

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

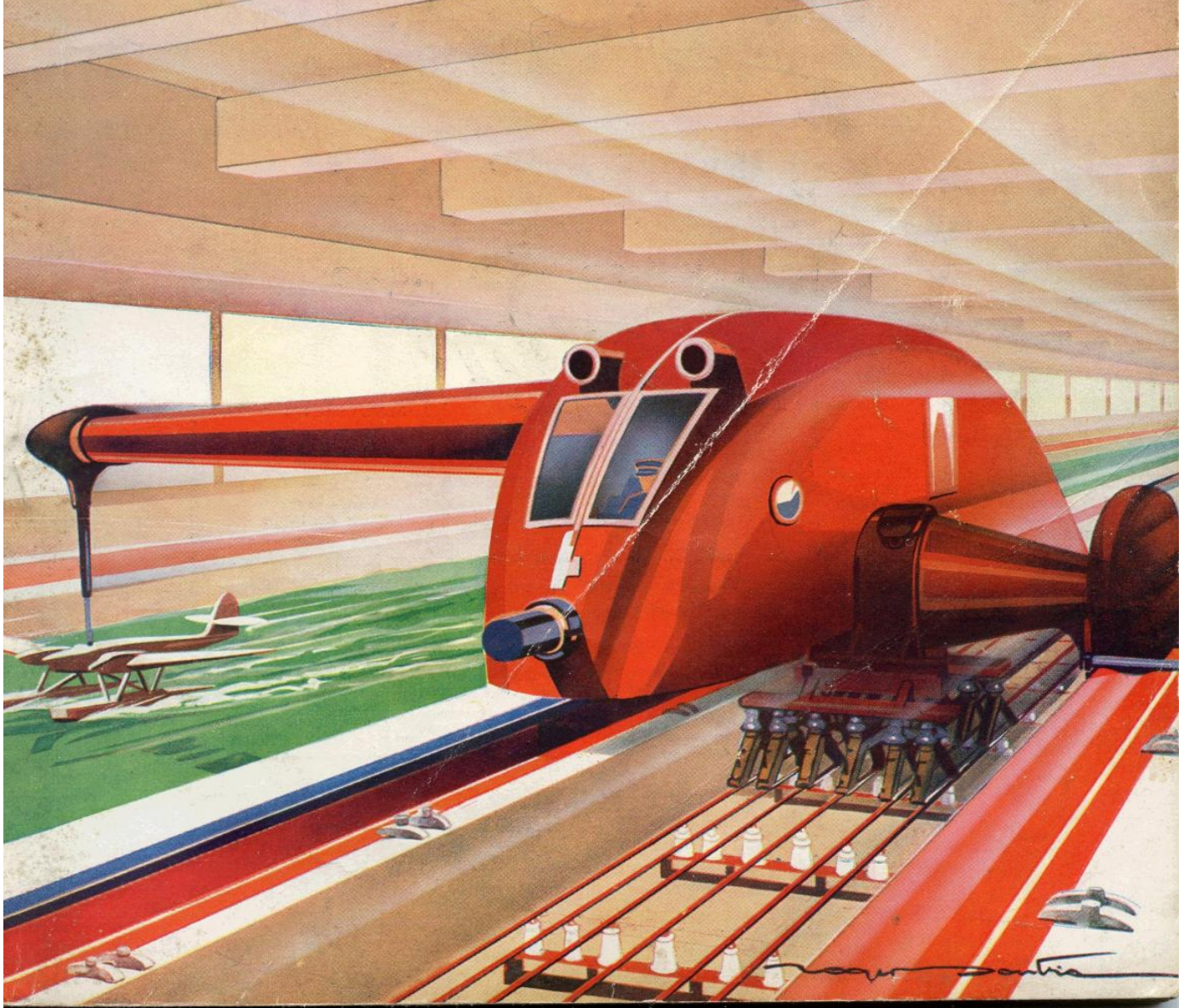
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	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 49. n. 224. Février 1936
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1936
Collation	1 vol. (XXII p.-p.[87]-172) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 224
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.224

