourisme, qui est monté sur cellule Farman 190, appareil dont la cabine spacieuse peut recevoir cinq passagers et qui dispose d'importantes soutes à bagages. D'autres applications sont en cours sur la limousine monomoteur Dewoitine, type 35, les trimoteurs Lioré-Olivier, Weymann-Lepère, etc...

Toutefois, si le tourisme aérien a préoccupé

lules Latécoère 25 et 26, pour l'exploitation de son réseau France, Afrique, Amérique du Sud. Cette compagnie obtient une régularité de 100 %.

Avec ce même type de moteur, monté sur cellules bimoteur Lioré-Olivier, aménagées en avions-bars, la Compagnie Air-Union assure quotidiennement le service Paris-Londres.

Le 500 ch ne diffère du 450 ch que par un régime de rotation plus élevé, ce qui a permis un gain de puissance. Il est monté sur cel-



MOTEUR RENAULT POUR AVION COMMERCIAL, 450-500 CH, 12 CYLINDRES EN V, A REFROIDISSEMENT PAR EAU. L'HÉLICE EST ACTIONNÉE DIRECTEMENT PAR L'ARBRE MOTEUR

à juste titre les services d'études, ceux-ci n'en ont pas moins continué la mise au point des moteurs destinés aux aviations militaire et marchande.

Contrairement aux précédents, ces moteurs sont à refroidissement par eau. C'est, d'ailleurs, une tendance générale actuelle de revenir à ce mode de refroidissement, malgré le supplément de poids qu'il entraîne.

Parmi ces moteurs, nous citerons les types suivants :

Les moteurs 450-500 ch, 12 cylindres Ja et Jc directs. — Parmi les nombreuses applications de ce moteur, qui a démontré ses qualités par les résultats obtenus par les compagnies qui l'utilisent, il y a lieu de citer :

La Compagnie Générale Aéropostale, qui emploie les 12 cylindres Ja montés sur cel-

lule Potez 25, Bréguet 270, Wibault, les Mureaux, etc.

Le moteur 500 ch, 12 cylindres en V, démultiplié. — Ce moteur, de même cylindrée que les 12 Ja et les 12 Jc, en possède les mêmes caractéristiques. La différence réside dans l'adjonction d'un démultiplicateur formé d'un couple d'engrenages droits, système simple et robuste, qui permet notamment l'emploi de propulseurs de grands diamètres.

Encouragée par les résultats obtenus, la Compagnie Générale Aéropostale a commandé ce moteur pour le monter notamment sur les cellules Laté 28. De même la Compagnie Air-Union utilise des 500 ch démultipliés sur les berlines Bréguet 280 T affectées au service Paris-Lyon-Marseille.

En hydravion, d'heureuses applications

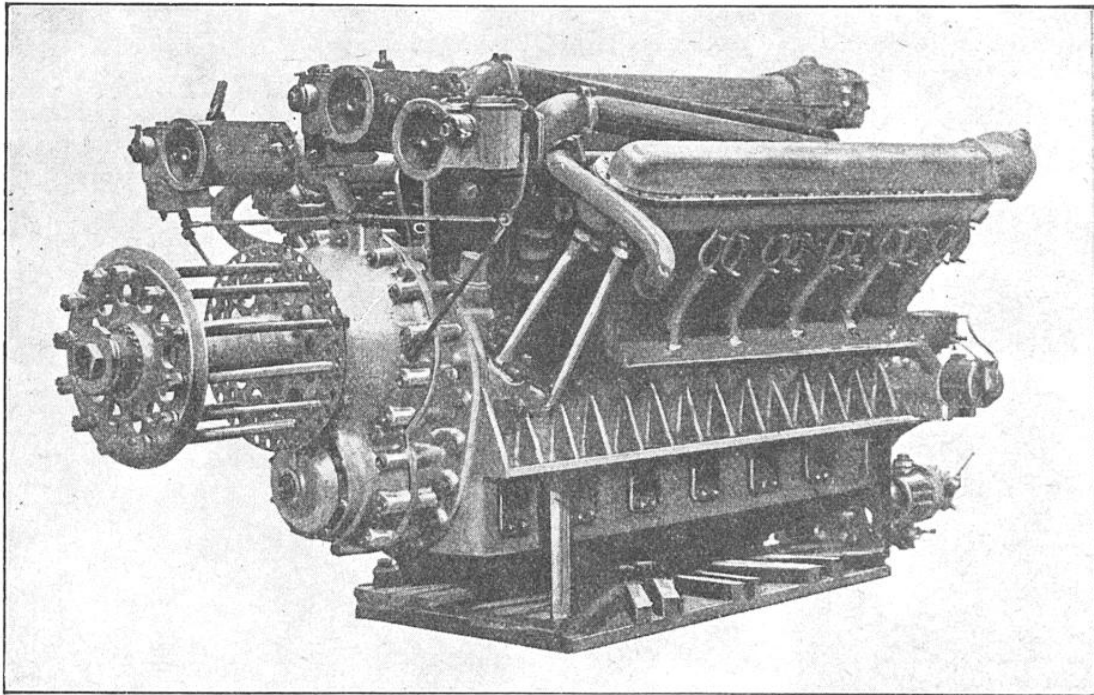
ont été réalisées : hydravion bimoteur Lioré-Olivier, type Leo 24, Latham, Cams, etc.

Le moteur 550-600 ch, 12 cylindres, en V, Kg, Kl, direct. — Ces moteurs sont d'une cylindrée supérieure à celle des types de la série J.

L'Aéronautique nationale utilise avec satisfaction le type 12 Kg sur cellule Bréguet 19. Parmi les autres applications, il y a lieu de citer les montages sur cellules Potez 25,

500 ch, dont il possède tous les avantages.

Le moteur 750-880 ch, 18 cylindres en W. — Ce moteur possède les mêmes types de cylindres et de pistons que les 12 Ja et 12 Jc. A sa partie arrière, un brasseur centrifuge, alimenté par un carburateur double, augmente notablement la pression d'admission des gaz et permet une égale répartition entre les différents cylindres. Ce 18 cylindres possède également un démultiplicateur à pignons droits.



MOTEUR POUR AVIONS ET HYDRAVIONS GROS PORTEURS, 750-880 CH, 18 CYLINDRES EN W, A REFROIDISSEMENT PAR EAU ET A DÉMULTIPLICATEUR

Wibault, Bréguet bidon, Weymann-Lepère, etc., etc.

Le 600 ch se distingue du 550 ch par un régime de rotation plus élevé ; toutes les autres caractéristiques mécaniques restent les mêmes.

Le moteur 580, 12 cylindres, en V, démultiplié. — Ce type est identique aux 550 et 600 ch ; il n'en diffère que par l'adjonction d'un démultiplicateur analogue à celui du

Ce moteur, de conception moderne, se caractérise par un poids minime. Le poids total est de 630 kilogrammes, soit 0 kg 740 au ch équivalent.

Le 750-880 ch est destiné aux avions et hydravions gros porteurs.

Signalons, pour terminer, que les usines Renault fabriquent aussi des hélices métalliques, dont on a pu voir le stade de la fabrication à partir d'un lingot de duralumin.

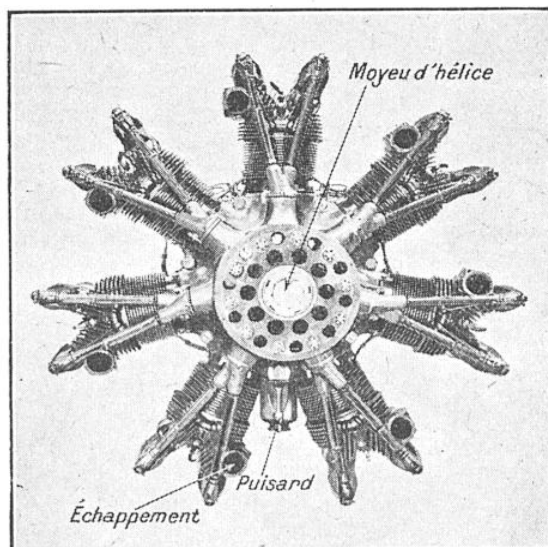
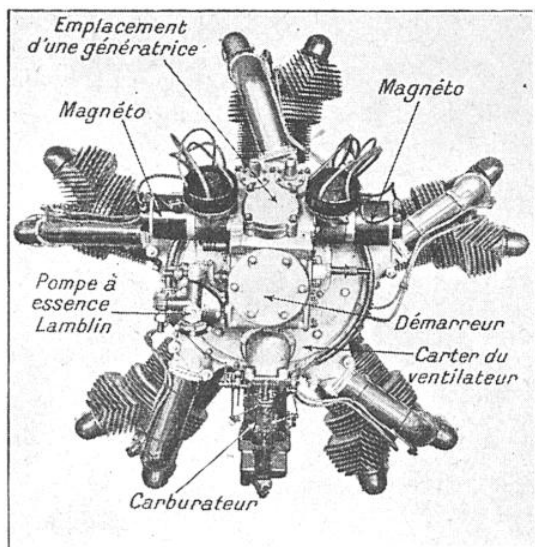
LA SURALIMENTATION DES MOTEURS, PROGRÈS CAPITAL POUR L'AVIATION (GNÔME ET RHÔNE)

DANS les expositions, si le grand public se borne souvent à admirer la finition et la précision des ajustages, notamment en ce qui concerne les moteurs d'avions, les techniciens attachent plus d'importance

connu, dont les 240 ch entraînent un grand nombre d'avions de commerce ou de grand tourisme ;

Le *Titan K*, de même puissance ;

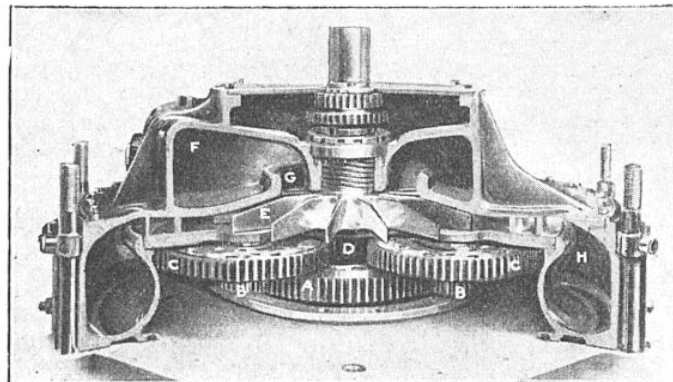
Le *Titan Major*, de 300 ch, tout nouveau



MOTEUR GNOME ET RHONE « TITAN K » DONNANT A 2.000 TOURS, 240 CH ET PESANT 240 KILOGRAMMES

aux qualités de puissance et de régularité. A l'un ou l'autre de ces points de vue les cinq moteurs présentés au Salon d'Aviation de Paris par Gnome et Rhône remportèrent un beau succès.

Le *Titan*, bien



LE COMPRESSEUR GNOME ET RHONE

La roue à aubes E, tournant à 350 tours par seconde, comprime l'air carburé arrivant par l'escargot F et l'envoie par le conduit H sous pression aux cylindres. La roue E est entraînée, par un système élastique à train d'engrenages A, B, C, D, qui constitue une des particularités essentielles du compresseur.

MOTEUR GNOME ET RHONE « TITAN MAJOR » DONNANT 300 A 370 CH ET PESANT 285 KILOGRAMMES

modèle réalisé et qui équipait plusieurs avions ;

Le *Jupiter VII*, de la célèbre famille dont 6.000 exemplaires ont été construits en Europe ;

Enfin, le *Mercury*, le plus puissant de tous (600 ch), que

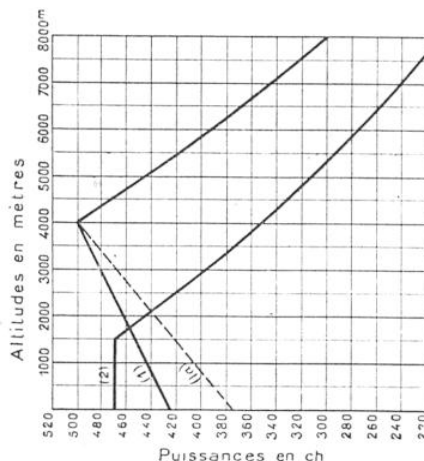
l'on monte aujourd'hui sur les avions dont la mission exige de grandes performances.

La suralimentation

Cependant, c'est le dispositif de suralimentation Gnôme et Rhône qui attirera surtout l'attention.

On sait que, au fur et à mesure que l'on s'élève, la densité de l'air diminue. Par conséquent, le moteur n'aspire plus le poids d'air normal qui lui est nécessaire. Ainsi, à 5.500 mètres d'altitude, un moteur ne développe plus que la moitié de sa puissance au sol. Grâce à la suralimentation, qui consiste à comprimer, au fur et à mesure de sa diminution de densité, l'air aspiré dans les cylindres du moteur, celui-ci peut conserver la même puissance qu'au sol. Etant donné la résistance moindre de l'air à grande altitude, à l'avancement de l'avion, on voit immédiatement qu'un important gain de vitesse doit en résulter.

Le compresseur de suralimentation Gnôme et Rhône, qui équipe depuis dix-huit mois tous ses modèles de moteurs, en particulier Jupiter et Mercure, ne pèse qu'une dizaine de kilogrammes. A plein régime, il absorbe, pour tourner, un dixième de la puissance nominale du moteur, mais restitue, par ailleurs, plus des $\frac{4}{5}$ de cette puissance. Il en résulte un bénéfice net de 150 ch à 4.000 mètres pour un



COURBES COMPARATIVES DES PUISSANCES SUIVANT L'ALTITUDE D'UN MÊME MOTEUR « JUPITER », SURALIMENTÉ (COURBE 2) OU NON (COURBE 1)

1 a, puissance obtenue avec une hélice calculée pour donner le maximum de puissance à 4.000 mètres.

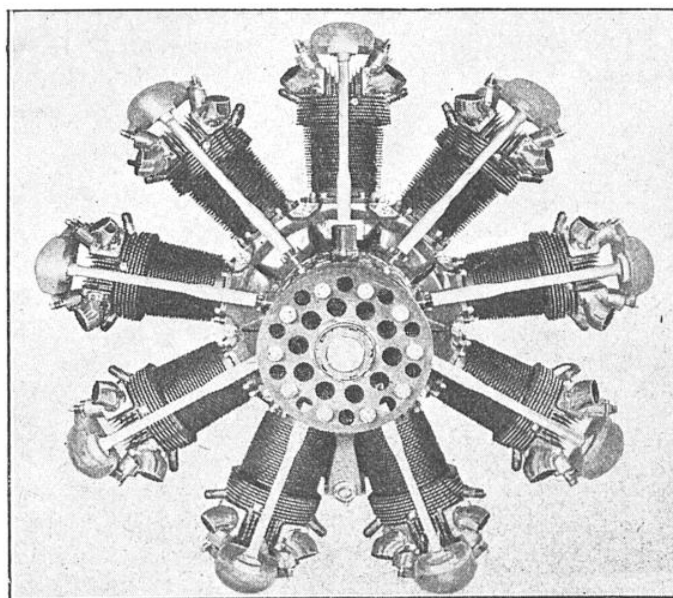
500 ch Jupiter. Pour un avion de chasse, cela correspond à un supplément de vitesse de 50 kilomètres à l'heure. L'expérience faite sur de nombreux types d'avion a, d'ailleurs, démontré l'exactitude du calcul. Aussi ne doit-on pas s'étonner de voir tous les nouveaux avions militaires, classés en tête de leur catégorie, posséder des moteurs suralimentés, ce qui leur permet d'atteindre des vitesses de plus de 300 kilomètres à l'heure.

Le dispositif de suralimentation Gnôme et Rhône

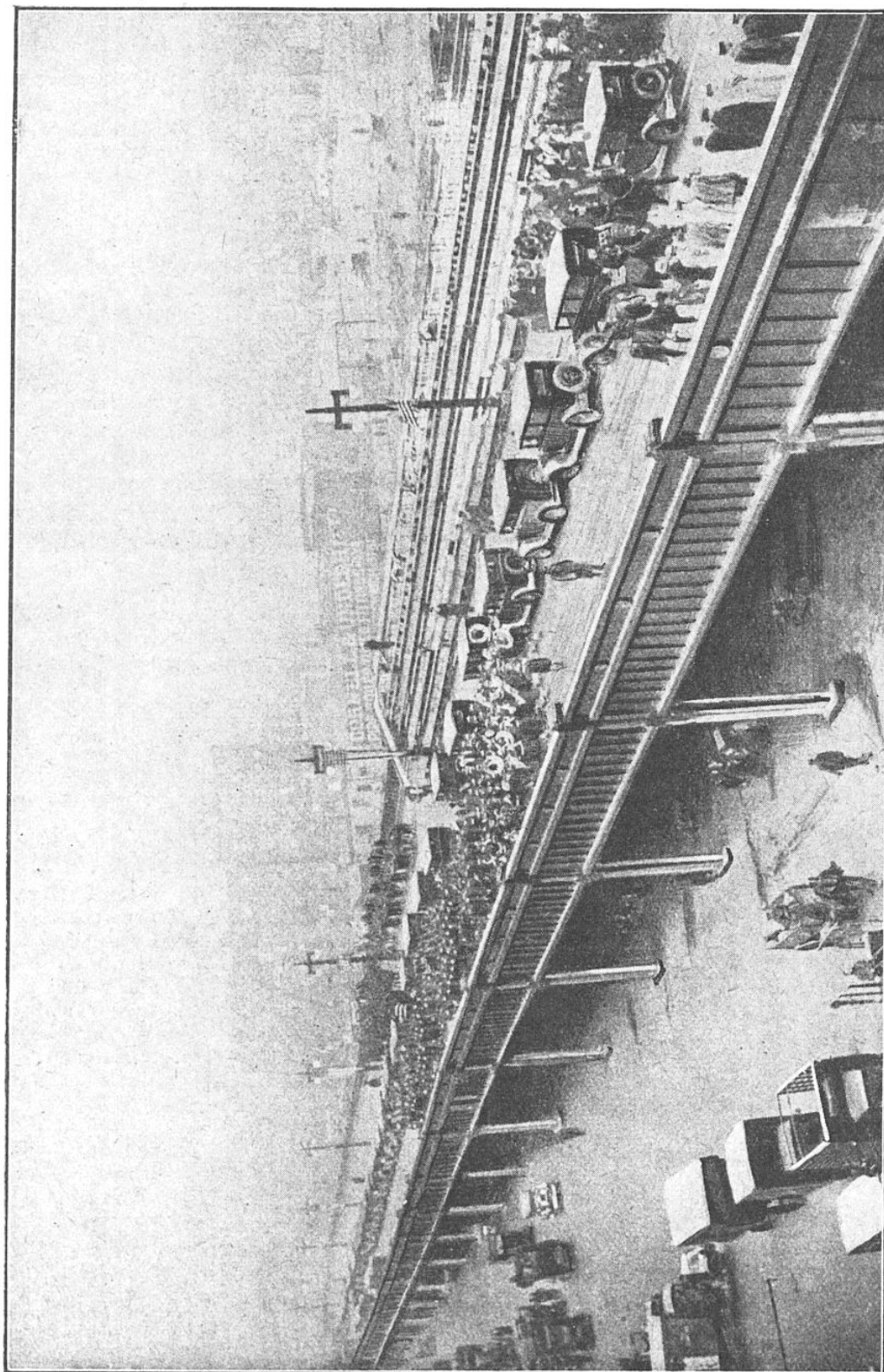
Le compresseur de suralimentation Gnôme et Rhône, à commande élastique par satellites, est un chef-d'œuvre de simplicité. Il est automatique, ce qui empêche toute fausse manœuvre grosse de conséquences, robuste et rustique. On conçoit aisément que la mise au point d'un tel appareil soit très délicate si l'on songe qu'il faut entraîner le compresseur centrifuge à plus

de 20.000 tours par minute. La vitesse périphérique des pales atteint 250 mètres par seconde, d'où résultent des efforts d'inertie formidables, dont il faut à tout prix éviter les effets nuisibles.

Surmontant toutes ces difficultés, Gnôme et Rhône a réalisé et mis au point un appareil sûr qui a été adopté par neuf gouvernements étrangers.

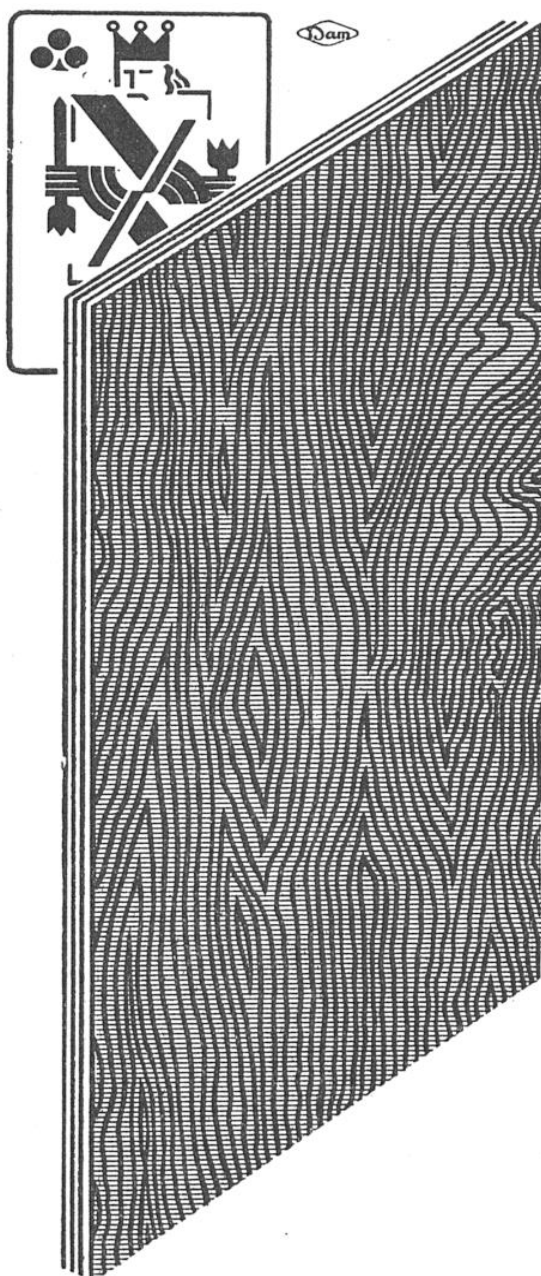


LE « MERCURE » 600 CH, 9 CYLINDRES EN ÉTOILE, POUR LES AVIONS DE GRAND RAID



UNE SOLUTION DU PROBLÈME DE LA CIRCULATION A NEW YORK

Une véritable rue surélevée, soutenue par des pylônes en béton armé, a été récemment inaugurée à New York. Elle conduit de la Canal Street à la 22^e avenue.



L'avenir est au contreplaqué

Le contreplaqué est un matériau incomparable par son ensemble de qualités : souplesse, résistance, légèreté, facilité de découpage. Ses applications déjà nombreuses : constructions navales et aériennes, carrosserie, malles, meubles, décoration, menuiserie, etc., peuvent encore se multiplier à l'infini. Les possibilités du contreplaqué sont illimitées ; lesquelles vous offre-t-il dans votre cas particulier ? Pour le savoir, consultez Leroy.

Les Ets. G. Leroy ont acquis dans la production du contreplaqué la toute première place. Grâce à leurs procédés spéciaux de fabrication, ils vous fourniront un produit parfait, toujours plan, indécollable, résistant à la chaleur et à l'humidité, le seul dont toutes les qualités répondent au cahier des charges de l'aviation. Echantillons et tarifs sur demande.

Exposition permanente : 28^{bis}, av. Daumesnil.

CLEROY

SIÈGE SOCIAL : 28 et 28^{bis}, Avenue Daumesnil - PARIS (12^e)

DÉPÔTS A : PARIS, CLICHY, BORDEAUX, LYON, LILLE, STASBOURG, MOULINS.

USINES A : LISIEUX, BONNIÈRES-sur-SEINE, LIVAROT, AZAY-LE-RIDEAU, St-PIERRE-sur-DIVES.



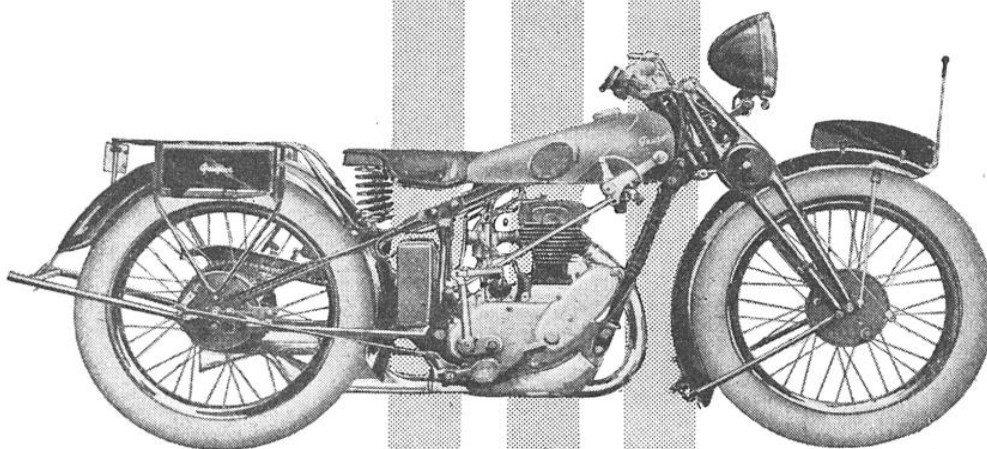
Peugeot présente sa nouvelle 4 CV. légère

P. I I I

4 CV. Bloc moteur 4 temps, 3 vitesses.
Soupapes latérales - cadre forgé - réservoir en selle - larges tambours de freins AV et AR - silencieux queue de poisson.

4.450 frs

Supplément pour éclairage par dynamo
batterie : 550 francs.



Peugeot

LE DÉVELOPPEMENT DES CHEMINS DE FER A PUISSAMMENT CONTRIBUÉ A L'ESSOR INDUSTRIEL DU MAROC

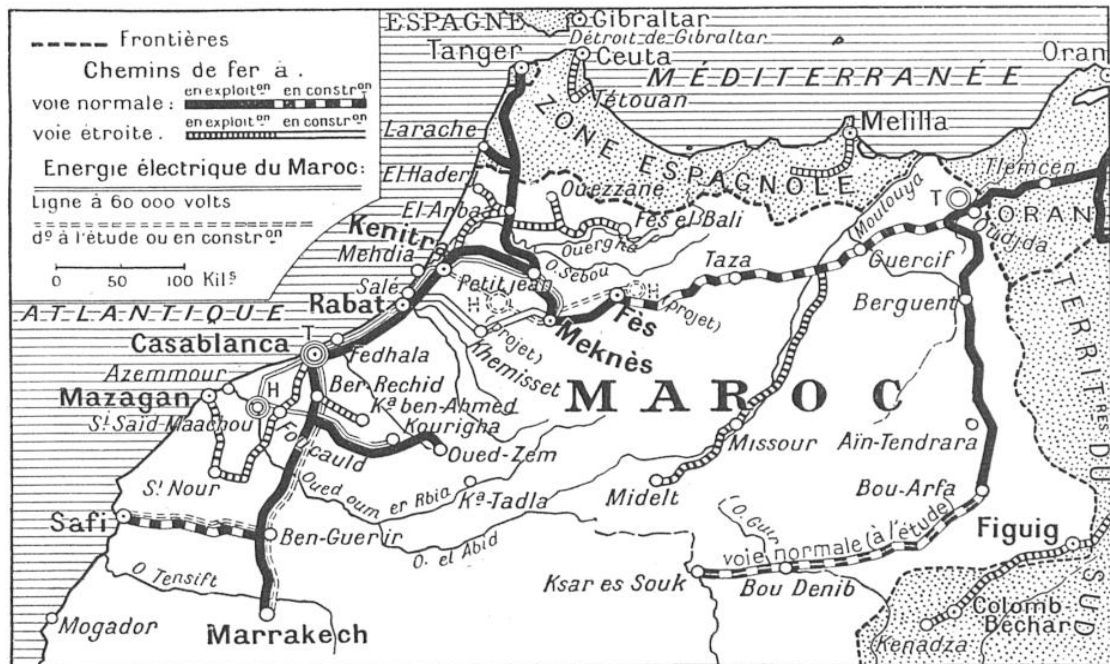
Par Victor JOUGLA

LA SCIENCE ET LA VIE, poursuivant la tâche qu'elle s'est fixée d'exposer à ses lecteurs comment se sont développés industriellement et économiquement les pays relevant de son domaine colonial (1) ou placés, soit sous son protectorat (2), soit sous son mandat (3), se propose de montrer ici comment le développement des chemins de fer a contribué à l'essor industriel du Maroc. Le problème des transports, là comme ailleurs, conditionne le mouvement des matières premières et des produits fabriqués. Si l'automobile a devancé le chemin de fer, celui-ci a rattrapé le temps perdu et s'étend rapidement de la côte vers l'intérieur, grâce à l'aménagement des ressources hydrauliques de l'Atlas, qui a permis d'envisager, dès maintenant, l'électrification partielle. Ainsi, le Maroc dispose déjà de 1.700 kilomètres de voies ferrées, dont 270 kilomètres sont électrifiés. Des centrales modernes, combinées avec des sous-stations automatiques (4), assurent la production et la distribution de l'énergie électrique sur le réseau. D'autre part, la voie ferrée va permettre l'exploitation de gisements de charbon découverts récemment et qui contribueront à fournir l'énergie nécessaire à l'électrification du pays.

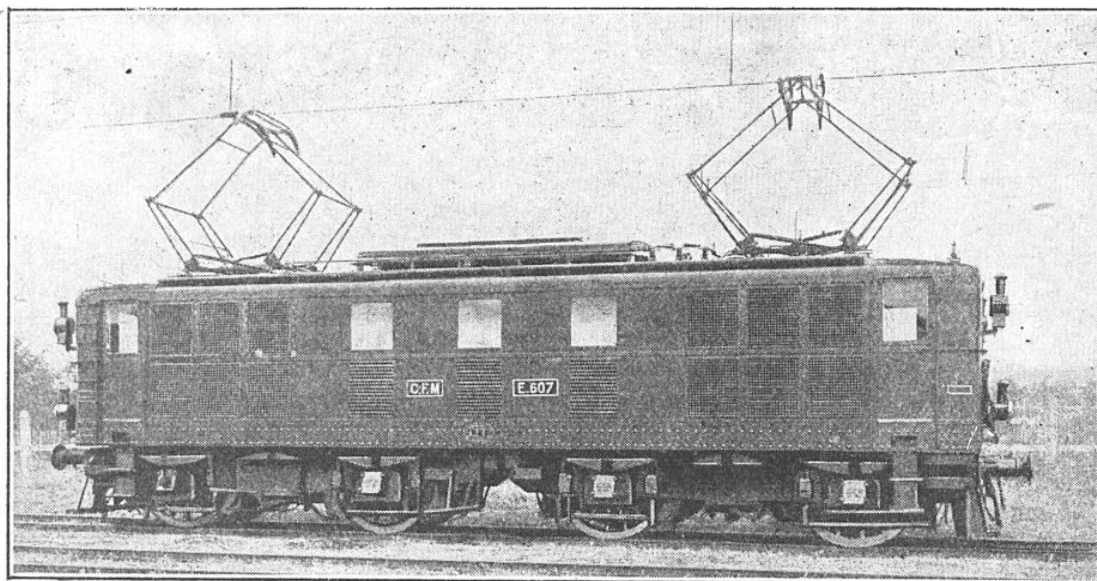
Au Maroc, l'automobile a précédé le chemin de fer dans les relations économiques, tandis que le réseau ferré à voie étroite répondait principalement à des besoins militaires. Mais la voie ferrée normale prend aujourd'hui sa revanche. Cette voie, maîtresse incontestée

du trafic lourd des régions civilisées, s'étend rapidement sur tout l'empire chérifien. Elle y progresse d'autant plus vite qu'elle s'est donnée comme alliée l'électricité.

- (1) Voir *La Science et la Vie*, n° 151, page 265.
- (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 413.
- (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 55.
- (4) Voir *La Science et la Vie*, n° 150, page 443.



CARTE DES CHEMINS DE FER ET DES LIGNES ÉLECTRIQUES DU MAROC



LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE DE 1.000 CH DES CHEMINS DE FER DU MAROC

La caisse est montée sur deux bogies comportant chacun deux moteurs de 250 ch actionnant directement les essieux du modèle représenté ci-dessous.

Jusqu'à hier, le pays ne connaissait aucune mine de charbon. La houille importée devait donc être utilisée avec le maximum de rendement. On créa des centrales électriques thermiques, en attendant que fussent aménagées les ressources hydrauliques de l'Atlas. La production et le transport de l'énergie électrique s'organisèrent par les soins d'une société particulière (*l'Energie Electrique du Maroc*).

Aussitôt, le chemin de fer apparut comme le client le plus important dans la consommation de cette énergie. En sorte que, depuis la création de la première centrale électrique des Roches-Noires, à Casablanca, les usines productrices de courant s'étant développées, le jeune Maroc consomme actuellement une quantité d'énergie électrique égale à la moitié de celle utilisée par l'Algérie.

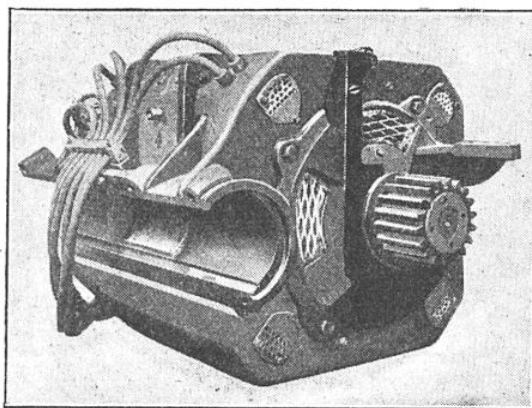
« Les résultats ob-

tenus au Maroc, écrit notre collaborateur M. H. Parodi, l'éminent electricien bien connu en matière ferroviaire, sont extrêmement remarquables, et l'on pourra certainement dire, dans quelques années, que, dans l'Afrique française, comme dans l'Amérique du Nord, le rail aura précédé la civilisation.

« Ce rôle civilisateur du rail sera encore accentué et son effet accéléré par la présence des lignes de transport de force sur lesquelles le fermier ou l'industriel pourra prendre l'énergie dont il a besoin... Cet ensemble harmonieux que forment le chemin de fer et la ligne d'énergie, nous paraît devoir constituer l'instrument par excellence du développement économique de notre domaine colonial. »

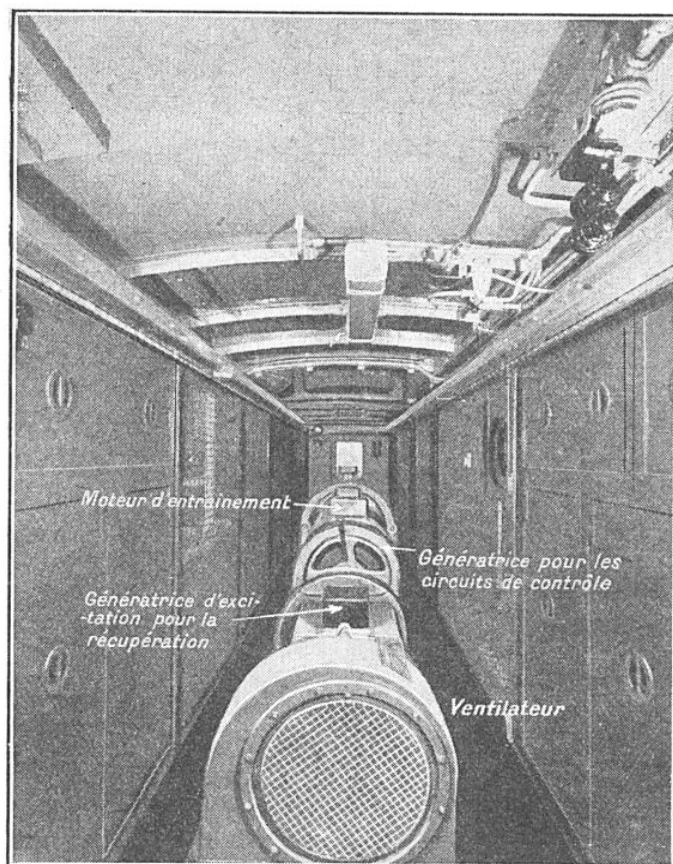
Une ligne idéale pour chemin de fer électrique

La première ligne électrifiée qui a été



UN DES QUATRE MOTEURS DE 250 CH DES LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES DE 1.000 CH

Directement fixé au châssis du bogie par l'évidement visible à gauche, le moteur entraîne l'essieu par le pignon denté (à droite). Refroidi par ventilation, ce moteur devient générateur de courant dans les rampes descendantes.



L'INTÉRIEUR D'UNE LOCOMOTIVE (SERVICES AUXILIAIRES)

Au premier plan, le ventilateur chargé de refroidir les moteurs ; au second, la génératrice fournissant le courant d'excitation pour la récupération ; au troisième, la dynamo alimentant les circuits des appareils de contrôle ; au fond, le moteur d'entraînement de l'ensemble.

mise en service au Maroc est un exemple frappant des ressources que la nature offre parfois à la science de l'ingénieur. Le profil de la voie ferrée qui réunit Casablanca à Kourigha, centre minier unique au monde par ses phosphates, est accentué de telle façon (voir le graphique page 154) qu'un train chargé sur le plateau ne demande aucune dépense d'énergie pour atteindre la côte. Au contraire, si ses moteurs sont réversibles, *il fournit de l'énergie*. Le train entier équivaut à une masse d'eau qui descend d'un barrage. L'énergie ainsi récupérée dans la descente d'un train chargé (1.200 tonnes) va servir

à remonter un train vide (440 tonnes) de Casablanca à Kourigha. Il suffit d'organiser convenablement le va-et vient : la centrale n'aura à intervenir que pour faire l'appoint.

Telle fut la première réalisation de chemin de fer électrique au Maroc.

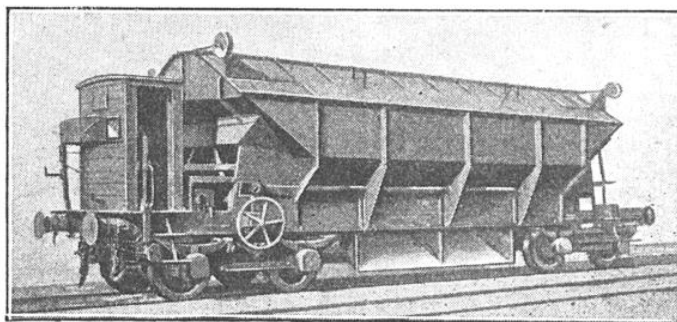
Dans le courant de l'année, ce sont près de 2 millions de tonnes de phosphate qui descendent ainsi de l'altitude de 800 mètres jusqu'au rivage. Cela représente un nombre respectable de kilogrammètres qui concourent à l'exploitation de la richesse minière.