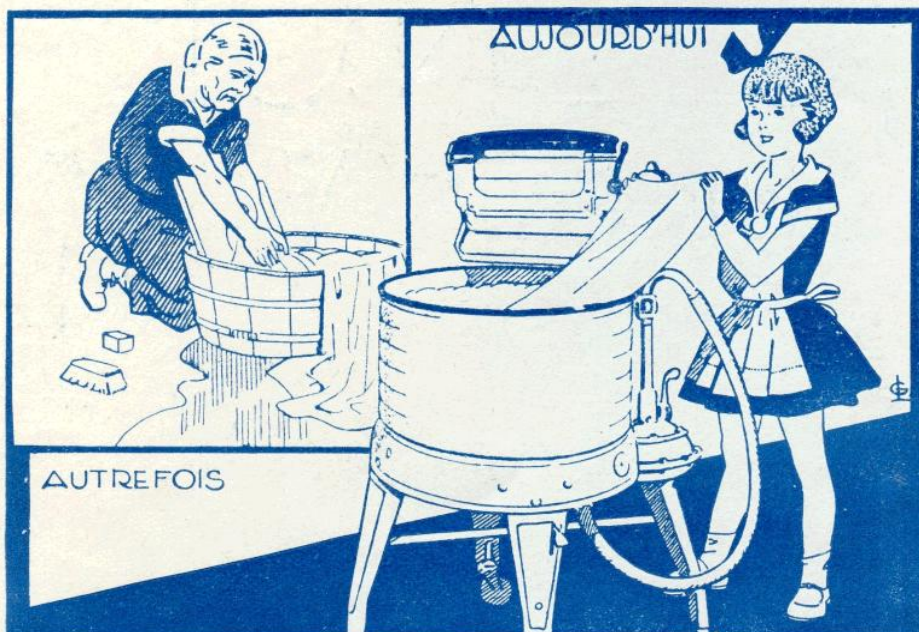
France et Colonies : 4 fr.

N° 224 - Février 1936

LA SCIENCE ET LA VIE



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



Supprimez cette corvée

fatigante de la lessive. Libérez-vous des soucis
du blanchissage, en adoptant chez vous

la laveuse électrique

Calor

Pour une dépense de 30 centimes de courant à l'heure, sans usure,
sans frottement, elle lave seule, rince et essore, en quelques minutes,
aussi bien les draps et couvertures que les linge^{ries} les plus fragiles.

Songez, Madame, aux nombreuses heures de loisir que vous allez
gagner chaque semaine. Songez aux économies que vous allez réaliser
par la suppression des notes de blanchissage et de l'usure du linge.

Cette merveilleuse machine (Modèle Suzy n° 1)

sera chez vous pour un premier versement de ..
et 12 mensualités de même somme

223 fr.

Démonstrations permanentes au
SALON DES ARTS MÉNAGERS
Stand D 17 — Grande Nef — Zone A

Calor — PLACE DE MONPLAISIR — **LYON**



ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL **ÉCOLE DE NAVIGATION**

placées sous
le haut patronage
de plusieurs Ministères

19, rue Viète, PARIS-17^e
Tél. : Wagram 27-97

Cours sur place ou par correspondance

COMMERCE ET INDUSTRIE

Obtention de Diplômes ou accès
aux emplois de
COMPTABLES
EXPERTS COMPTABLES
SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS

ARMÉE

T. S. F.

Spécialistes pour toutes les armes,
E. O. R. et ÉCOLE d'ÉLÈVES-
OFFICIERS

P. T. T.

BREVETS D'OPÉRATEURS
DE T. S. F. de 1^{re} et 2^e classe
Préparation spéciale au Concours
de Vérificateur des Installations
électromécaniques.

Tous les autres concours :
DES ADMINISTRATIONS
DES CHEMINS DE FER, etc.
Certificats-Brevets-Baccalauréats

MARINE MILITAIRE

Préparation aux Ecoles
des **ÉLÈVES-INGÉNIEURS MÉ-**
CANICIENS (Brest) — des **SOUS-**
OFFICIERS MÉCANICIENS
(Toulon) et **PONT** (Brest) — des
MÉCANICIENS : Moteurs et Ma-
chines (Lorient) — à l'**ÉCOLE**
NAVALE et à l'**ÉCOLE** des
ÉLÈVES-OFFICIERS
BREVET DE T. S. F.

AVIATION

NAVIGATEURS AÉRIENS
AGENTS TECHNIQUES - T. S. F.
INGÉNIEURS ADJOINTS
ÉLÈVES-INGÉNIEURS
OFFICIERS MÉCANICIENS
ÉCOLES de ROCHEFORT et d'ISTRES
ÉCOLE DE L'AIR
SPÉCIALISTES ET E. O. R.

MARINE MARCHANDE

Préparation des Examens
ÉCOLES DE NAVIGATION
ÉLÈVES-OFFICIERS
LIEUTENANTS, CAPITAINES
OFFICIERS MÉCANICIENS
COMMISSAIRES, OFFICIERS T. S. F.
Les Brevets d'Officiers-Mécan. de 2^e cl. et d'Elèves-Off. peuvent être acquis sans avoir navigué.

ÉCOLE DES ÉLÈVES INGÉNIEURS MÉCANICIENS DE LA MARINE A BREST

Le nombre des admissions est fixé, en 1936, à 22

La préparation sur place ou par cor-
respondance est assurée par l'**ÉCOLE**
DE NAVIGATION.

PROGRAMMES GRATUITS
(Joindre un timbre pour toute réponse)

WAGRAM

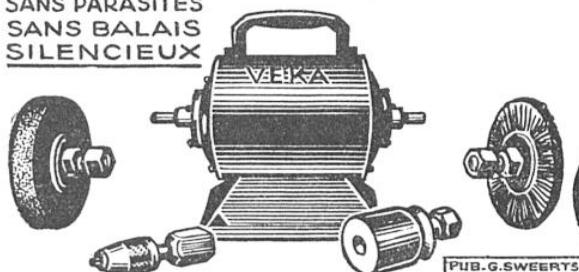
E. T. P. S. C.

Techniciens! Halte!

VOICI UN OUTIL MODERNE
CRÉÉ SPÉCIALEMENT POUR VOUS
LE MOTEUR D'ÉTABLI
VEKA TYPE
TA-24

Puissance 1/4 CV. VIT. 2800 T.M.
Poids 7 kg. Fonctionne unique-
ment sur courant lumière
110 ou 220 volts - 50 périodes.
CET APPAREIL EST LIVRÉ
ARBRES NUS SUR SOCLE
AVEC INTERRUPTEUR ET
PRISE DE COURANT

SANS COLLECTEUR
SANS PARASITES
SANS BALAIS
SILENCIEUX



PUB. G. SWEERTS

375
FRS

Ce moteur répond à tous les
besoins de la petite industrie
et permet :

L'AFFUTAGE
LE POLISSAGE
L'EBARBAGE

Il est équipé des accessoires
dont prix ci-dessous :

PRIX DES ACCESSOIRES
doutille à pince comprise

MEULE 100 m/m	45 fr.
BROSSE ACIER 100 m/m	45 fr.
MOUFLE 100 m/m	35 fr.
PLATEAU LAPIDAIRE	70 fr.
MANDRIN 6 m/m	25 fr.
POULIE	40 fr.
MEULE DE RECHANGE	
SANS MONTAGE	25 fr.

VEKA
78, R. D'ALSACE LORRAINE
Tél: GRAVELLE 06-93
PARC ST MAUR
(Seine)

*Unique! une portable réglable
à votre frappe personnelle*



Désormais, d'un simple coup de
pouce, une seule ROYAL s'adapte
à la frappe particulière de chaque
membre de la famille.

Essayez-la!