Comment on a surmonté les difficultés d'installation et d'exploitation des lignes

Malgré la simplicité de son principe, la réalisation de cette ligne ne fut pas toujours aisée.

La Compagnie des Chemins de fer du Maroc, formée sous les auspices du P.-L.-M. et du P.-O., était forte des expériences réalisées en France et ailleurs. Mais, au Maroc, la main-d'œuvre spécialisée n'abondait pas ; les espaces à parcourir étaient longs pour un trafic encore peu intense — conditions contradictoires du bon rendement des lignes.

Les longs parcours à faible densité de trafic conduisirent les techniciens du réseau marocain à adopter la tension 3.000 volts pour l'alimentation des locomotives en courant continu (au lieu des 1.500 volts



UN WAGON DE 50 TONNES DE CHARGE UTILE SPÉCIALISÉ DANS LE TRANSPORT DES PHOSPHATES SUR LA LIGNE KOURIGHA-CASABLANCA



VUE, PRISE A BORD D'UN AVION, DE L'USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE SIDI-MACHOU
A droite et en haut de l'image, le barrage de retenue sur l'oued. A gauche, l'usine proprement dite. En pointillé, la galerie souterraine qui amène l'eau du barrage à l'usine. Longueur : 1.400 mètres.

couramment employés ailleurs); ainsi se trouvait considérablement réduite la masse de cuivre employée aux lignes de contact. Par contre, cette tension exigeait une construction particulièrement soignée de la suspension caténaire de ces lignes.

De plus, le climat chaud et marin accroissait les difficultés d'isolement par les condensations salines sur les isolateurs dans les secteurs qui longent la mer (difficulté particulièrement sensible sur les lignes à haute tension alimentant les sous-stations. Voir le graphique page 160. Il n'est pas jusqu'aux cigognes — animaux sacrés du pays — qui, en établissant leurs nids dans les pylônes, n'aient souvent provoqué des troubles dans l'exploitation. Il fallait tenir compte des mœurs de ces oiseaux.

Quant à la main-d'œuvre déficitaire, on y suppléa, autant qu'on le put, par le perfectionnement de l'outillage, notamment par l'équipement automatique des sous-stations, dont la surveillance est alors simplifiée (1).

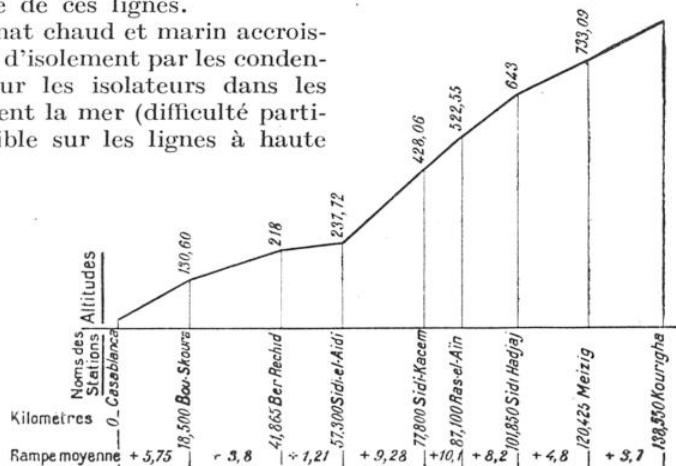
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 150, page 443.

La centrale hydraulique de Sidi-Machou

Tandis que l'*Energie Electrique du Maroc* faisait face aux premiers besoins du pays par la création rapide de la centrale ther-

mique de Casablanca elle poursuivait en même temps, avec une vision très nette de l'essor que devait prendre l'électricité au Maroc, l'exécution d'un vaste programme d'aménagement des ressources hydrauliques de l'Atlas. En tête de ce programme se place la construction du barrage de Sidi-Machou, sur l'Oum-er-Rebia, à 35 kilomètres environ de son embou-

chure sur l'Atlantique. Long de 1.000 kilomètres, ce fleuve est le plus important du Maroc; il draine l'eau d'un bassin de 35.000 kilomètres carrés. Son débit, extrêmement variable, passe de 35 mètres cubes par seconde (étiage) à 4.500 mètres cubes



LE PROFIL DE LA LIGNE KOURIGHA-CASABLANCA

Ce graphique montre comment un train de phosphates, parti chargé de Kourigha (à droite), parvient à Casablanca, non seulement sans avoir dépensé d'énergie, mais après en avoir créé (par récupération) à la manière d'un courant d'eau qui descend d'un barrage-réservoir.

en grande crue. Le débit moyen (85 mètres cubes par seconde) fournit 15.000 ch.

Le barrage de Sidi-Machou retient 15 millions de mètres cubes, ce qui permet à l'usine de fonctionner, en pointe, à 26.000 kilowatts (débit correspondant, 145 mètres cubes par seconde).

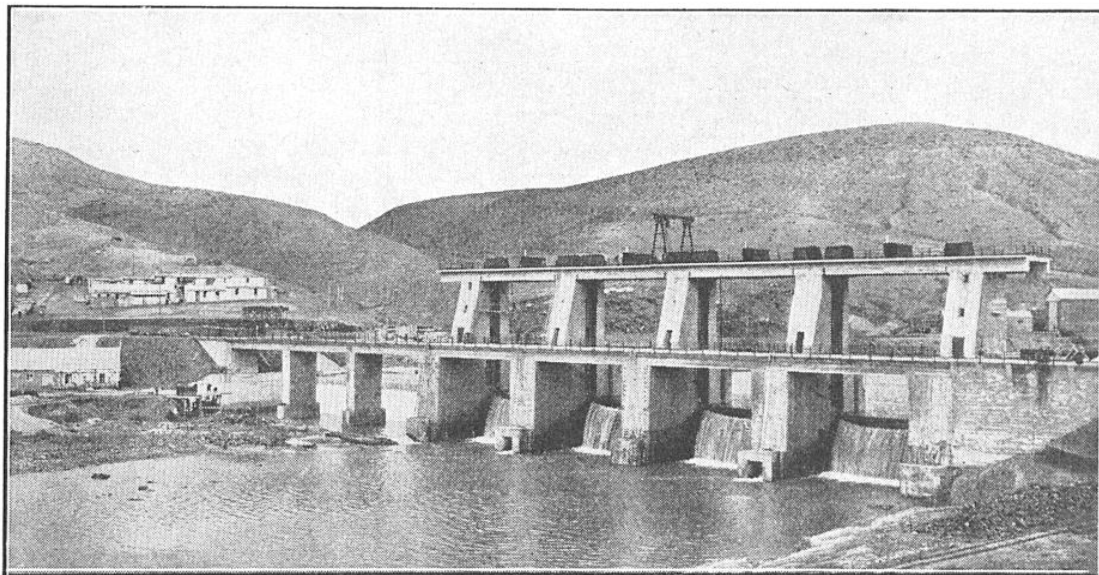
Par la photographie page 154, prise à vol d'oiseau, on se rend compte du travail exécuté. Le barrage, avec ses pertuis capables de laisser passer les plus grandes crues, est situé d'un côté de la colline de Sidi-Machou et relié à la centrale, sise sur l'autre

centre d'énergie sur lequel s'est appuyée, jusqu'ici, l'électrification des chemins de fer du Maroc. Mais d'autres centrales thermiques ou hydrauliques sont d'ores et déjà prévues ou même projetées.

Les sous-stations automatiques (1)

Le courant triphasé (à 50 périodes) est transformé en courant continu de traction à 3.000 volts dans les quatre sous-stations suivantes : Casablanca Sidi-el-Aïdi, Mrizig et Skirat.

Ces trois dernières sont automatiques.



BARRAGE DE LA CENTRALE DE SIDI-MACHOU, VU DE L'AVANT

versant, par une galerie souterraine d'amenée longue de 1.400 mètres.

Cette galerie travaille constamment en charge, sa tête amont ne se découvrant jamais. Du côté de l'usine, elle débouche dans un bassin de mise en charge d'une superficie de 2.000 mètres carrés. L'usine est équipée de quatre groupes turbo-alternateurs à axe vertical, dont les turbines travaillent à 5 m 50 au-dessus du plan d'eau aval. L'eau est évacuée par des aspirateurs système Kaplan(1). La chute s'élève à 18 mètres.

Le courant, fourni par les alternateurs à 5.500 volts (50 périodes), est porté à 68.000 volts au voisinage immédiat de l'usine, par six transformateurs monophasés. Avec l'usine thermique urbaine des Roches-Noires (18.000 kilowatts), la centrale hydraulique de Sidi-Machou constitue le principal

Chacune d'elles comprend un poste de transformation statique triphasé extérieur qui abaisse la tension de 60.000 à 5.000 volts. A l'intérieur du bâtiment, le courant à 5.000 volts est reçu par des groupes convertisseurs rotatifs qui le transforment en continu à 3.000 volts.

L'équipement automatique des sous-stations assure la mise en route et l'arrêt des groupes convertisseurs suivant les besoins du réseau de traction. Un agent demeure seulement nécessaire pour effectuer les manœuvres sur la haute tension (manœuvres qui relèvent, d'ailleurs, de la compagnie fournisseuse) ; l'agent du chemin de fer n'a d'autre fonction que de surveiller l'équipement automatique.

Cet équipement constitue un système organisé capable non seulement de mou-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 158, page 122.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 150, page 443.

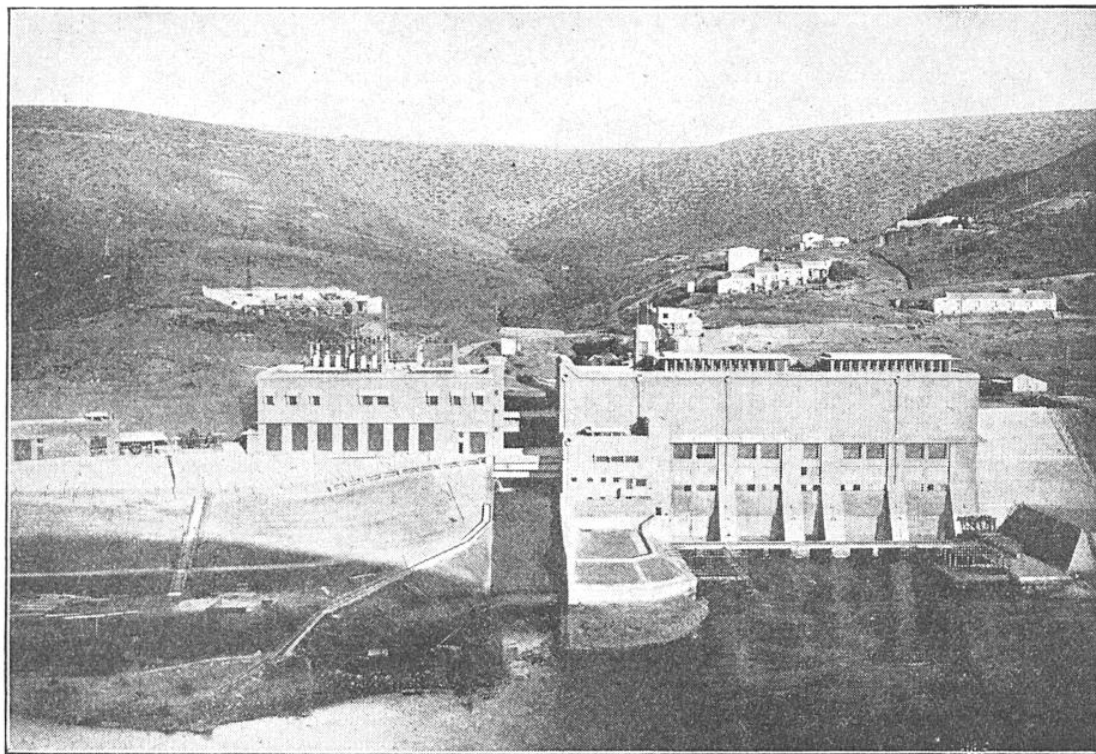
vement, mais encore de *sensation*, de *réflexion* et de *volonté*.

Les appareils indicateurs (ou sensoriels) sont constitués par un système de cinq relais ayant chacun une indication à retenir : le premier indique que la tension en ligne est inférieure à une limite donnée et que la sous-station doit fournir l'appoint ; le second indique que la tension en ligne est supérieure à la limite, du fait de la marche en récupé-

les divers groupes de la sous-station, afin de répartir également l'usure des machines.

Les locomotives électriques

En outre d'une dizaine d'automotrices pour trains légers, la Compagnie des Chemins de fer du Maroc a mis en service une trentaine de locomotives de 1.000 ch et 1.250 ch (à courant continu), pouvant être utilisées en traction et en récupération.



L'USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE 26.000 KILOWATTS DE SIDI-MACHOU

ration de quelques locomotives ; le troisième indique que le courant est supérieur à une intensité donnée ; les autres relais assurent la protection intérieure des groupes contre les *fl'shs*, la surchauffe, etc.

Les appareils de sélection par temporisation agissent non plus instantanément, mais à la suite d'une sorte de réflexion. Ce sont eux qui assurent les démarrages et les arrêts des groupes sur une certaine persistance de la demande formulée par les relais indicateurs.

D'autres relais interviennent pour contrôler le démarrage, pour régler la tension des groupes en service, pour limiter la vitesse, pour intervenir en cas d'accidents de toutes sortes, pour répartir enfin le travail entre

Ces locomotives comprennent deux bogies équipés chacun avec deux moteurs de traction de 1.500 volts connectés en série.

Suivant les types, le poids de la locomotive est de 73 tonnes ou 80 tonnes, et, suivant la destination de la machine, la vitesse limite est de 60 ou 90 kilomètres à l'heure.

Pendant la marche en récupération, les deux groupes de moteurs (constamment reliés en série) fonctionnent en génératrices à excitation séparée, le courant d'excitation étant réglé à la main en faisant varier l'excitation de l'excitatrice spécialement installée, à cet effet, sur la locomotive. Un accroissement du courant débité par la locomotive, qui serait dû, par exemple,

à une chute de tension en ligne, entraîne, par l'office de relais spéciaux, une réduction de tension de l'excitatrice et, par suite, une diminution automatique de la tension débitée par la locomotive. Ainsi celle-ci se trouve-t-elle préservée contre tout danger de « grillage » de ses machines.

Par ce dispositif, on aperçoit combien est simple le freinage par récupération : il suffit d'exciter les inducteurs des moteurs (au

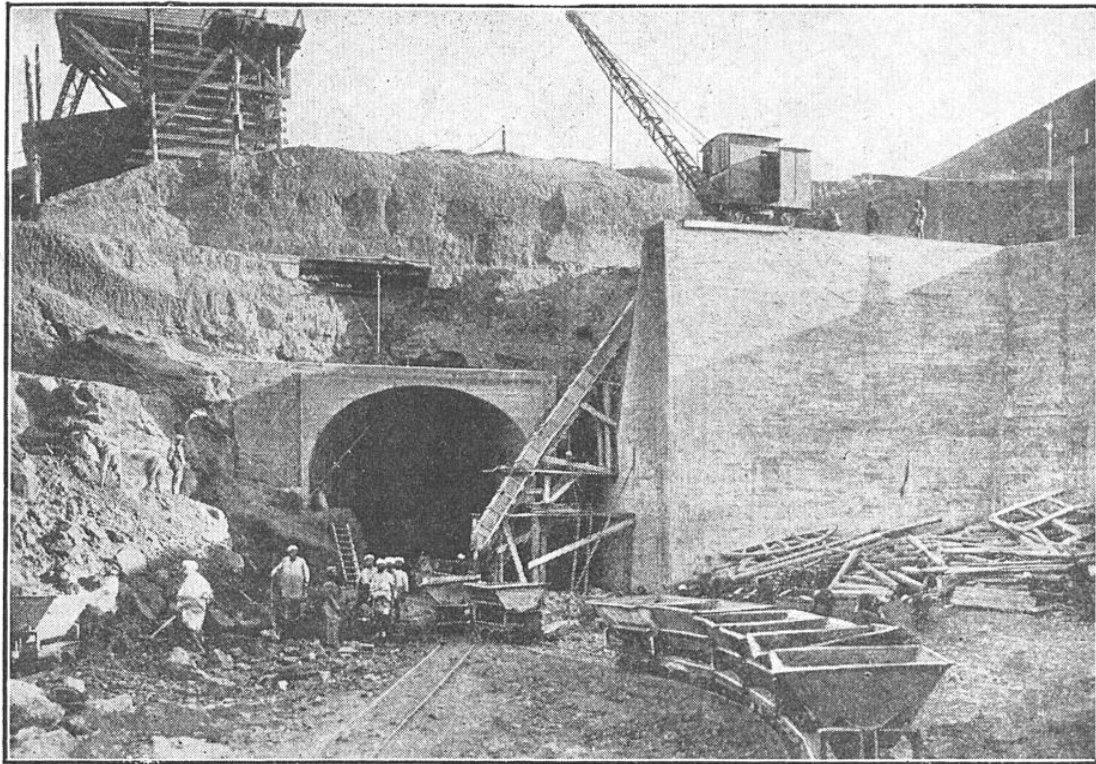
Ligne n° 4, de Casablanca à Marrakech : 249 kilomètres ;

Ligne n° 5, de Sidi-el-Aïdi à Oued-Zem : 120 kilomètres ;

Ligne n° 6, de Fès à la frontière algérienne : 358 kilomètres ;

Auxquelles vient s'ajouter la concession récente de la ligne n° 8, de Safi à Ben-Guérir : 140 kilomètres.

Deux autres compagnies complètent l'équi-



L'ARRIVÉE DE LA GALERIE D'AMENÉE DANS LE BASSIN DE CHARGE DE L'USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE 26.000 KILOWATTS DE SIDI-MACHOU

moyen de l'excitatrice) et ceux-ci se trouvent automatiquement changés en génératrices dont le travail freine le convoi entraîné par la pesanteur.

Le réseau actuel du Maroc

La Compagnie des Chemins de fer du Maroc est nantie, depuis 1920, d'une concession de 1.020 kilomètres de lignes :

Ligne n° 1, de Kénitra à Petitjean : 85 kilomètres ;

Ligne n° 2, de Kénitra à Casablanca : 128 kilomètres ;

Ligne n° 3, de Kénitra à Souk-el-Arba : 80 kilomètres ;

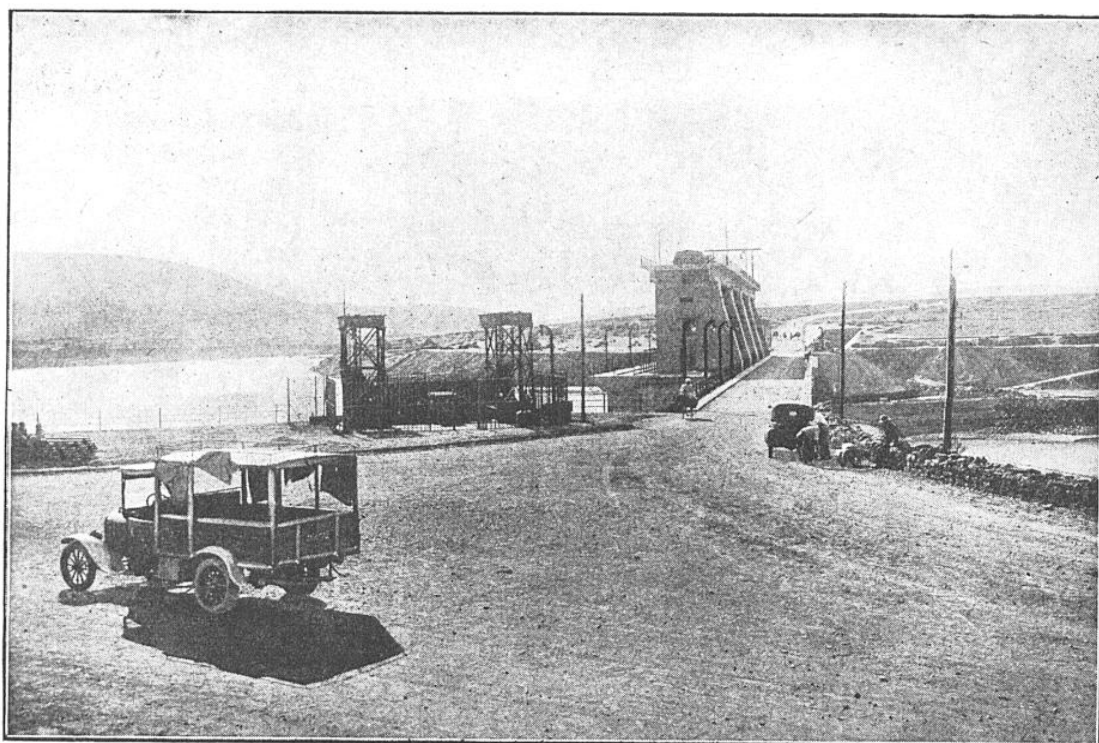
pement ferroviaire, à voie normale, actuel du Maroc :

La Compagnie franco-espagnole du Chemin de fer de Tanger à Fès, avec son réseau : Fès-Petitjean-Tanger : 315 kilomètres.