ROYAL

Au moyen d'un premier acompte et de verse-
ments mensuels, vous pouvez profiter immé-
diatement des avantages d'une ROYAL POR-
TABLE — en somme une dépense de moins de

4 francs par jour

DEMANDEZ LA NOTICE AE

COMPAGNIE FRANÇAISE
DES MACHINES A ÉCRIRE ROYAL S. A.
69, BOULEVARD HAUSSMANN, PARIS
TÉLÉPHONE : ANJOU 09 93

AGENCES PARTOUT



LE CHAUFFAGE CENTRAL
**IDEAL
CLASSIC**
est à la portée de tous

*Il s'installe à peu de frais dans toutes
les habitations à partir de 2 pièces*

et consomme moins de

7 centimes par heure et par radiateur

Une brochure très
intéressante sur le
Chauffage central
IDEAL CLASSIC
vous sera envoyée
gratuitement à ré-
ception du coupon
ci-contre.

Veuillez m'adresser votre Notice N° 69.

NOM _____

RUE _____ N° _____

VILLE _____ DÉP. _____

COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS

149, Boulevard Haussmann, PARIS (8^e)

LILLE

141, Rue du Molinel

LYON

1, Rue de la République

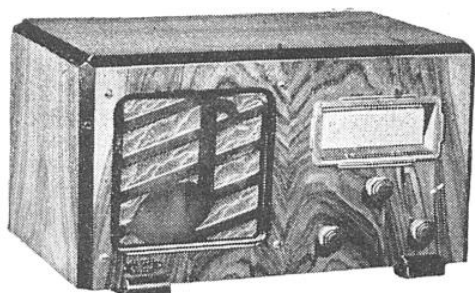
MARSEILLE

26, Cours Lieutaud

BORDEAUX

128, Cours d'Alsace-Lorraine

USINES à : DOLE, AULNAY-s/-BOIS, DAMMARIE-les-LYS, CLICHY, St-OUEN, ARGENTEUIL, BLANC-MESNIL



**VIENT DE SORTIR : le
MEDIUS GEES 545 fr
TOUTES ONDES**

PARCE que nous construisons et vendons sans intermédiaire, nous pouvons vendre bon marché. Le Superhétérodyne 5 lampes **toutes ondes** reproduit ci-dessus est un bel exemple de ce que permet notre méthode de vente directe. Couramment offert par d'autres à 1.000 ou 1.200 francs, il est livré par nous, absolument complet et garanti un an sur facture, à 545 francs seulement. Venez l'écouter à nos magasins ou, si vous habitez la province, demandez notre catalogue.

Vous pouvez acheter un « Géès » avec la même tranquillité d'esprit que l'appareil le plus coûteux, car toutes facilités vous seront données **pour l'essayer** chez vous avant de l'acquiescer définitivement.

GEES-RADIO, Constructeur, 190 bis, avenue d'Italie (Métro PORTE d'Italie). Téléphone Gobelins 57-33. Magasins ouverts dimanches et fêtes.

**un ensemble
unique...**

PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHES

**pour
illustrer vos
Publicités**

**Établissements
Laureys Fr^s**
17, rue d'Enghien, Paris

SITUATION

lucrative, indépendante, immédiate

JEUNES OU VIEUX DES DEUX SEXES
demandez-la à l'

**ÉCOLE TECHNIQUE SUPÉRIEURE DE
REPRÉSENTATION ET DE COMMERCE**

fondée par les industriels de
L'UNION NATIONALE DU COMMERCE EXTÉRIEUR,
seuls qualifiés pour vous donner
diplôme et situation de représentant,
directeur ou ingénieur commercial.

ON GAGNE EN ÉTUDIANT

Cours oraux et par correspondance
Quelques mois d'études suffisent

Tous les élèves sont pourvus de situations

« SI J'AVAIS SU, quand j'étais jeune ! mais j'ai dû apprendre seul pendant 30 ou 40 ans à mes dépens », disent les hommes d'affaires, les agents commerciaux qui ont végété longtemps ou toujours, et même ceux qui ont eu des dons suffisants pour se former seuls. Ne perdez pas vos meilleures années. Plusieurs milliers de représentants incapables sont à remplacer.