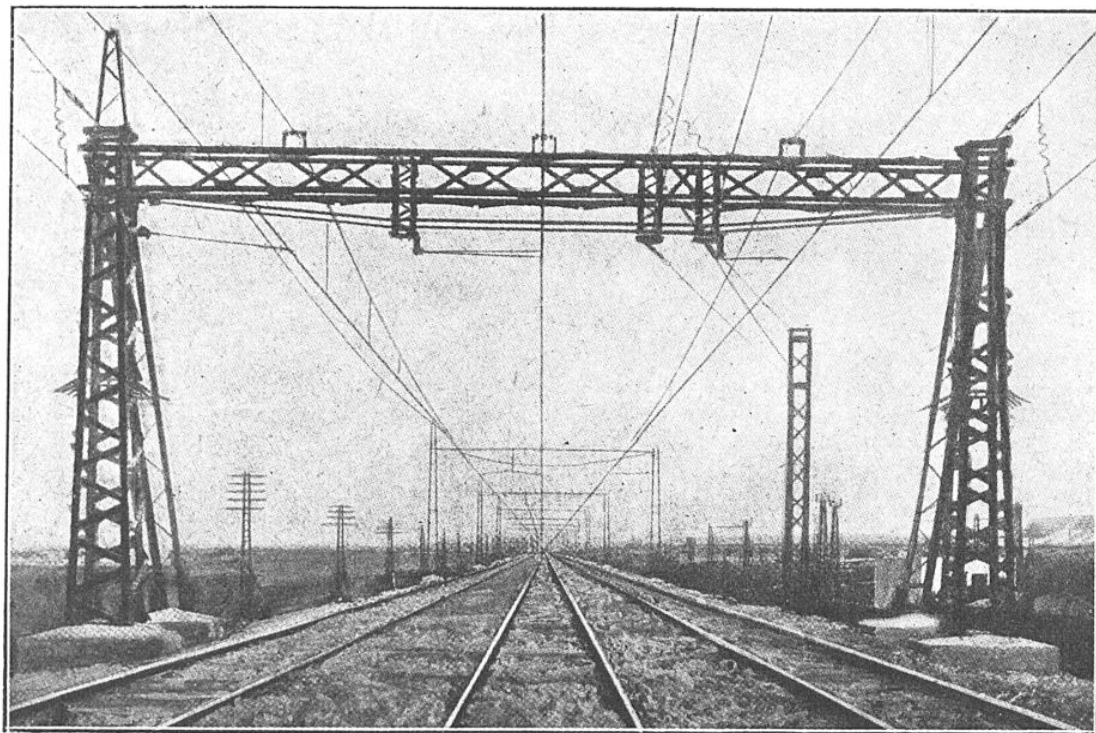
La Compagnie des Chemins de fer du Maroc Oriental avec sa ligne Oujda-Bou-Arfa : 307 kilomètres.

Toutes ces lignes à voie unique possèdent des marges de terrain suffisantes pour leur doublement, quand il sera besoin.

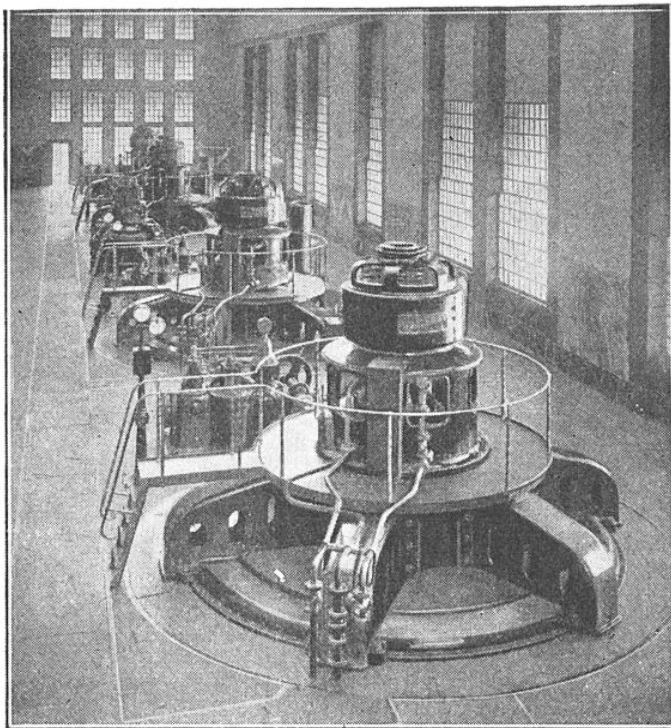
Les lignes (1), (2), (4) et (5) de la Compagnie des Chemins de fer du Maroc, ainsi que celles du Tanger-Fès sont en service normal : au total, 897 kilomètres en exploitation.



LE PONT-ROUTE SITUÉ DERRIÈRE LE BARRAGE DE LA CENTRALE DE SIDI-MACHOU



LIGNE CATÉNAIRE A 3.000 VOLTS DES CHEMINS DE FER DU MAROC



LA CHAMBRE DES MACHINES A L'USINE DE SIDI-MACHOU
Quatre alternateurs de 5.500 kilowatts chacun fournissent le courant triphasé, à 50 périodes. Ce courant est transformé aux abords de l'usine et transmis, à 60.000 volts, aux sous-stations.

La ligne n° 6, qui assurera la liaison continue par le rail de toutes nos possessions nord-africaines, de Tunis jusqu'à Casablanca et Marrakech, est actuellement en construction.

La ligne n° 8, qui écoulera vers le port de Safi les nouvelles richesses phosphatières de la région de l'Oued Salem, est commencée.

La ligne Oujda-Bou-Arfa, qui dirigera vers la Méditerranée le minerai de manganèse de cette région, est achevée, soit encore 805 kilomètres de lignes en construction dont l'ouverture à l'exploitation, plus ou moins prochaine, portera à 1.700 kilomètres environ l'importance du réseau à voie normale du Maroc.

La traction est déjà assurée électriquement sur 270 kilomètres (Casablanca-Kourigha et Casablanca-Kénitra). L'électrification jusqu'à Marrakech est en cours d'exécution. Elle s'étendra ensuite aux tronçons Kénitra-Petitjean, Petitjean-Fès, et à la ligne en construction de Ben-Guérir à Safi. (Voir la carte page 151.)

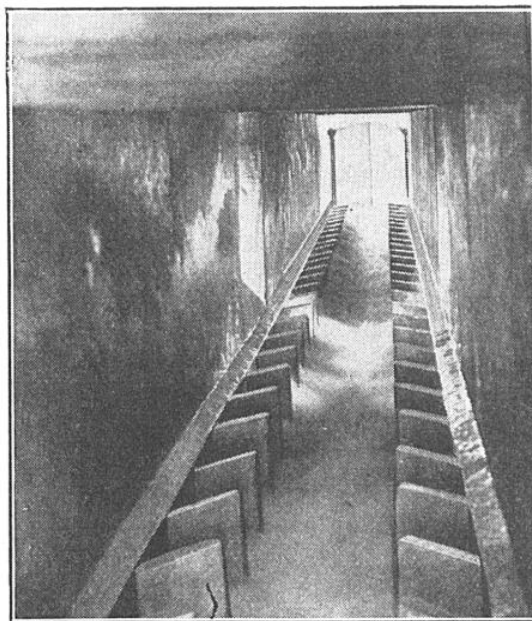
L'avenir de l'électrification au Maroc

La généralisation du service de l'électricité à l'ensemble du réseau des chemins de fer du Maroc dépend, évidemment, de la création de nouvelles centrales.

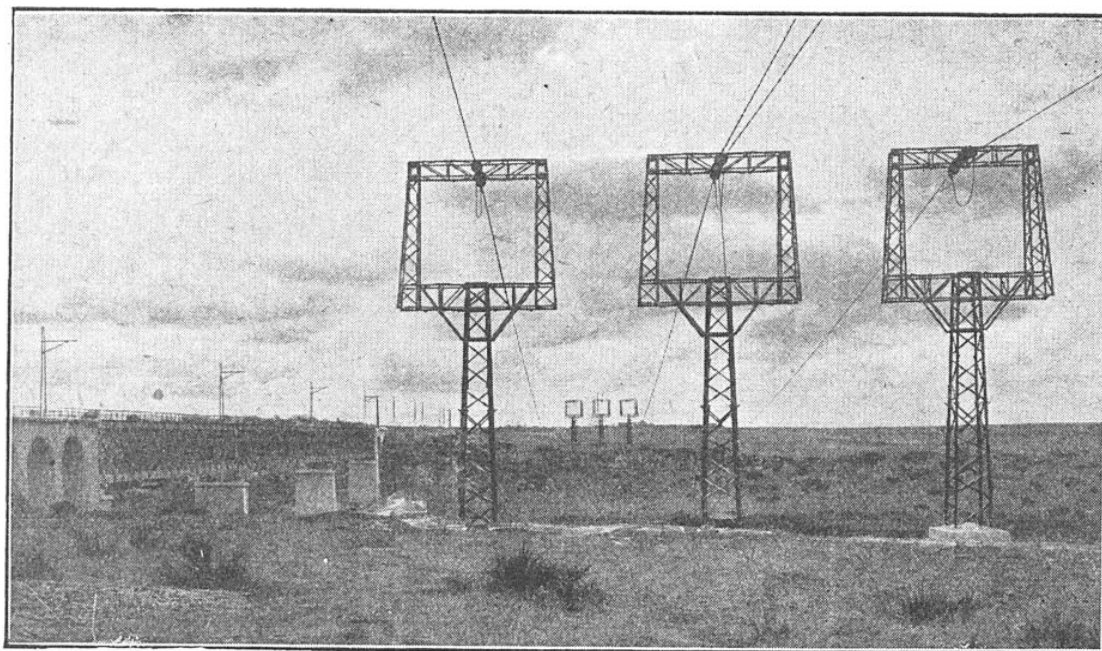
De ces usines il est une espèce dont l'établissement s'impose dans un avenir plus ou moins rapproché : ce sont celles qu'alimenteront les ressources hydrauliques de l'Atlas, ce château d'eau du Maroc. Plusieurs projets sont d'ores et déjà étudiés dans le cadre du programme que l'on s'est initialement tracé.

Quant aux centrales thermiques, leur établissement ne peut être envisagé que sur la côte, tant à cause des nécessités de transport du charbon d'importation que de l'eau de refroidissement indispensable aux condenseurs.

Les turbines à vapeur installées à Casablanca fonctionnent sous le refroidissement de l'eau



L'ÉCHELLE A POISSONS, MÉNAGÉE DANS LE BARRAGE DE SIDI-MACHOU, POUR PERMETTRE LA REMONTÉE DES POISSONS, LE LONG DE L'OUED, AU TEMPS DU FRAI



UNE LIGNE A 60.000 VOLTS DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DU MAROC, ALIMENTANT LES SOUS-STATIONS DES CHEMINS DE FER.

de mer. Technique délicate, qui a pleinement réussi aux usines des Roches-Noires.

La découverte d'importants gisements d'anthracite à Djerada, dans une région desservie par la ligne Oujda-Bou - Arfa, vient, de ce point de vue, améliorer infiniment la situation. Il sera tout naturel de faire descendre le charbon de Djerada à Oujda et à la Méditerranée et d'installer là de puissantes centrales alimentant le Maroc Oriental et peut-être aussi le département d'Oran.

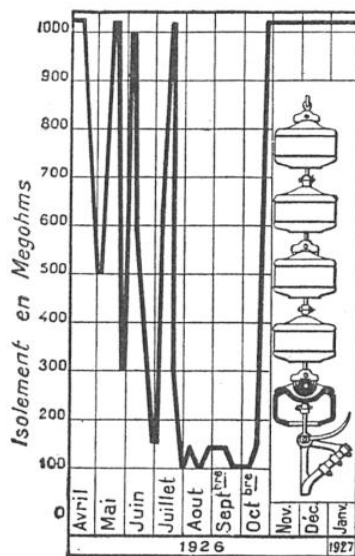
Ainsi, si l'é-

lectrification permet de développer le réseau ferré du Maroc, à son tour le chemin de fer

assure la mise en valeur des sources d'énergie qui faciliteront la production de l'électricité. Les deux questions sont donc étroitement liées, et de leur solution dépend l'électrification générale du pays.

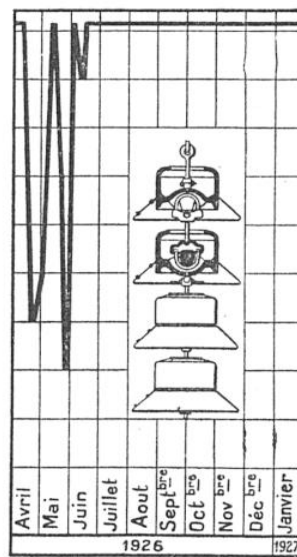
Ainsi se fera, par la voie ferrée Tunis-Casablanca - Marrakech, et par l'expansion de son réseau électrique, le rattachement économique et définitif du Maroc au reste de l'Afrique française du Nord.

V. JOUGLA.



DEUX GRAPHIQUES INSTRUCTIFS MONTRANT LES DIFFICULTÉS D'ISOLEMENT DES LIGNES ÉLECTRIQUES A HAUTE TENSION, AU MAROC

A gauche, les variations d'isolement, suivant la saison, d'une ligne à isolements ordinaires. A droite, les variations d'isolement d'une ligne équipée d'isolants spéciaux remplis d'huile de pétrole, autour de leur point de suspension.



LE GAZ, COMBUSTIBLE PAR EXCELLENCE DE LA CITÉ MODERNE

Par Paul LUCAS

Malgré le développement pris par l'éclairage électrique, la consommation du gaz s'accroît chaque année dans les grandes villes, en France comme à l'étranger. A Paris, par exemple, cette augmentation a atteint, en 1929, 67 % par rapport au chiffre de 1913. Ce résultat s'explique par l'extension remarquable et continue de l'emploi du gaz pour la cuisine et pour le chauffage sous toutes ses formes (chauffage particulier par radiateurs à gaz, chauffage central des immeubles, chauffage industriel, sans oublier la distribution d'eau chaude). L'utilisation du gaz permet, en effet, de résoudre à la fois le problème de l'hygiène, du confort, de la commodité de manipulation, sans omettre celui de la suppression des fumées et du transport du charbon, si onéreux et si « barbare ».

LES statistiques de l'industrie gazière montrent que l'emploi du gaz ne cesse de se développer dans les grandes villes aussi bien en France qu'à l'étranger. Cette constatation est d'autant plus remarquable que l'électricité a progressivement pris la place du gaz en ce qui concerne l'éclairage, alors que, pendant plus d'un siècle, celui-ci avait été sa principale application.

A l'appui de cette affirmation, nous nous bornerons à reproduire les chiffres relatifs à l'exploitation du gaz à Paris, « intramuros ».

ANNÉES	Quantité totale de gaz consommée à Paris	Quantité de gaz consommée à Paris pour les usages autres que l'éclairage
1913....	457.000.000	295.000.000
1921....	466.000.000	331.000.000
1925....	543.000.000	440.000.000
1929....	551.000.000	493.000.000

Si, faisant abstraction des quantités de gaz utilisées pour l'éclairage, nous considérons seulement celles qui ont été consommées pour les autres usages (cuisine, chauffage domestique et industriel, etc...), la progression, au cours des dernières années, apparaît encore plus rapide, et la consommation de 1929 présente, par rapport à celle de 1913, une augmentation de 67 %.

Il n'est, d'ailleurs, pas douteux que, de plus en plus, le gaz se substituera aux combustibles solides et liquides, car la généralisation de son emploi contribue efficace-

ment à résoudre quelques-uns des problèmes que posent, avec une acuité toujours plus vive, les conditions d'existence dans les grands centres urbains.

Le gaz dans la vie urbaine

Au premier rang de ces problèmes se place celui du logement. Les dimensions des appareils domestiques à gaz (fourneaux de cuisine et radiateurs de chauffage) sont sensiblement moindres que celles des appareils à charbon, ce qui rend leur emploi beaucoup plus avantageux dans les cuisines des villes où la place est de plus en plus mesurée. Dans le même ordre d'idées, les cheminées de cuisine peuvent être remplacées par de simples gaines de ventilation, ce qui permet de gagner sur l'épaisseur du mur. Enfin, on récupère la place que prendrait l'approvisionnement en combustible, et ce gain — ne serait-il que de quelques décimètres carrés — est appréciable dans un grand nombre de cas.

Par ailleurs, tandis qu'avec un fourneau à charbon la cuisine est une pièce généralement surchauffée et souvent enfumée, dont le séjour n'est guère supportable, la cuisine « tout au gaz » est une pièce claire, dont l'atmosphère reste fraîche, car le fourneau à gaz ne fonctionne que pendant le temps nécessaire à la préparation des repas.

Le développement de l'emploi du gaz apporte aussi une solution au « problème des fumées », qui préoccupe au plus haut point les hygiénistes soucieux de la santé publique. Depuis soixante-quinze ans, plusieurs commissions d'études se sont effor-

cées de découvrir un procédé ou un appareil pratique permettant de les supprimer ; mais, malgré tous ces efforts, le fumivore idéal se fait toujours attendre.

Il apparaît donc que la vraie solution du problème des fumées est celle qu'aurait sans doute trouvée M. de La Palice et qui consiste à brûler, aussi bien pour le chauffage industriel que pour le chauffage domestique, des combustibles sans fumée, au premier rang desquels se place le gaz de ville.

Il n'est pas jusqu'au problème de la circulation sur lequel le développement de l'emploi du gaz n'ait une répercussion heureuse.

Un calcul simple permet d'établir que, si tous les appareils à gaz en service à Paris devaient être remplacés par des appareils à charbon, il faudrait ajouter, par journée d'hiver, plus de trois mille voitures de charbonniers à celles qui circulent et stationnent déjà dans les rues

de la capitale ; il serait, en outre, nécessaire de prévoir un nombre important de voitures supplémentaires pour assurer l'enlèvement des cendres provenant de ces foyers.

Les appareils de cuisine sont aujourd'hui pratiques et économiques, grâce au gaz

Les avantages que les appareils de cuisine au gaz présentent, au double point de vue de la commodité et de l'hygiène, ne sont contestés par personne. Mais les détracteurs du gaz ont longtemps prétendu qu'il ne permettait pas de faire d'aussi bonne cuisine que le charbon ou le bois. Aujourd'hui, justice est faite de cette allégation : les plus fameux traiteurs de Paris ont introduit le gaz dans leur cuisine, et ils n'en ont pas moins continué à recueillir les éloges des gourmets les plus éclectiques.