Demandez la brochure gratuite N° 66 à l'Ecole T. S. R. C.

3 bis, rue d'Athènes, PARIS

TELEVISION MAGAZINE

LA PREMIÈRE REVUE MENSUELLE DE VULGARISATION

**vous permettra de comprendre
et de réaliser la TÉLÉVISION**

LES MEILLEURS TECHNICIENS FRANÇAIS
ET ÉTRANGERS Y COLLABORENT

**EN VENTE A PARIS : dans les
kiosques et librairies, ou à
l'Administration, 19, rue De-
belleyne, Paris (3^e).**

LE NUMÉRO : 3 fr. 50

Timbres-poste acceptés en paiement

L'AVEZ-VOUS ENTENDU ?

Le premier récepteur à "**HAUTE FIDÉLITÉ**" d'une musicalité prodigieuse et vendu au prix d'un appareil ordinaire ? **SAVIEZ-VOUS** que seul un diffuseur dynamique d'un diamètre de 25-30 cm. peut rendre fidèlement toutes les fréquences acoustiques ?

RADIO-SÉBASTOPOL

s'inspirant des données de la technique américaine présente son fameux châssis

ULTRAMERIC VIII (8 lampes + valve)

PUSH-PULL — TOUTES ONDES 17-2.000 MÈTRES

équipé d'un diffuseur électrodynamique
de **30 %** *modulant 6-8 watts* — Marque américaine "**JENSSEN**"

REPRODUCTION MUSICALE INÉGALÉE !

CARACTÉRISTIQUES DU CHASSIS ULTRAMERIC VIII

SUPER 9 LAMPES 110-250 v. alt. **PUSH-PULL CATHODINE** TOUTES ONDES 17-2.000 mètres. **SÉLECTIVITÉ VARIABLE AUTOMATIQUE**, BOBINAGES feruniv avec présélection à poudre de fer. — 9 circuits accordés. — Commande spéciale de sensibilité variable. — Démultiplication de précision à double transmission. — CADRAN PULL-VISION à 4 éclairages différents, étalonnés en longueurs d'ondes et stations, même pour les ondes courtes. — LAMPE de silence commandée par potentiomètre et permettant l'élimination complète des parasites, interférences, etc. — Réglage visuel par synthonisateur optique. — ANTIFADING amplifié 100 %. — Hermetic blindage. — Contrôle de tonalité, etc.

RÉCEPTION GARANTIE DE PLUS DE 120 STATIONS

ainsi que des ONDES TRÈS COURTES sur antenne de fortune
TOULOUSE, MOSCOU et tous les étrangers en plein jour

PRIX DU CHASSIS monté, câblé, avec son jeu de 9 lampes ainsi que le réglage visuel **1.075 fr.**
Diffuseur électrodynamique de 24 cm. exponentiel, 4 watts **115. »**
Diffuseur électrodynamique de 30 cm. spécial, 8 watts **225. »**
Poste complet avec dispositif spécial. Relief vision.. .. . **1.650. »**

CHASSIS A L'ESSAI dans toute la France

DEMANDEZ CONDITIONS ET NOTICE SPÉCIALE — VENTE A CRÉDIT

Demandez la documentation complète détaillée, Réf. 901, env. gratuit sur simple demande.

GARANTIE STANDARD DE 3 ANS — **UNIQUE EN FRANCE**

ULTRAMERIC, construction française, technique américaine

RADIO-SÉBASTOPOL

Téléphone : **100, boulevard de Sébastopol, PARIS** Téléphone : **TURBIGO 98-70**
A 25 mètres des Grands Boulevards. — A 5 minutes Gare du Nord et Gare de l'Est. — Métro : Réaumur-Sébastopol
Magasin ouvert tous les jours sans interruption de 9 h. à 19 h. 30. Dimanche et Fêtes jusqu'à midi.