En effet, la flamme du gaz, infiniment plus docile et plus souple que celle du bois ou du charbon, peut fournir instantanément toute sa puissance et donner le « coup de feu » indispensable pour réussir certaines préparations ; l'instant d'après, elle peut être réduite autant qu'il est nécessaire, pour ne plus fournir que la douce chaleur exigée par la cuisson lente des plats qui doivent longuement mijoter.

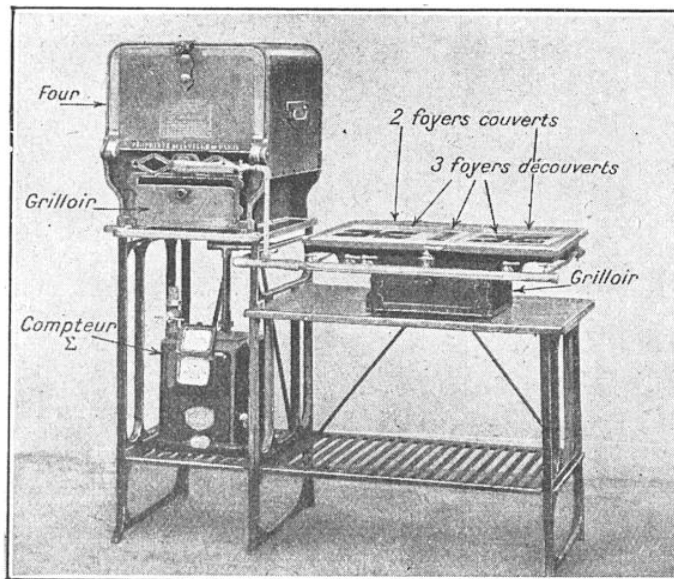
Au lieu de chauffer directement les récipi-
ents, la flamme du gaz peut porter à la

température voulue des surfaces intermédiaires : tôles, plaques de fonte, matériaux réfractaires, etc. Les « grillades-braisières », dans lesquelles la flamme du gaz porte à l'incandescence une couche de petits cailloux en terre réfractaire, reproduisant exactement le feu de « braise », permettent d'obtenir le même résultat, sans avoir à craindre le goût de fumée que

donne la braise quand elle n'est pas suffisamment incandescente

Pendant longtemps, le seul appareil à gaz utilisé pour la « cuisine domestique » a été le réchaud à deux trous, appareil portable, alimenté par un caoutchouc qui servait d'une façon intermittente, et surtout pendant l'été, pour éviter d'allumer la cuisinière à charbon. Aujourd'hui, celle-ci disparaît et cède sa place à la cuisinière à gaz, appareil complet permettant de faire aisément et économiquement toutes les opérations culinaires. Il nous faut mentionner également un appareil extrêmement pratique, qui a donné jusqu'ici d'excellents résultats : c'est le four à rôtir. Il est constitué essentiellement par une double enveloppe de tôle, le brûleur, du type longitudinal, étant placé à la partie inférieure.

Grâce à la souplesse des brûleurs à gaz



TYPE DE CUISINIÈRE A GAZ MODÈLE, DONT PLUS DE 30.000 EXEMPLAIRES SONT ACTUELLEMENT EN SERVICE

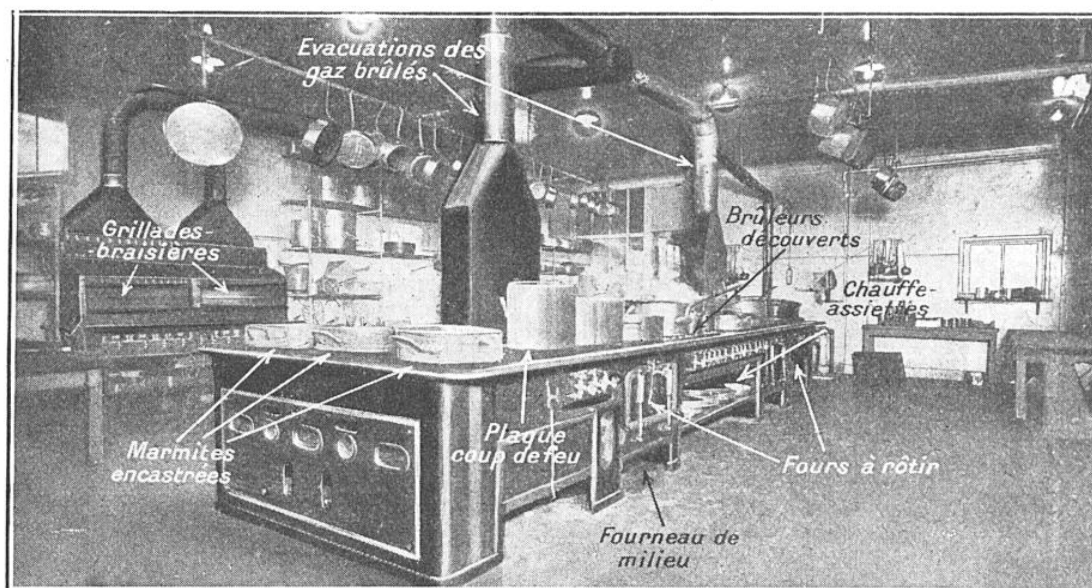
et à la facilité de leur réglage, il a été possible de réaliser des régulateurs automatiques qui se chargent de maintenir la température intérieure du four à la valeur exigée pour la cuisson à effectuer. Dans ce cas, tout le travail de la cuisinière se borne à enfourner son rôti (ou sa pâtisserie) et à le retirer quand le temps nécessaire est écoulé.

Pour permettre aux maîtresses de maison de mettre plus aisément à profit les avantages de la cuisinière au gaz, les compagnies gazières ont organisé à leur intention

d'importantes économies de personnel et de travaux d'entretien.

Tandis qu'avec le charbon les divers éléments d'un appareil de cuisine (plaques chauffantes, fours, bain-marie, etc.) doivent être groupés autour d'un même foyer, au contraire, avec le gaz, il est aisé d'avoir autant d'appareils distincts comportant chacun leur foyer et de les répartir de manière à obtenir une division du travail qui facilite le service.

Enfin, le gaz, montant tout seul dans les canalisations, permet d'installer les cuisines



LA GRANDE CUISINE AU GAZ : LA CUISINE DU RESTAURANT DU CERCLE MILITAIRE, A PARIS

des cours de cuisine gratuits fonctionnant à Paris très régulièrement depuis plusieurs années, 45, rue La Fayette, pour la rive droite, et au 92, boulevard Raspail, pour la rive gauche. En outre, le docteur de Pomiane, dont les traités culinaires ont eu, ces dernières années, un énorme succès, commente, dans une série de dix conférences, et appuie, par des démonstrations pratiques, les principes et les recettes qui ont fait le succès de ses ouvrages.

Ce n'est pas seulement dans la cuisine familiale que le gaz a détrôné le charbon ; il a pénétré et pénètre chaque jour davantage dans les grandes cuisines des hôtels, des restaurants, des établissements hospitaliers, etc., etc. Dans ce cas, la substitution du gaz au charbon procure les mêmes avantages que pour la cuisine domestique, mais à plus grande échelle, et elle se traduit par

d'hôtels et de restaurants aux étages supérieurs, tandis qu'avec le charbon, pour réduire au minimum les manutentions de combustible, elles devaient être reléguées au sous-sol. Les grandes cuisines au gaz ainsi aménagées à la partie supérieure des immeubles bénéficient du maximum d'air et de lumière ; en même temps, on évite l'inconvénient des odeurs de cuisine dans l'hôtel ou le restaurant.

Le chauffage par radiateurs à gaz est maintenant parfaitement au point

Le chauffage des locaux d'habitation peut être réalisé de deux manières : chauffage divisé ou chauffage central. Le gaz se prête parfaitement à l'un et à l'autre.

Pour le *chauffage divisé* a été créé le radiateur à gaz, constitué par une rampe, dont les flammes portent à l'incandescence des

« bougies » en matière réfractaire. Il est inutile de nous étendre longuement sur cet appareil, dont l'emploi est aujourd'hui universellement répandu.

Les radiateurs à gaz fournissent une fraction importante de leurs calories sous forme de chaleur rayonnée. Or, celle-ci est la plus agréable et la plus saine, car elle donne aux occupants d'une pièce l'impression de chaleur, même dans une atmosphère relativement fraîche. Au contraire, les appareils chauffant seulement par convection élèvent la température de l'air de la pièce, qui, à son tour, cède ses calories aux occupants.

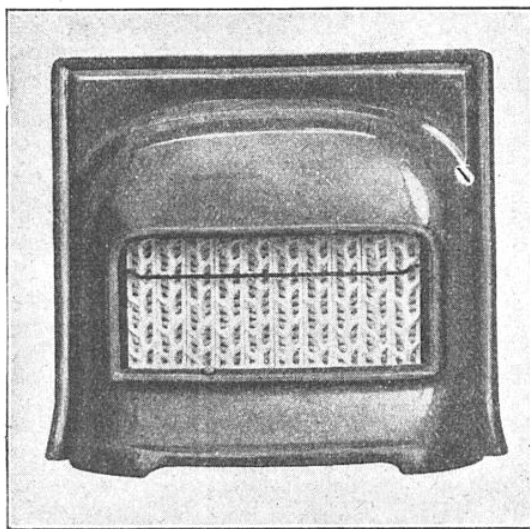
Il semble donc qu'il y aurait intérêt à utiliser les radiateurs à gaz fonctionnant uniquement par radiation, mais l'expérience prouve que de tels appareils n'ont qu'un rendement médiocre (40 à 50 %).

Le radiateur représenté ci-contre chauffe à la fois par radiation et par convection. Le premier mode de chauffage est assuré par dix bougies en terre réfractaire, portées à l'incandescence par la flamme des brûleurs. D'autre part, les gaz brûlés, avant de parvenir au conduit d'évacuation, traversent une « boîte à récupération » munie de tubes, ouverts à leurs deux extrémités, parcourus eux-mêmes par l'air de la salle qui s'y réchauffe. Un système de deux robinets permet trois régimes de marche avec quatre, six ou dix bougies portées à l'incandescence, et assure un rendement très voisin de 80 %, quel que soit le régime de fonctionnement.

Les radiateurs à gaz contribuent à assurer une ventilation continue dans les locaux où ils fonctionnent. La combustion du gaz emprunte, en effet, à l'atmosphère de la pièce un volume d'air égal à cinq ou six fois le volume de gaz brûlé. Un radiateur consommant 1 mètre cube de gaz à l'heure absorbera donc, pendant le même temps, 5 à 6 mètres cubes d'air, qui seront remplacés

dans la pièce ainsi chauffée par un égal volume d'air, pénétrant par les fissures qui existent dans tous les cas sous les fenêtres et sous les portes.

Le caractère essentiellement hygiénique du chauffage par radiateurs à gaz et la rapidité de son action en font le mode de chauffage idéal des chambres à coucher, à condition — nous insistons sur ce point pourtant bien évident — que le radiateur évacue dans une cheminée les produits de la combustion, et qu'il soit relié par une tuyauterie rigide à la canalisation d'arrivée du gaz.



RADIATEUR A GAZ A DOUBLE ALIMENTATION

Cet appareil permet de porter à l'incandescence soit dix, soit six, soit quatre « bougies » en terre réfractaire, suivant les besoins.

Pour le chauffage central, le gaz rivalise avantageusement avec les autres combustibles

Les exigences toujours plus impérieuses du confort ont provoqué, depuis quelques années, le développement rapide du chauffage central.

Le chauffage central avait d'abord été conçu pour l'ensemble d'un immeuble; dans ce cas, son installation et son exploitation incombent aux propriétaires. Depuis la guerre, la situation spéciale faite aux

propriétaires par la législation nouvelle ne les a généralement pas encouragés à engager des dépenses pour augmenter le confort de leurs locataires, et à aller au devant de nouvelles sujétions. Aussi a-t-on vu se répandre le *chauffage central par appartement*, que le locataire installe à ses frais et fait fonctionner à sa guise.

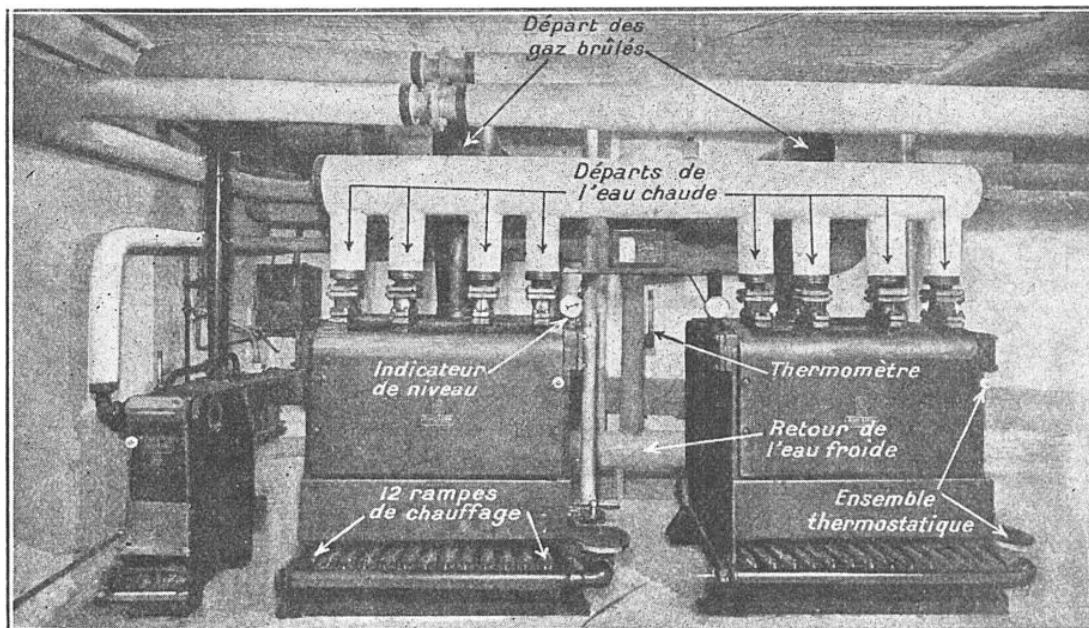
Ainsi qu'il était à prévoir, en raison des avantages qu'il présente sur les combustibles solides, le gaz a trouvé dans le chauffage central d'appartement un champ d'application très vaste. Non seulement l'emploi du gaz pour le chauffage central libère l'usager de tous les soucis occasionnés par l'approvisionnement et le stockage du combustible, l'allumage, l'entretien et le nettoyage des foyers, mais il ajoute à ce mode de chauffage les avantages suivants :

rapidité d'action, réalisation facile du chauffage intermittent qui augmente le rendement général de l'installation, possibilité de proportionner exactement la dépense de gaz aux besoins de chaleur. Ce dernier résultat est obtenu par l'intermédiaire d'un régulateur ou « thermostat », qui agit sur l'admission du gaz à la chaudière et met automatiquement les brûleurs en veilleuse, lorsque la température voulue est atteinte.

Il serait inexact de croire que le chauffage central au gaz est beaucoup plus onéreux

Le gaz permet d'assurer la distribution automatique de l'eau chaude

L'arrivée des canalisations d'eau de la ville dans nos appartements, d'abord sur l'évier de la cuisine, puis dans le cabinet de toilette, a constitué un progrès considérable, à l'époque relativement récente où il fallait faire appel aux services du porteur d'eau ou aller remplir des seaux à la fontaine publique la plus proche. Aujourd'hui, nous exigeons



INSTALLATION DE DEUX CHAUDIÈRES DE CHAUFFAGE CENTRAL A GAZ DANS UNE ÉCOLE DE LA VILLE DE PARIS

que le chauffage au charbon. Sans doute, le prix de revient de la calorie-gaz est sensiblement plus élevé que celui de la calorie-charbon ; mais il faut faire entrer en ligne de compte toutes les économies accessoires qui résultent, avec le gaz, de la suppression des travaux occasionnés par les manutentions de combustible et de cendres, par l'allumage et l'entretien des feux.

D'ailleurs, pour mettre le chauffage central au gaz à la portée de tous, certaines compagnies gazières consentent un tarif réduit pour le gaz servant à cet usage. C'est ainsi qu'à Paris, depuis le 1^{er} janvier 1930, le gaz utilisé pour le chauffage central bénéficie d'une réduction de 25 % sur le tarif normal. Dans ces conditions, le chauffage central au gaz n'est pas seulement le plus pratique, il est aussi très économique.

davantage, et nous voulons que chaque robinet d'eau froide soit doublé d'un robinet d'eau chaude.

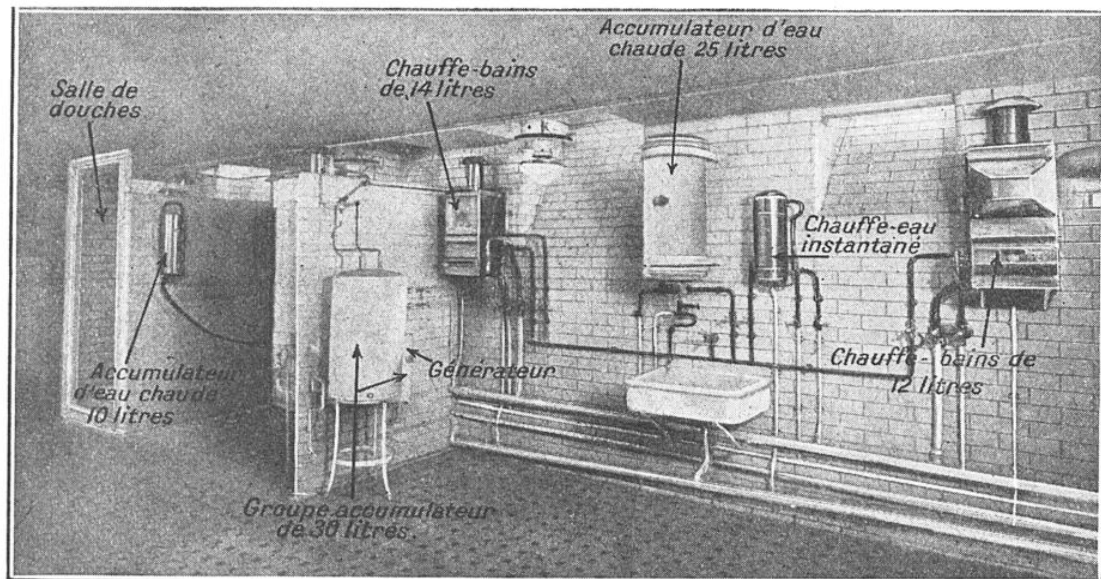
Pour la distribution d'eau chaude, plus encore que pour le chauffage central, l'installation par appartement est préférable à l'installation générale d'immeuble. Car si les besoins de chaleur pour les divers locataires d'un même immeuble sont concordants, puisqu'ils dépendent surtout de la température extérieure, il n'en est pas de même de leurs besoins en eau chaude. Aussi, dans le cas d'une distribution générale d'eau chaude, est-il nécessaire de maintenir les canalisations en charge jour et nuit, du 1^{er} janvier au 31 décembre. Cette circulation ininterrompue de l'eau chaude donne lieu, fatalement, à des pertes de calories inutilement dissipées dans les locaux que tra-

versent les canalisations et qui absorbent largement l'économie que pourrait procurer la centralisation du chauffage.