EXPÉDITIONS IMMÉDIATES EN PROVINCE
EXPÉDITIONS CONTRE REMBOURSEMENT

COMPTE CHÈQUES POSTAUX : PARIS 1711-28
VERSEMENT UN QUART A LA COMMANDE

Fournisseur des grandes administrations — CHEMINS DE FER — ANCIENS COMBATTANTS — MUTILÉS DE GUERRE, etc.

MAISON DE CONFIANCE

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE,

placée sous le haut patronage de plusieurs Ministères et Sous-Secrétariats d'Etat,

LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE.

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 29 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 de la brochure** qui vous intéresse, parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous la 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 engagement de votre part.

BROCHURE N° 12.600, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant enfin la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, au *Certificat d'études P. C. B.* et à l'*examen d'herboriste*.
(Enseignement donné par des inspecteurs primaires, Professeurs d'E. N. et d'E. P. S., Professeurs de Cours complémentaires, etc.).

BROCHURE N° 12.606, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel depuis la onzième jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant aussi les examens de passage — concernant, enfin, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux divers *baccalauréats* et aux *diplômes de fin d'études secondaires*.
(Enseignement donné par des Professeurs de Faculté, Professeurs agrégés, etc.).

BROCHURE N° 12.613, 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° 12.618, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes Ecoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs, Professeurs de Faculté, Professeurs agrégés, etc.).

BROCHURE N° 12.624, 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° 12.627, 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° 12.631, 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° 12.635, 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° 12.642, 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° 12.647, concernant la préparation aux métiers de la **Couture**, de la **Coupe**, de la **Mode** et de la **Chemiserie** : Petite-Main, Seconde-Main, Première-Main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Lingère, Brodeuse, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, Professorats libres et officiels, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 12.650, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 12.656, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 12.664, concernant l'étude de l'**Orthographe**, de la **Rédaction**, de la **Rédaction de lettres**, de l'**Eloquence usuelle**, du **Calcul**, du **Calcul mental** et extra-rapide, du **Dessin usuel**, de l'**Ecriture**, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 12.669, concernant l'étude des **Langues étrangères** : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Russe, Annamite, Portugais, Arabe, Esperanto. — **Tourisme** (Interprète).
(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 12.673, concernant l'enseignement de tous les **Arts du Dessin** : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Composition décorative, Décoration, Aquarelle, Peinture, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les **Métiers d'art** et aux divers **Professorats**, E. P. S., Lycées, Ecoles pratiques.
(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

BROCHURE N° 12.678, concernant l'**enseignement complet de la Musique** : Musique théorique (Solfège, Chant, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition), Musique instrumentale (Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, Accordéon) — concernant également la préparation à toutes les carrières de la **Musique** et aux divers **Professorats** officiels ou privés.
(Enseignement donné par des Grands Prix de Rome, Professeurs membres du jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

BROCHURE N° 12.680, concernant la préparation à toutes les **carrières coloniales** : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.
(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.)

BROCHURE N° 12.685, concernant l'**Art d'écrire**, (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (Eloquence usuelle, Diction).

BROCHURE N° 12.691, concernant l'**enseignement pour les enfants débiles ou retardés**.

BROCHURE N° 12.697, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à MM. les Directeurs de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)

QUELQUES ATTESTATIONS

parmi LES MILLIERS que reçoit chaque année
l'Ecole Universelle sans jamais les solliciter (suite).

(Voir le numéro précédent de La Science et la Vie.)

N. B. — Par un souci de discrétion, nous ne donnons ici que les initiales de nos correspondants. Vous pourrez lire ces mêmes lettres, parmi beaucoup d'autres, avec le nom et l'adresse de chaque signataire, dans les brochures de l'Ecole Universelle relatives aux ordres d'enseignement auxquels se rapportent ces attestations.

Messieurs les Directeurs,

Je tiens, dès aujourd'hui, à vous annoncer mon succès à la deuxième partie du **Baccalauréat mathématiques** ; j'ai passé mon oral ce matin même et j'ai eu la joie d'être définitivement admise avec la **MENTION BIEN**.

Je remercie tout particulièrement MM. les professeurs et je tiens à informer mon professeur de sciences physiques que, sur les trois questions de cours proposées, il y en avait une, « l'acide acétique », que j'avais traitée tout dernièrement avec lui...
H. L., Pessac (Gironde).

Monsieur le Directeur,

J'ai le plaisir de vous annoncer l'admission de mon fils à l'Ecole spéciale militaire de Saint-Cyr. C'est, sans aucun doute, à votre méthode éclairée et à vos précieuses directives que je dois ce succès, **APRÈS SEULEMENT SIX MOIS DE PRÉPARATION**. J'ai d'autant mieux apprécié votre merveilleux enseignement qu'ici, **SUR ONZE ÉLÈVES PRÉSENTÉS, QUATRE ONT ÉTÉ REÇUS, DONT MON FILS**. Ces chiffres montrent bien la véritable valeur de l'Ecole Universelle que je ne cesse de louer autour de moi.
Colonel L., à B.

Monsieur le Directeur,

Je me fais un plaisir et un devoir de vous informer que je suis enchanté de votre façon de procéder.

Le **Cours d'Anglais commercial** est net, précis, et **JE SUIS À MÊME MAINTENANT DE TRADUIRE COURAMMENT TOUTES LES LETTRES ANGLAISES**. J'espère pouvoir trouver un poste de secrétaire traductrice malgré la crise et gagner ainsi davantage.

Le système de corrigé type joint aux devoirs corrigés est précieux.

Je profite de l'occasion qui m'est ainsi offerte pour remercier MM. les Directeurs et Professeurs de l'Ecole Universelle et vous informe que je ne manque pas de recommander votre enseignement à toutes mes amies.

V. D. B., Chazelles-sur-Lyon (Loire).

Monsieur le Directeur,

J'ai le plaisir de vous informer que je suis admis en deuxième année à l'Ecole d'électricité et de mécanique industrielles...

Si ma lettre peut servir en quoi que ce soit au bon renom de VOTRE ÉCOLE QUI M'A PERMIS DE PARTIR D'UNE INSTRUCTION PRIMAIRE ABANDONNÉE DEPUIS CINQ ANS POUR ENTRER DANS UNE GRANDE ÉCOLE SPÉCIALE, je vous autorise pleinement à la publier...
B., Paris (15°).

Monsieur,

Je vous fais part de mon appréciation au sujet du **Cours élémentaire d'Italien**.

Je ne puis que vous dire toute la satisfaction que me donne votre enseignement ; et, en particulier, la correction des compositions toujours faites d'une manière très pratique et à laquelle MM. les Professeurs apportent le plus grand soin et la plus grande exactitude.

Pour ne donner qu'un exemple de ma satisfaction je vous dirai que, grâce au Cours élémentaire d'Italien, **JE PUIS MAINTENANT ÉCOUTER AVEC PROFIT ET PLAISIR LES ÉMISSIONS RADIOPHONIQUES DE ROME ET DE MILAN**.

Je remercie aussi M. le Directeur pour ses conseils et son encouragement bienveillant... P. D., Maubeuge (Nord).

Monsieur le Directeur,

J'ai l'honneur de vous faire connaître que je suis admis à l'Ecole Polytechnique avec le n° 25 et à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris avec le n° 5.

J'étais inscrit comme élève de l'Ecole Universelle pour le Français et l'Anglais. Dans ces deux matières J'AI OBTENU DES NOTES TRÈS SUPÉRIEURES A CELLES QUE J'AVAIS OBTENUES L'ANNÉE DERNIÈRE, AVANT DE SUIVRE LES COURS DE L'ÉCOLE. C'est à eux évidemment que je dois mes progrès et mon rang d'entrée à l'Ecole Polytechnique, et je tiens à vous en remercier...