Pour que la distribution d'eau chaude par appartement offre à l'usager des commodités équivalentes à celles de la distribution générale d'immeuble, il est indispensable qu'il soit délivré de toute sujétion relative au chauffage de l'eau. Il est ainsi naturellement conduit à se servir d'appareils à gaz qui lui fourniront, dans les meilleures conditions économiques, le confort qu'il recherche.

tionnée aux besoins à satisfaire. L'eau contenue dans ce réservoir est chauffée par un brûleur à gaz de faible consommation horaire, qui se met automatiquement en veilleuse quand la température désirée est atteinte. Il ne nécessite, par conséquent, que des canalisations de faible diamètre et de petits compteurs.

La partie supérieure du réservoir est reliée aux divers postes d'eau chaude de l'installation, tandis que la partie inférieure est en communication avec l'arrivée d'eau froide.



SALLE DE DEMONSTRATION, AMÉNAGÉE PAR LA SOCIÉTÉ DE GAZ DE PARIS, POUR LES APPAREILS SERVANT AU CHAUFFAGE DE L'EAU (CHAUFFE-BAINS INSTANTANÉS ET CHAUFFE-EAU À ACCUMULATION)

La technique des appareils destinés au chauffage de l'eau et fonctionnant au gaz, a fait, dans ces dernières années, des progrès remarquables. Nous ne citerons que pour mémoire le chauffe-bain instantané, appareil classique, répandu par centaines de milliers, avec lequel les opérations d'allumage et d'extinction sont parfaitement automatiques, et que des perfectionnements récents permettent d'utiliser pour desservir tous les postes de distribution d'eau chaude d'un appartement.

La solution vraiment moderne du problème de la distribution d'eau chaude est fournie par le chauffe-eau à accumulation fonctionnant au gaz.

Le chauffe-eau à accumulation se compose essentiellement d'un réservoir soigneusement calorifugé et dont l'importance est propor-

Le réservoir étant soumis à la pression de l'eau de la ville, l'ouverture d'un robinet d'utilisation provoque l'écoulement d'une certaine quantité d'eau chaude, qui est immédiatement remplacée par la même quantité d'eau froide, pénétrant à la partie inférieure du réservoir. En même temps, par l'intermédiaire d'un thermostat, le brûleur à gaz est ouvert en grand pour chauffer l'eau froide qui vient d'être ainsi introduite.

Le gaz ne coûtant pas plus cher le jour que la nuit, il n'y a aucun inconvénient à chauffer ainsi l'eau froide de remplacement au fur et à mesure de son entrée dans le réservoir. Cette circonstance particulière au chauffe-eau à gaz, entraîne deux avantages très importants :

1° Il n'est pas nécessaire que le réservoir d'un chauffe-eau à gaz ait un volume égal

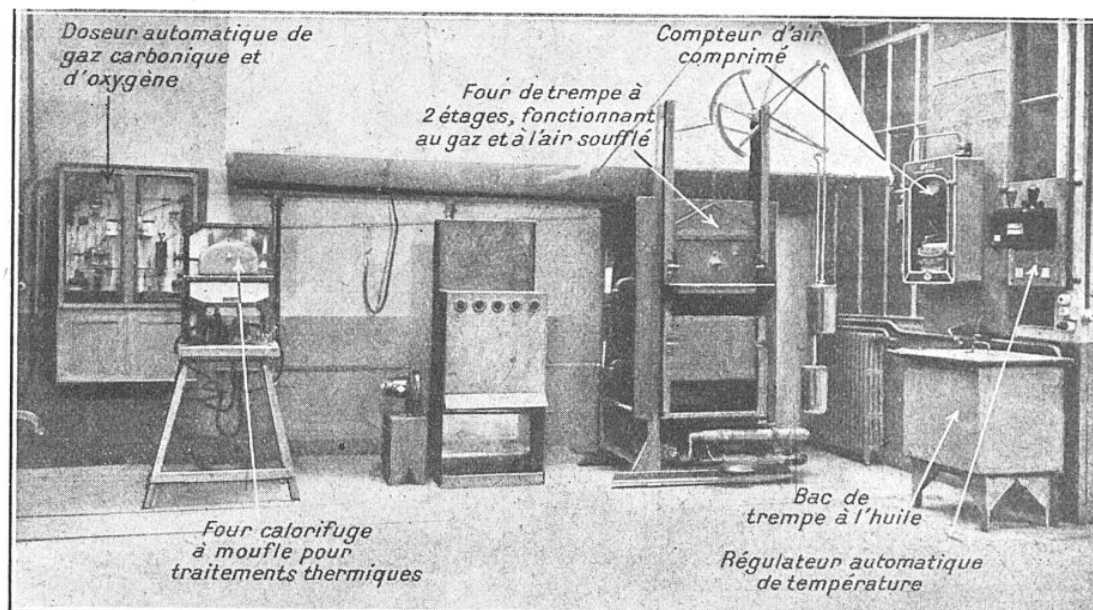
à celui des besoins en eau chaude de vingt-quatre heures ; son volume peut ne représenter que la moitié ou même le tiers de ces besoins, ce qui est très intéressant lorsque la place dont on dispose est limitée ;

2° L'eau que l'on soutire d'un chauffe-eau à gaz, en fin de journée, est aussi chaude que celle du matin.

Par ailleurs, en raison du faible débit horaire du brûleur, l'installation des chauffe-eau à accumulation fonctionnant au gaz est extrêmement simple : le compteur à gaz

fumage des viandes, fabrication des conserves, etc. ; dans celles de la céramique, de la métallurgie et de la construction mécanique (fours de forge, fours à tremper, fours à recuire, etc.), de l'orfèvrerie, etc., etc.

Cette faveur croissante dont jouit le chauffage au gaz auprès des industriels est une conséquence de l'obligation impérieuse où ils se trouvent de moderniser leurs instruments de travail, pour leur faire rendre le maximum dans le minimum de temps, tout en utilisant un personnel souvent peu expérimenté.



SALLE D'ESSAIS DES FOURS POUR TRAITEMENTS THERMIQUES, AU LABORATOIRE INDUSTRIEL DE LA SOCIÉTÉ DU GAZ DE PARIS

peut être de faible capacité et la canalisation de petit diamètre ; de plus, il n'est pas nécessaire d'aménager un conduit d'évacuation pour les produits de la combustion.

Le chauffage au gaz présente aussi de multiples applications industrielles

Les applications du gaz au chauffage industriel sont infinies, et nous ne pourrions, sans sortir du cadre de cet article, les examiner une à une, même sommairement. Bornons-nous à signaler que les appareils utilisant le gaz de ville comme combustible sont d'un emploi courant, toutes les fois qu'il s'agit de chauffer des fours, des étuves ou des appareils quelconques. Nous les rencontrerons donc, en particulier, dans les industries d'alimentation, friterie charcuterie,

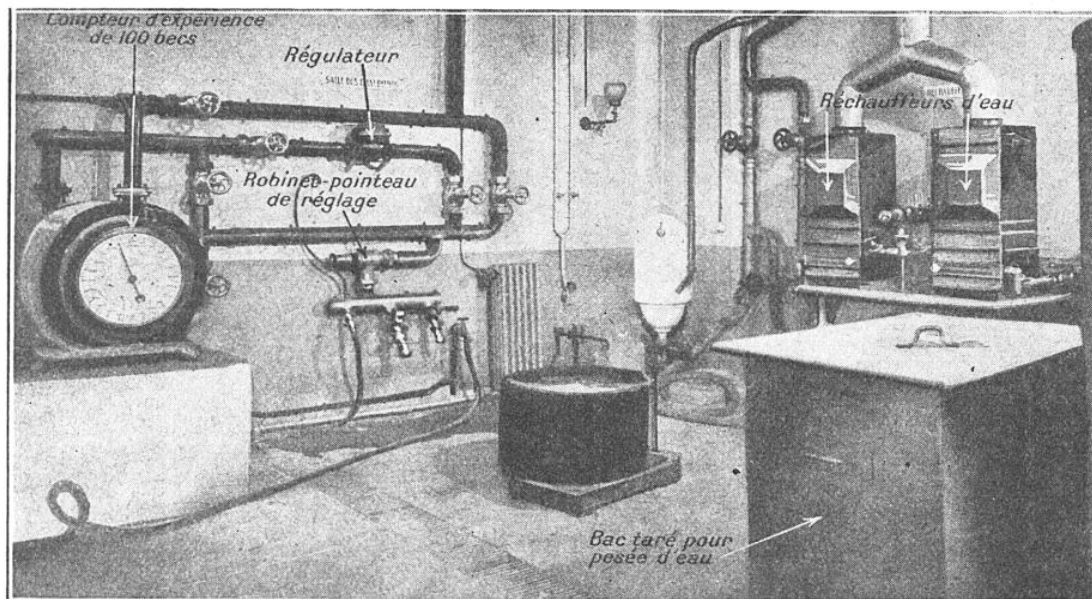
D'autre part, les lois qui réglementent les conditions du travail imposent à l'industriel la recherche des moyens propres à diminuer le temps de mise en route de tous les organes de l'atelier, et à obtenir leur arrêt immédiat sans perte d'énergie. A ce point de vue, le gaz de ville, combustible à pouvoir calorifique élevé et dont l'action est instantanée, offre des qualités indéniables.

Il faut encore noter que la simplicité et la facilité de réglage des brûleurs à gaz, ainsi que la réalisation, suivant les besoins, d'une atmosphère réductrice ou oxydante, donnent la certitude de reproduire les mêmes opérations thermiques sans aléas ; d'où suppression presque totale des déchets de fabrication et, par conséquent, diminution appréciable des prix de revient.

Toutefois, pour obtenir, avec le gaz, les

rendements élevés qu'il est susceptible de procurer, il est indispensable que l'appareil de chauffage soit très soigneusement étudié dans toutes ses parties. Il faut d'abord déterminer quel est, entre les divers types de brûleurs, celui qui convient le mieux pour effectuer l'opération envisagée. Il existe, en effet, plusieurs systèmes de brûleurs à gaz pour le chauffage industriel : les uns sont alimentés avec du gaz à la pression normale de distribution et de l'air à la pression atmosphérique ; d'autres reçoivent un de ces

de mesure et de contrôle nécessaires. Plusieurs ingénieurs, spécialement attachés à ce laboratoire, sont à la disposition des industriels pour procéder gratuitement aux études et aux essais que nécessite la recherche de la solution optimum des questions qui leur sont soumises. A en juger par la liste des problèmes extrêmement variés que ce laboratoire a eu déjà à étudier et qu'il a menés à bonne fin, il apparaît que cette initiative de la Société du Gaz de Paris répondait à un besoin réel et qu'elle a été



LES APPAREILS DE MESURE ET DE CONTRÔLE DE LA SALLE D'ESSAIS DES CHAUDIÈRES AU LABORATOIRE INDUSTRIEL DE LA SOCIÉTÉ DU GAZ DE PARIS

fluides sous pression (brûleurs à gaz comprimé ou brûleurs à l'air soufflé) ; d'autres, enfin, sont alimentés avec un mélange d'air et de gaz provenant d'un mélangeur.

L'appareil lui-même (four, étuve, creuset, etc.) doit être spécialement établi pour l'emploi du gaz, et c'est, généralement, aller au-devant d'une déception que de vouloir simplement substituer un brûleur à gaz à un foyer à charbon, sans modifier les autres parties de l'appareil.

Pour aider les industriels parisiens à résoudre d'une façon satisfaisante les problèmes que pose, dans chaque cas particulier, la substitution du gaz à un autre combustible, la Société du Gaz de Paris a aménagé, depuis deux ans, au 44 de la rue Amelot, un laboratoire industriel admirablement outillé, pourvu de tous les appareils

appréciée à sa juste valeur par les industriels.

Pour inciter les industriels à user plus largement du gaz de ville, il restait à leur consentir des tarifs qui tiennent compte de l'importance de leur consommation. C'est chose faite, à Paris, depuis le 1^{er} janvier 1930 : un tarif dégressif, mis en vigueur à cette date, accorde des dégrèvements pour les consommations de gaz supérieures à 4.000 mètres cubes par an. L'importance de la réduction consentie sur le prix du mètre cube augmente, avec la consommation, d'abord de 12 % ; elle peut aller jusqu'à 50 %.

Grâce à cette tarification nouvelle, grâce aux progrès que réalise, chaque jour, la technique des appareils, il n'est pas douteux que le gaz ne devienne, de plus en plus, le combustible industriel par excellence.

PAUL LUCAS.

UNE UTILISATION NOUVELLE DES VITAMINES⁽¹⁾

LA découverte des vitamines a bouleversé complètement les théories de ceux qui prétendaient assimiler l'être vivant à une mécanique bien réglée ; elle a orienté les recherches de tous les savants vers une conception moins simpliste de la vie, et son moindre mérite n'est pas de nous valoir des applications thérapeutiques particulièrement fécondes.

Pendant longtemps, sous l'influence de Berthelot et de ses élèves, on compara les phénomènes de la nutrition aux échanges thermiques des machines à vapeur. On croyait qu'il suffisait de fournir à l'être vivant un certain nombre de calories sous forme d'aliment pour qu'il puisse fournir un travail déterminé, calculable mathématiquement. Hélas ! Une fois de plus, on dut s'apercevoir que le problème de l'alimentation ne pouvait être résolu par un simple calcul de calories.

En 1897, Eijkmann observa que ses poulets étaient atteints d'une maladie bien étrange. Leur demeure était pourtant somptueuse, désinfectée tous les jours, parsemée de sable stérilisé. Ils avaient à profusion un riz excellent, qu'on avait même pris la précaution de décortiquer pour le débarrasser de sa cuticule. Pourtant, au bout de quelques jours, ils dépérissaient. Leur tube digestif était entièrement paralysé, ils étaient incapables d'avaler leur grain, et encore bien plus de le... rendre. Les bestioles finissaient par mourir lamentablement. Eijkmann, bon observateur, méditait sur ce cas paradoxal. Il eut un jour l'idée de donner du son de riz à ses volailles. La guérison fut extraordinaire. En quarante-huit heures, les poulets avaient repris toute leur vitalité. Il en déduisit qu'il existait dans la cuticule du riz une substance inconnue dont la privation entraînait des troubles extrêmement graves. Pour guérir ces troubles, il suffisait d'une quantité très faible de son de riz. Eijkmann, partant de ces constatations, baptisa « substances minimales » ces corps indispensables à la vie et qui agissent à dose infime. Il découvrit, de plus, que la stérilisation les détruisait complètement.

Wildieu, en 1901, puis Wilcock et Hopkins précisèrent les faits mis ainsi en évidence, et Funck donna aux « substances minimales » découvertes par Eijkmann le nom de *vitamines*, montrant ainsi qu'il s'agissait de véritables substances vivantes, que détruisent la chaleur et les antiseptiques.

Un point était acquis : la nécessité absolue, pour un être vivant, de se nourrir de substances vivantes. La vie ne s'entretient qu'avec la vie.

L'utilisation pratique de ces travaux fut immédiate. On remarqua que bien des malades,

des maladies même, étaient dûs à la « carence » d'une catégorie de vitamines : les vitamines B.

Tout dernièrement, le docteur Jehan Meyer, savant alsacien de la Faculté de Médecine de Paris, en collaboration avec les laboratoires Guillon, vient de proposer une application de la vitamine B extrêmement intéressante. Il avait remarqué que la privation totale de cette vitamine détermine une paralysie absolue du tube digestif. A un degré moindre, alors que la carence n'est pas absolue mais relative, on note simplement une constipation opiniâtre, avec retard de la digestion, perte de l'appétit et tendance aux maladies cutanées. Poursuivant ses expériences, il observa que le simple apport de la vitamine B, en quantité suffisante, faisait disparaître très vite tous les troubles signalés. De plus, il observa que la musculature de l'intestin était véritablement régénérée. La muqueuse elle-même paraissait renouvelée. Les milliers de petites glandes qui tapissent cette muqueuse sécrétaient plus facilement et en plus grande abondance les sucs digestifs qui favorisent l'assimilation des aliments.

Le docteur Jehan Meyer était sur la bonne voie. Il rechercha alors une association de vitamine B et de ferments de fruits frais stabilisés qui soit susceptible de renforcer encore, si possible, l'action déjà si curieuse qu'il avait constatée. Après plusieurs années d'expériences minutieuses et patientes, il est arrivé à composer un produit absolument original, dont il n'existe aucun équivalent dans tout l'arsenal thérapeutique. Il se présente, actuellement, par les soins des laboratoires Guillon et C^{ie}, sous la forme de grains, les *grains du docteur Jehan Meyer*, et leur application semble devoir être extrêmement importante. Leur action sur la constipation chronique, ce véritable fléau du xx^e siècle, est absolument étonnante.

Nous nous trouvons, en effet, en présence d'une composition essentiellement naturelle : des sucs de fruits frais, des vitamines, des ferments soigneusement choisis. Les grains du docteur Jehan Meyer agissent doucement ; ils ne provoquent ni coliques ni accoutumance. Ils rééduquent l'intestin, désinfectent son contenu.

Les grains du docteur Jehan Meyer sont le résultat de travaux persévérants que nous nous devons de signaler. Ils sont indispensables à tous ceux qui mènent une existence fatigante et qui absorbent une nourriture trop riche. Trop de personnes, en effet, sont persuadées que la quantité d'aliments ingérés importe seule. Pourtant la notion de qualité doit toujours être présente à l'esprit. L'action subtile des vitamines est une véritable action « équilibrante ». Sans elles, toute vie est impossible, et toute santé est illusoire.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 158, page 149.

LES A CÔTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

L'ébonite constitue un isolant parfait

ON sait que la découverte de l'ébonite ou caoutchouc durci est attribuée à Goodyear, et, dans un ouvrage très instructif, M. Dubosc raconte ainsi cette découverte :

« Goodyear, depuis qu'il avait essayé d'allier les métaux en poudre à la gomme, pensait que celle-ci pouvait être métallisée, durcie par une action semblable à la trempe de l'acier. En plongeant le caoutchouc dans le soufre fondu à 150° et en l'y laissant séjourner pendant plusieurs heures, il arriva au résultat cherché. »

Pendant de nombreuses années, la fabrication des articles en ébonite fut presque un monopole de l'industrie étrangère et notamment de l'Angleterre et de l'Allemagne, et un peu avant la guerre encore, une grande partie des planches en ébonite, des tubes et des bâtons était importée de l'étranger. L'obligation de tirer de nous-mêmes nos articles manufacturés a fait faire, depuis quinze ans, à l'industrie française un effort considérable qui a été couronné de succès ; dans la fabrication des planches d'ébonite notamment, qui est un des articles les plus délicats, une usine française s'est fait une réputation remarquable, c'est « la Croix de Lorraine », de Rueil. Le problème auquel se sont attachés les dirigeants de cette firme était, en réalité, double :

D'une part, obtenir un *isolant parfait* ; d'autre part, avoir une *matière qui se casse difficilement* et qui *n'éclate pas*.

Pour résoudre le premier problème, la « Croix de Lorraine » a breveté un procédé de moulage qui évite, pendant la vulcanisation, tout contact avec des parties métalliques ; en effet, les techniciens les plus remarquables de la T. S. F. avaient remarqué que sur la plupart, sinon la totalité des planches d'ébonite, il subsistait jusque-là de nombreuses particules métalliques qui nuisaient considérablement à l'isolement recherché. Sur ce point si important, la « Croix de Lorraine » a ajouté un perfectionnement que nous n'hésiterons pas à qualifier de capital pour obtenir un isolement parfait.

Le deuxième problème à résoudre était également très complexe. En fait, la planche

d'ébonite est, en général, extrêmement cassante, et il était nécessaire d'être un technicien et un praticien habile pour découper un panneau d'ébonite.

La « Croix de Lorraine » a réalisé une matière qui est presque incassable, qui se perce, et qui peut être sciée avec une scie à bois sans ébréchures, sans éclatements.

C'est le panneau d'ébonite mis à la portée de tous les amateurs.

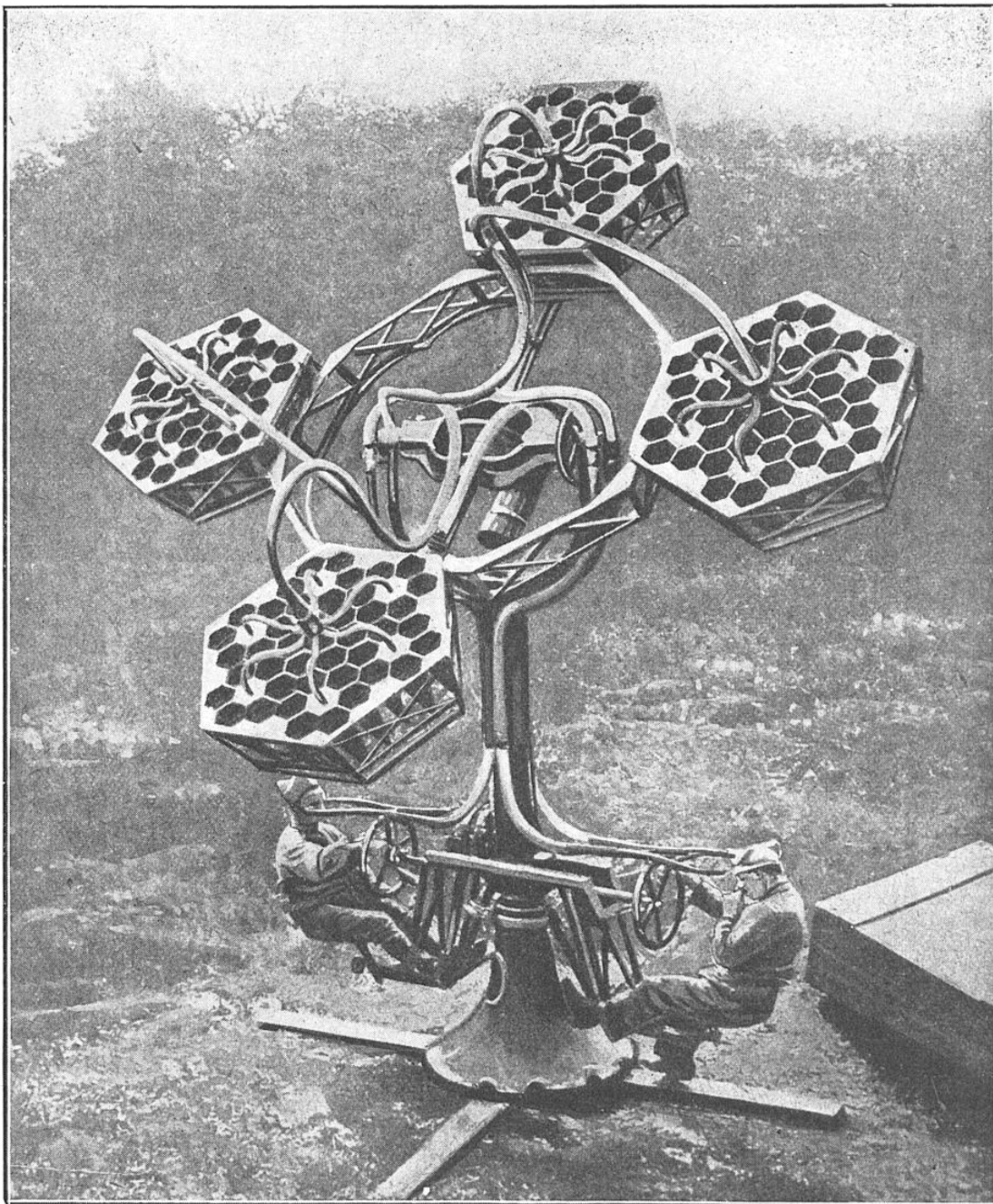
Nous ne sommes donc pas surpris que l'ébonite « Croix de Lorraine » jouisse d'une réputation mondiale et qu'elle représente sur un poste comme la garantie de sa perfection.

LA CROIX DE LORRAINE, 8, rue des Deux-Gares, à Rueil (Seine-et-Oise).

Comment on décèle l'approche des escadrilles d'avions

LA SCIENCE ET LA VIE a pour mission non seulement de faire connaître les nouveautés, mais aussi d'expliquer le fonctionnement de certains appareils déjà existants. C'est le cas du « télécinémètre », représenté ci-contre, qui a fait l'objet, tout dernièrement, d'une description sommaire dans certains journaux français et étrangers. Nos lecteurs nous ayant demandé de leur faire connaître le fonctionnement et les applications de cet instrument de « défense », nous nous faisons un plaisir de déférer à leur désir par ces quelques lignes :

L'appareil se compose de quatre organes formés chacun par la juxtaposition de quarante-deux pavillons groupés par six, chaque groupe étant relié à un tuyau sonore. Les sept tuyaux de chaque organe se réunissent en un seul. Il y a donc, en tout, quatre tuyaux sonores aboutissant, deux par deux, à des écouteurs que les observateurs placent à leurs oreilles. Les organes d'audition diamétralement opposés sont solidaires l'un de l'autre. Comme il est possible, au moyen de volants, d'orienter ces deux groupes d'organes dans toutes les directions, on conçoit que, au moment où les deux observateurs (un par groupe de deux organes) entendent le bruit avec le maximum d'intensité, on pourra, d'après les lectures des cadrans gradués, déterminer la direction de l'avion. Plusieurs observations permettent également de mesurer sa vitesse de marche, sa hauteur et son éloignement.



VUE D'ENSEMBLE DE L'APPAREIL UTILISÉ EN FRANCE POUR DÉCELER A DISTANCE L'APPROCHE D'UNE ESCADRILLE [D'AVIONS

Les quarante-deux alvéoles que l'on distingue sur chacune des quatre « oreilles géantes », sont de simples pavillons reliés au moyen de tuyaux sonores à des « écouteurs », que les observateurs placent à leurs oreilles. Les « oreilles » diamétralement opposées sont réunies entre elles. L'ensemble de l'appareil peut être orienté au moyen de volants, de sorte que chaque observateur, correspondant à un groupe d'organes d'audition, entende le bruit de l'avion avec le maximum d'intensité. Les cadrans gradués permettent d'en déduire la direction de l'avion. Cet appareil décèle les avions à plus de dix kilomètres de distance, ce qui, en pratique, est largement suffisant pour prendre les mesures nécessaires à la défense.

CHRONIQUE NITROLAC

Les laques NITROLAC dans le Bâtiment

AVANTAGES

- 1° Facilité d'application, soit au pinceau, soit au pistolet. Economie de main-d'œuvre.
- 2° Rapidité de séchage. Economie de temps.
- 3° Peut être appliqué directement sur une surface déjà traitée en apprêt ou peinture à l'huile ordinaire. Peut être utilisé partout.

Les Services techniques de NITROLAC sont à votre disposition.

NITROLAC

Société anonyme
au capital de 2.000.000 de francs

SIEGE SOCIAL:
41, rue Marius-Aulan, LEVALLOIS-PARIS

USINE:
SAINT-DENIS (Seine)

Les laques NITROLAC dans la décoration d'appartements

RÉSULTATS

Les Laques NITROLAC, brillantes, satinées ou mates, donnent une surface toujours lavable.

Toutes les décorations intérieures, murs, portes, boiserries, etc..., ont ainsi toujours l'aspect du neuf.

Par la qualité de ses produits, NITROLAC s'est imposé dans toutes les branches de l'Industrie.

Téléphone : CARNOT 54-84
PEREIRE 05-04
PEREIRE 22-17
INTER PEREIRE 24-51

Adresse télégraphique :
NITROLAC-PARIS

CHEZ LES EDITEURS

CONSTRUCTION

L'ART DE BATIR UNE MAISON AGRÉABLE ET SAINTE, par *Edmond Marcotte*. 1 vol., 572 p., 274 fig. Prix : franco France, 100 francs ; étranger, 103 fr. 50.

Très bien présenté, cet ouvrage donne des indications précises et motivées sur les conditions à rassembler pour bâtir une maison ou un groupe d'habitations dans les diverses circonstances qui peuvent se présenter pratiquement. Il s'attache particulièrement au plan, à la distribution des locaux, à l'organisation des pièces, sans oublier ni la cuisine ni l'escalier, à l'orientation, à l'hygiène et à l'assainissement des maisons et des terrains, ainsi qu'aux divers services indispensables aux cités et aux immeubles modernes : distribution d'eau, évacuation des matières usées, éclairage, chauffage, ventilation, réfrigération, conservation des denrées.

Des annexes techniques donnent de précieuses indications sur les progrès en ces diverses branches.

PÉTROLE

LA CONQUÊTE DU PÉTROLE, par *Camille Aymard*. 1 vol. Prix : franco France, 13 fr. 75 ; étranger, 17 francs.

Mettre à la portée du grand public les questions économiques avec le talent d'un romancier, tel est le paradoxe réalisé par M. C. Aymard dans son ouvrage sur le pétrole.

Pasteur a affirmé que « la politique du monde est menée par quelques découvertes scientifiques et leurs applications ». Le pétrole en est l'un des plus typiques exemples. Son histoire est une véritable épopée, et ceux qui liront, avec autant de profit que d'attrait, les beaux chapitres de

M. C. Aymard verront que l'antique noblesse du pétrole — qui est cependant de date récente — est plus solide que l'ancienne féodalité.

Les batailles de la paix font, hélas ! aussi des victimes, comme les autres ; la lutte engendrée pour la possession du naphte précieux a ses vainqueurs et ses vaincus. C'est la rançon de tous les progrès scientifiques et techniques ; mais, en somme, si quelques-uns s'enrichissent par ces découvertes de la science moderne, il n'en est pas moins vrai que tous les peuples, dans leur ensemble, participent à cette richesse nouvellement acquise.

M. C. Aymard explique beaucoup mieux que nous comment le pétrole est arbitre et discorde du monde, et comment la France doit avoir, elle aussi, une politique du pétrole, car son destin en dépend partiellement.

ÉLECTRICITÉ

MON ÉLECTRICIEN, C'EST MOI ! par *Albert Touvy*. Collection Baudry de Saunier. 1 vol., 455 p., 143 fig. Prix : franco France : 34 francs ; étranger : 36 francs.

A chaque instant de la journée, nous utilisons l'électricité pour l'éclairage, pour le chauffage, les appareils ménagers, les sonneries, les postes de T. S. F., etc. Nous devons donc pouvoir nous tirer nous-mêmes d'embarras lorsqu'une déféctuosité simple se produit dans un des circuits. Pour cela, il faut, évidemment, connaître quelques détails de l'installation. Cet ouvrage, à la fois complet, précis et clair, dont le titre indique le but que s'est proposé l'auteur, est un véritable guide, auquel on ne fera pas appel en vain, soit pour effectuer une réparation, soit même pour exécuter de toutes pièces une installation électrique.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 45 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an..... 55 fr.
chis.....	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an.... 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an..... 90 fr.
chis.....	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Le Gérant : Lucien JOSSE,

Paris, — Imp. HÉMERY, 18, rue d'Enghien.

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



BARDON

OXY-MÉTAL

Les Etablissements BARDON vous proposent une des trois solutions suivantes pour l'alimentation totale de votre récepteur sur le courant alternatif au moyen d'éléments

OXY-MÉTAL

- ① Haute tension par "oxy-métal", basse tension par accumulateurs et "oxy-métal".
- ② Haute tension par valve, basse tension par "oxy-métal".
- ③ Alimentation totale par "oxy-métal".

NOTICES, SCHÉMAS ET TOUS
RENSEIGNEMENTS A LETTRE LUE

E^{TS} BARDON

61, Boulevard Jean-Jaurès
à CLICHY (Seine)

frisch
BR-35

De belles situations sont offertes

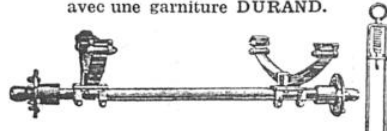
dans le Commerce et l'Industrie, à ceux qui possèdent les connaissances techniques suffisantes. Rapidement, chez vous, par correspondance, vous pouvez obtenir

un diplôme d'ingénieur technique, commercial ou d'expert-comptable.

Demandez la brochure A à

I.E.P., 185 bis, rue Ordener, PARIS-18^e
placé sous le haut patronage de l'Etat.

INDUSTRIELS, COMMERÇANTS, AGRICULTEURS, TOURISTES,
Montez vous-mêmes la remorque dont vous avez besoin avec une garniture DURAND.



N° 1	charge utile	250 kgs	pour Roues Michelin	4 roues
N° 2	—	500 —	—	4 —
N° 3	—	1.000 —	—	6 —
N° 4	—	1.500 —	—	8 —

ÉMILE DURAND

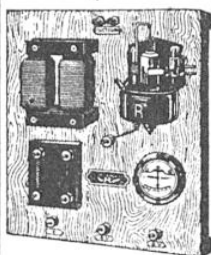
80, Avenue de la Défense, COURBEVOIE (Seine)

Téléphone : Défense 06-03

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

CHARGEUR L. ROSENGART

B. S. G. D. G.



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

**SIMPLICITÉ
SÉCURITÉ
ÉCONOMIE**

Notice gratuite sur demande
21, Champs-Élysées, PARIS

TELEPHONE : ELYSEES 66 60

**8 ANS D'EXPÉRIENCE
25.000 APPAREILS
EN SERVICE**

COURS PAR CORRESPONDANCE pour toutes les Carrières sociales :

- 1° Comptabilité. Langues. Publicité. Ingénieur commercial.
- 2° Chimie. Electricité. Mécanique. Architecture. Béton. Chauffage central. Auto. Textile.
- 3° Agriculture. Jardins. Elevage. Brasserie. Sucrerie. Distillerie. Minoterie.
- 4° Dessin. Peinture. Musique. Solfège. Piano. Violon. Harmonie.
- 5° Arts féminins. Coupe et Confections. Modes.

DIPLOMES FIN DES ÉTUDES

Pour vous renseigner, demandez le CATALOGUE GÉNÉRAL GRATUIT à l'
INSTITUT PHILOTECHNIQUE 21, r. du Louvre
PARIS

Etes-vous satisfait de votre mémoire ?

Faites l'expérience suivante : prenez un livre quelconque et essayez d'en réciter de mémoire dix lignes, après les avoir lues seulement deux fois. Si vous n'y parvenez pas, découpez le Bon ci-dessous (ou recopiez-le) et retournez-le à l'INSTITUT BORG, Place Saint-Pierre, Avignon.

GRATIS renseignez-moi sans engagement sur le moyen de développer ma mémoire.

Nom : _____

Adresse : _____



LE Patin SKI-HOME
fait glisser
les meubles
Il protège les tapis

ADOPTÉZ

LE PATIN "SKI-HOME"

En vente : Quincailliers, Bazars, Grands Magasins

GROS : SKI-HOME, 6, rue de la Banque - PARIS (2^e)



Fait toutes opérations

Vite, sans fatigue, sans erreurs

INUSABLE — INDETROUABLE

En étui porte-feuille, façon cuir **50 fr.**

En étui portefeuille, beau cuir : 75 fr. —

SOCLE pour le bureau : 18 fr. —

BLOC chimique perpétuel spéc. adaptable : 8 fr.

Franco c. mandat ou rembourser

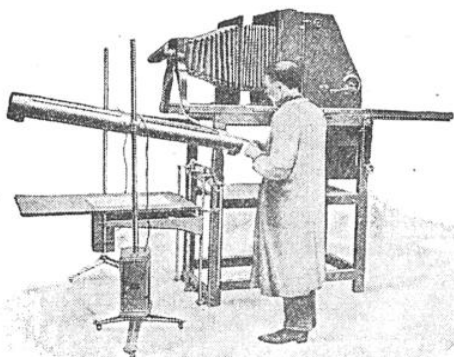
Etrang., valet. d'av. port en sus

S. REYBAUD, ingénieur

37, rue Sénac MARSEILLE

CHÈQUES POSTAUX : 90-63

LE REPROJECTOR



DÉMONSTRATIONS, RÉFÉRENCES, NOTICES FRANCO

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

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

TRAVAUX D'ESSAI

aux firmes intéressées au tarif le plus réduit

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

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

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

STÉRÉOSCOPES
PLANOX

Nouveauté!

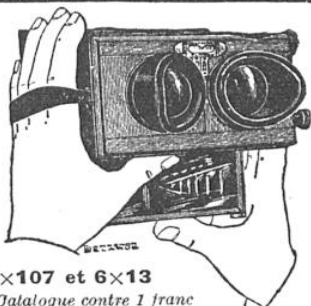
STÉRÉO-CLASSEUR
A MAIN

"APESCOPE"

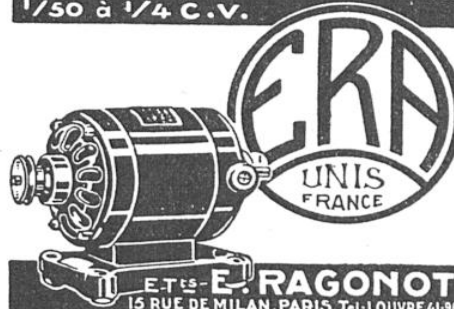
12 clichés 45×107 et 6×13

Notice sur demande - Catalogue contre 1 franc

Étab^{ls} A. PLOCQ, 26-28, r. du Centre, Les Lilas (Seine)



MOTEURS UNIVERSELS
1/50 à 1/4 C.V.



E.T.S. - E. RAGONOT
15 RUE DE MILAN. PARIS. Tel. LOUVRE 41-36



**JEUNES GENS
CLASSES 1931-1932**

réformés, personnes faibles, rendez-vous forts et robustes par la nouvelle méthode de culture physique de chambre, sans appareils. 10 minutes par jour, pour créer une nation forte et saine et défendre la patrie.

Méthode spéciale pour grandir.
Brochure gratis contre timbre.

E. WEHRHEIM
Agay (Var)



L'EMPIRE DES AFFAIRES

Luxueuse brochure de 64 pages sera envoyée GRATUITEMENT, sur simple demande adressée à

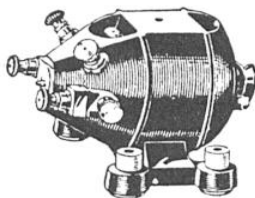
L'ACADÉMIE COMMERCIALE
Boulevard Montparnasse, 144/8, à Paris

Cette documentation UNIQUE traite du domaine des affaires en général, ainsi que de la préparation pratique et rapide, CHEZ SOI, au **DIPLOME D'INGÉNIEUR COMMERCIAL**

Références nombreuses et de tout premier ordre

LE MICRODYNE

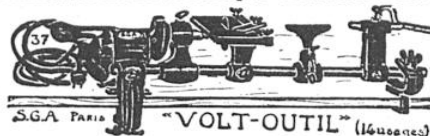
Le plus petit moteur industriel du monde



MOTEURS UNIVERSELS
DE FAIBLE PUISSANCE

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

S. G. A. S. ingén.-const^{rs} 44, rue du Louvre, Paris-1^{er}
Nos machines ont été décrites par « La Science et la Vie »



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, meule, polit, etc., bois et métaux pour 20 centimes par heure.

SUCCÈS MONDIAL

Vous deviendrez et vous serez diplômé

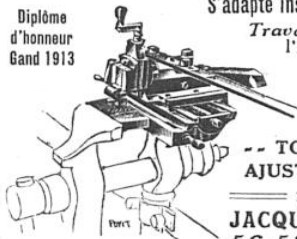
en peu de temps, à peu de frais, si vous suivez par correspondance les Cours spécialisés de l'INSTITUT PHILOTECHNIQUE

- 1° Comptabilité. Langues. Publicité. Ingénieur commercial.
- 2° Chimie. Electricité. Mécanique. Architecture. Béton. Chauffage central. Auto. Textile.
- 3° Agriculture. Elevage. Jardins. Brasserie. Sucrerie. Distillerie. Minoterie.
- 4° Dessin. Peinture. Musique. Solfège. Piano. Violon. Harmonie.
- 5° Arts féminins : Coupe et confections. Modes.

21, Rue du Louvre - PARIS
DEMANDEZ D'URGENCE LE CATALOGUE GRATUIT

LA RAPIDE-LIME

Diplôme
d'honneur
Gand 1913



S'adapte instantanément aux ÉTAUX

Travaille avec précision
l'Acier, le Fer, la Fonte,
le Bronze
et autres matières

Plus de Limes!
Plus de Burins!

-- TOUT LE MONDE --
AJUSTEUR-MÉCANICIEN

NOTICE FRANCO

JACQUOT & TAVERDON
56-58, rue Regnault
Paris (13^e)



GROS : 51, rue Grenéta — PARIS (2^e)

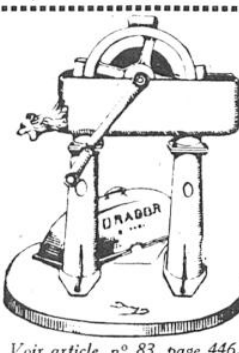


CHIENS DE TOUTES RACES

de garde, de POLICE, jeunes et adultes supérieurement dressés. Chiens de luxe miniatures, d'appartement. Grands danois. Chiens de chasse, d'arrêt et courants. Terriers de toutes races, etc., etc. — Toutes races, tous âges.

Vente avec faculté d'échange, garantie un an contre mortalité. Expédition dans le monde entier.

SELECT-K ENNEL, à BERCHEM-Bruxelles (Belg.). Tél. : 604-71



DRAGOR

Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds

A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au premier tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 mètres de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Pose facile et rapide sans descente dans le puits. Donné deux mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - Garanti 5 ans.

Élévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)

Voir article, n° 83, page 446.

LE MEILLEUR
ALIMENT MÉLASSÉ

8 GRANDS PRIX
8 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
DEPUIS 1910

PAÏL'MEL



POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE EN 1901 à TOURY (EURE & LOIR,
Reg. Comm. Chartres B. 41



TIMBRES-POSTE AUTHENTIQUES
DES MISSIONS ÉTRANGÈRES

Garantis non triés, vendus au kilo
Demandez la notice explicative au
Directeur de l'Office des Timbres-
Poste des Missions, 3, rue des Mou-
tons, TOULOUSE (France).

R. C. TOULOUSE 4.568 A

INVENTEURS

Pour vos
BREVETS

Adr. vous à : WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
35, Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratuite!

INVENTIONS ET RÉALISATIONS FINANCIÈRES

SOCIÉTÉ D'ÉTUDE ET DE VALORISATION EN PARTICIPATION

48, rue de la Chaussée-d'Antin, PARIS (9^e) - Téléphone : Trinité 40-96 et 62-90

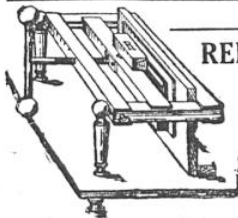
Brevets d'invention en France et à l'Étranger. — Toutes opérations relatives à la Propriété industrielle. — Négociation des brevets. — Valorisation des inventions. — Recherche de capitaux. — Constitution de Sociétés industrielles.

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

SEUL ILLUSTRÉ QUOTIDIEN

ABONNEMENTS

PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE.....	Trois mois.....	20 fr.
	Six mois.....	40 fr.
	Un an.....	76 fr.
DÉPARTEMENTS ET COLO- NIES.....	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

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. FOUGERE & LAURENT, à ANGOULÊME

SPORTS D'HIVER**RELATION RAPIDE
PARIS - BRIANÇON**Pendant l'hiver, un rapide de nuit de toutes classes
comportant des places de couchettes circule tous les
jours entre Paris et Briançon, via Valence-Veynes.Départ de Paris 21 h. 10, de Lyon-Perrache 4 h. 32.
Arrivée à Valence 5 h. 58, à Veynes 9 h. 10, à Gap
9 h. 46, à Embrun 10 h. 49, à Montdauphin-Guillestre
11 h. 13, à Briançon 12 h. 00.*Au retour :*Départ de Briançon 17 h. 03, Montdauphin-Guillestre
17 h. 39, Embrun 18 h. 02, Gap 19 h. 06, Veynes 20 h. 12,
Valence 23 h. 30.

Arrivée à Lyon-Perrache 1 h. 02, à Paris 9 h. 00.

SPORTS D'HIVER**Relation rapide Paris - Chamonix - Argentière**Pendant l'hiver, un rapide de nuit circule entre Paris
et Saint-Gervais-les-Bains-Le Fayet (Chamonix-Mont-
Blanc), trois fois par semaine, du 5 octobre au 14 dé-
cembre 1930 et du 1^{er} mars au 14 mai 1931. Il a lieu tous
les jours, du 16 décembre 1930 au 28 février 1931, et com-
porte des places de lits-salons et de couchettes, ainsi que
des 1^{res} et 2^{es} classes. En outre, du 16 décembre 1930 au
28 février 1931, ce train comprend, sur tout son parcours,
un wagon-lits de 1^{re} et 2^e classes.Départ de Paris (les mardis, jeudis et samedis, jusqu'au
14 décembre 1930 et du 1^{er} mars au 14 mai 1931) : 21 h. 50.Arrivée à : Sallanches-Combloux-Mégève, 9 h. 53 ;
Saint-Gervais-les-Bains, 10 h. 06 ; Chamonix-Mont-Blanc,
11 h. 28 ; Argentière, 12 h. 04 ; Montroc-le-Planet, 12 h. 16.Au retour (les mercredis, vendredis et dimanches, jus-
qu'au 16 décembre 1930 et à partir du 1^{er} mars 1931).Départ de : Montroc-le-Planet, 16 h. 49 ; Argentière,
17 h. 01 ; Chamonix-Mont-Blanc, 17 h. 33 ; Saint-Gervais-
les-Bains-Le Fayet, 19 h. 10 ; Sallanches-Combloux-Mé-
gève, 19 h. 22.

Arrivée à Paris, 7 h. 02.

CAFÉ SOLUBLE BELNA

CAFÉ GARANTI PUR
en poudre soluble
instantanément



NI MOULIN...
FILTRE...
PEINE...
ATTENTE...
GASPILLAGE



de l'eau...
chaude ou froide.
Quelques secondes
et c'est tout !



chez vous...
partout !...



BELNA
le café instantané IDÉAL !
Plus ÉCONOMIQUE que
le café courant.
De CONSERVATION
indéfinie.



Présenté sous la forme
la plus pratique
et la plus rationnelle.



CAFÉ CHAUD
CAFÉ GLACÉ
CRÈMES
ET ENTREMETTS
préparés instantanément
avec **BELNA**

Envoi franco port et emballage

Boîte 40 gr. (30/40 tasses à café). . 10.50
Boîte 80 gr. (60/80 tasses à café). . 20.50

**BELNA, 65, rue de Paris
BOULOGNE-SUR-SEINE**

Téléphone : Molitor 15-02

CHEMIN DE FER DU NORD

PARIS-NORD à LONDRES

1^o Via Calais-Douvres et Boulogne-Folkestone
Voie la plus rapide. — Traversée maritime la plus courte.
Cinq services journaliers dans chaque sens
Trajet en 6 h. 35.

2^o Via Dunkerque - Tilbury

Un service journalier dans chaque sens
Ce service permet d'arriver le matin à Paris ou à Londres
et d'en repartir le soir.

Train de luxe journalier avec voitures-salons Pullman :
« La Flèche d'Or », entre Paris-Nord et Calais et
vice versa, sans aucun arrêt en cours de route (300 ki-
lomètres en 3 h. 10).

**PARIS-NORD à BRUXELLES, ANVERS et
AMSTERDAM.** — Services rapides journaliers avec voi-
tures-salons, type Pullman « Étoile du Nord » et « Oiseau
Bleu », Paris-Bruxelles et Bruxelles-Paris sans arrêt, en
3 h. 30. — Paris-Anvers et Anvers-Paris, en 4 h. 30. —
Paris-Amsterdam et Amsterdam-Paris, en 7 h. 28.

PARIS-NORD à BRUXELLES. — 7 express ou
rapides journaliers dans chaque sens. Trajet en 3 h. 36.

PARIS-NORD à AMSTERDAM. — 3 services rap-
ides journaliers dans chaque sens. Trajet en 7 h. 56.

PARIS-NORD à COLOGNE. — 5 services rapides
journaliers dans chaque sens. Trajet en 7 h. 59 et, par le
train de luxe Nord-Express, trajet en 7 h. 20.

PARIS-NORD à HAMBURG-ALTONA. — 4 ser-
vices rapides journaliers dans chaque sens. Trajet en 15 h. 03.

PARIS-NORD à BERLIN. — 4 services rapides
journaliers dans chaque sens. Trajet en 15 h. 33 par le train
rapide de jour et en 15 h. 56 (trajet de nuit) par le train
de luxe Nord-Express.

PARIS-NORD à VARSOVIE. — 1 service rapide jour-
nalier dans chaque sens. Trajet en 31 h. 38, et par le train
de luxe Nord-Express, tri-hebdomadaire, trajet en 26 h. 05.

PARIS-NORD à RIGA. — 1 service rapide journa-
lier dans chaque sens. Trajet en 44 heures, et par le train
de luxe Nord-Express, trajet en 37 h. 31.

PARIS-NORD à MOSCOU. — 1 service rapide jour-
nalier dans chaque sens. Trajet en 57 h. 25.

PARIS-NORD à COPENHAGUE. — 2 services
rapides journaliers dans chaque sens. Trajet en 29 h. 40.

PARIS-NORD à STOCKHOLM. — 2 services rap-
ides journaliers dans chaque sens. Trajet en 42 h. 46 et
par le train de luxe Nord-Express en 39 h. 42.

PARIS-NORD à OSLO (Christiania). — 2 services
rapides journaliers dans chaque sens. Trajet en 45 h. 38,
et par le train de luxe Nord-Express en 42 h. 23.

Pour tous renseignements :
s'adresser GARE DU NORD, à Paris,
18, rue de Dunkerque.

SUR LA ROUTE D'HIVER DES ALPES EN AUTOCARS P.-L.-M.

Jusqu'au 31 mars, les cars P.-L.-M. de la
Route d'hiver des Alpes vont de Nice à Aix-les-
Bains et d'Aix-les-Bains à Nice en trois étapes
d'une journée chacune : Nice-Digne ; Digne-
Grenoble ; Grenoble-Aix.

Départs jusqu'au 10 février : de Nice, les lun-
di et vendredi ; d'Aix, les lundi et jeudi.

Départs tous les jours, dans les deux sens,
du 11 février au 31 mars.

A partir du 1^{er} avril, les deux étapes Nice-
Digne et Digne-Grenoble n'en font plus qu'une
d'un seul jour. Départs quotidiens dans les deux
sens.



Véritablement antiseptique

Le **DENTOL** (eau, pâte, poudre, savon) est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable.

Créé d'après les travaux de Pasteur, il raffermi les gencives. En peu de jours, il donne aux dents une blancheur éclatante. Il purifie l'haleine et est particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur délicieuse et persistante.

Le **DENTOL** se trouve dans toutes les bonnes maisons vendant de la parfumerie et dans toutes les pharmacies.



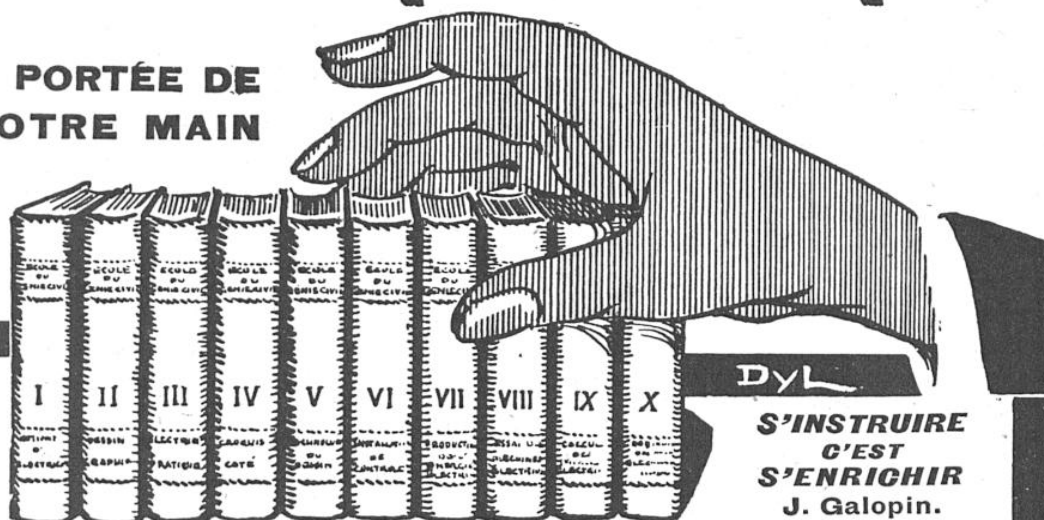
Dépôt général :

Maison FRÈRE, 19, rue Jacob - Paris

CADEAU Pour recevoir gratuitement et franco un échantillon de **DENTOL**, il suffit d'envoyer à la Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris, sous enveloppe affranchie à 0 fr. 50, son adresse exacte et bien lisible, en y joignant la présente annonce de *La Science et la Vie*.

La MÉCANIQUE APPLIQUÉE

A PORTÉE DE
VOTRE MAIN



**S'INSTRUIRE
C'EST
S'ENRICHIR**
J. Galopin.

OUVRIERS, EMPLOYÉS, ÉTUDIANTS,

vous pouvez, en travaillant quelques heures chaque soir, quelle que soit votre instruction première, arriver à connaître à fond la Mécanique. Mais, pour cela, n'étudiez pas au hasard. Confiez-vous à la méthode progressive et à la fois pratique

DE L'ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE DE

L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

152, avenue de Wagram, Paris-17^e

Des cours clairs, précis, concis, vous feront peu à peu connaître toutes les lois et les applications de la Mécanique. Les nombreux exercices soigneusement corrigés vous mettront à même, au bout de peu de temps, d'exercer votre métier comme un véritable expert.

Après chaque étape, un diplôme pourra vous être décerné, consacrant l'effort fait et vous permettant d'être déjà un homme supérieur, partant de gagner plus d'argent.

Division des Études :

a) COURS NORMAUX

Les cours normaux s'adressent aux jeunes gens qui désirent connaître à fond la Mécanique et ses calculs. Ils peuvent être suivis, quelle que soit l'instruction du candidat, à condition de commencer par un degré qui soit en rapport avec les connaissances possédées.

- 1^{er} degré : APPRENTIS DESSINATEURS ou MÉCANICIENS ;
- 2^e degré : CONTREMAÎTRES DESSINATEURS ou MÉCANICIENS ;
- 3^e degré : CHEFS MÉCANICIENS ou CHEFS DESSINATEURS ;
- 4^e degré : SOUS-INGÉNIEURS, MÉCANICIENS ou DESSINATEURS ;
- 5^e degré : INGÉNIEURS MÉCANICIENS ou DESSINATEURS.

b) Chaque degré comporte la fourniture de cours très clairs, de devoirs bien gradués et la correction de ceux-ci. Chaque degré comprend la fourniture de 10 volumes.

c) Prix spécialement réservés aux lecteurs de *La Science et la Vie* qui s'inscriront durant le présent mois et le mois suivant : 1^{er} degré, 200 fr. — 2^e degré, 300 fr. — 3^e degré, 500 fr. — 4^e degré, 750 fr. — 5^e degré, 1.200 fr. Payable 1/10 à l'inscription et le reste en 10 versements mensuels ou au comptant avec 25 % de réduction.

BULLETIN A RECOPIER ET A ADRESSER A LA DIRECTION

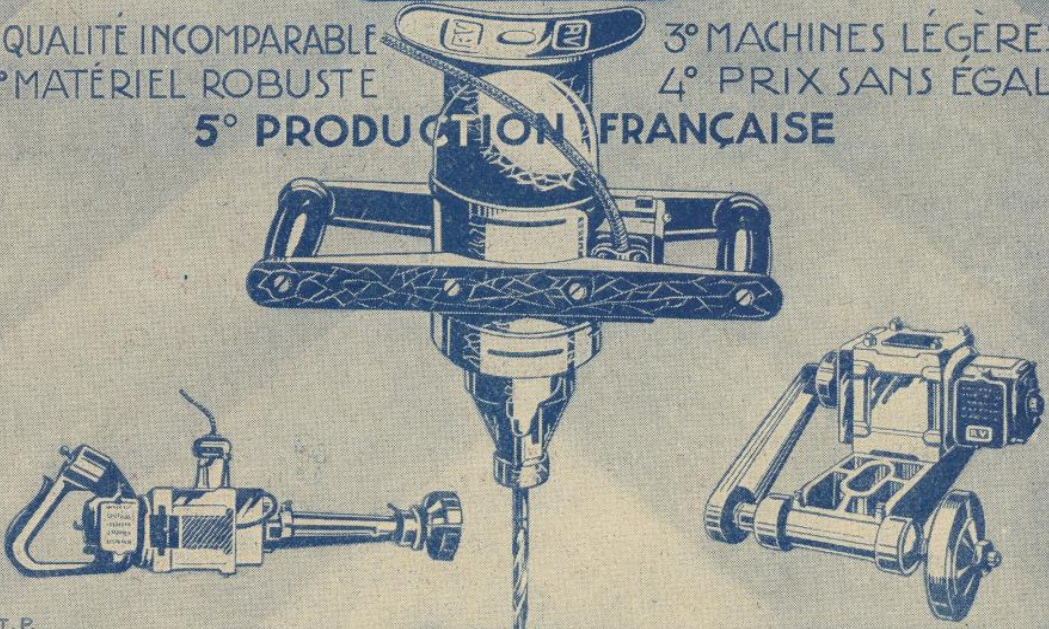
Prière de m'envoyer le cours de
Ci-joint mon premier versement (ou le montant total moins 25 %). Le tout conformément au tarif réduit du n° 159 de LA SCIENCE ET LA VIE.

SIGNATURE ET ADRESSE LISIBLES :


5 POINTS DE SUPERIORITE
 DE
L'OUTILLAGE ÉLECTRIQUE

marque **R.V.** déposée

1° QUALITÉ INCOMPARABLE
 2° MATÉRIEL ROBUSTE
 3° MACHINES LÉGÈRES
 4° PRIX SANS ÉGAL
 5° PRODUCTION FRANÇAISE



O.T.P. ALMAR

SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE
RENÉ VOLET
 (OUTILERVÉ)

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

LILLE
 28, rue Court-Debout
 Tél. : 58-09
 Outilervé-Lille

Capital : Frs 15.000.000
 SIÈGE SOCIAL :
VALENTON
 (Seine-et-Oise)

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

LONDRES E. C. 1
 242, Goswell Road
 Ph. Clerkenwell : 7.527
 Outilervé-Barb-London

Bureaux à BORDEAUX et TOULOUSE — Bureaux provisoires, pour LYON et MARSEILLE : M. Merle, à Loriol (Drôme).

AGENCES dans les pays étrangers suivants :

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

France et Colonies : 4 fr.

N° 164. - Février 1931

LA SCIENCE ET LA VIE

les peintures **NITROLAC**
employées dans la
décoration sont
indéfiniment lavables