LA PRÉPARATION POUR L'ANGLAIS EST PARFAITE, en particulier l'étude des auteurs. **EN FRANÇAIS LES AUTEURS SONT BIEN MIEUX ÉTUDIÉS QU'AU LYCÉE OU J'ÉTAIS**. Il me semble cependant que vous êtes plus difficile pour les devoirs que les correcteurs de l'Ecole Polytechnique : ceux-ci m'ont mis 12,5 alors que je n'ai pas dépassé 9 à l'Ecole ; mais ceci n'est pas un mal...

EN PHILOSOPHIE, plans d'études, sujets de devoirs, et corrections me paraissent **TOUT À FAIT AU POINT**.

En vous remerciant vivement, Monsieur le Directeur, de votre enseignement si profitable, je vous prie de croire...

M. P., Oullins (Rhône).

Messieurs les Directeurs,

J'ai le plaisir de vous informer de mon succès au concours d'entrée à l'Ecole des Hautes Etudes Commerciales.

Je vous en suis redevable pour une grande part, car vos cours m'ont beaucoup aidé dans ma préparation et m'ont assuré **UNE TRÈS BONNE PLACE PARMI TOUS LES CANDIDATS ADMIS**.

Veuillez agréer, Messieurs les Directeurs...

J. D., Reims (Marne).

Messieurs les Directeurs,

N'ayant aucune notion de dessin lorsque je me suis inscrit pour le cours complet de **peintre-aquarelliste** à votre Ecole, j'étais un peu effrayé de la tâche que j'entreprenais, et pourtant **JE SUIS ARRIVÉ À UN RÉSULTAT QUI M'A SURPRIS MOI-MÊME**.

Le **dessin d'illustration** qui, à mon avis, est la partie la plus facile du cours, m'a passionné dès le début, et maintenant **J'EXÉCUTE DES SILHOUETTES AMUSANTES**, croquis rapides ou dessins, avec la plus grande facilité.

L'**anatomie** qui, au début, me semblait très dure à apprendre et à exécuter, est parvenue, grâce aux corrections de vos cours, à m'intéresser, puisque c'est quelquefois à ces compositions que j'obtiens le plus de points...

J'ai chez moi **UNE PETITE COLLECTION D'AQUARELLES QUI FAIT L'ADMIRATION DE MES AMIS**. Je regrette de n'avoir pas plus de temps disponible, surtout à la belle saison, pour y travailler davantage...

Je serais heureux que ma lettre puisse convaincre les amateurs de dessin ou d'aquarelle qui ne connaîtraient pas encore l'utilité de vos cours. A. L., Goderville (S.-Inf.).

Monsieur le Directeur,

J'ai le grand plaisir de vous annoncer que j'ai été classé **NUMÉRO UN** pour l'emploi de **Commissaire de police** dans les départements. Le minimum pour être admis définitivement étant de 132, j'ai obtenu 183.

Cet heureux résultat est dû à l'excellente préparation de votre Ecole.

Je vous remercie beaucoup de l'amabilité avec laquelle vous mettez vos services à ma disposition ; soyez assuré que je n'oublierai pas, et saurai faire connaître, le cas échéant, que l'Ecole Universelle ma conduit au succès brillant, puisque j'ai obtenu **TRENTÉ POINTS DE PLUS QUE LE PLUS FORT DE CEUX QUI VENAIENT APRÈS MOI**, et qui, de plus, était déjà depuis plusieurs années à la **Sûreté générale**.
P., Lyon.

(A suivre.)



Mlle Odette Pomarède, de Bordeaux, encore première main dans un atelier de couture et qui, tout en ne travaillant pour la SADACS que six heures par semaine, augmente ainsi de plus de 1.000 francs par mois ses appointements.

Tous les français doivent savoir

qu'ils peuvent de suite trouver une situation agréable, indépendante, rémunératrice et stable, en s'adressant à la SOCIÉTÉ DES ATELIERS D'ART CHEZ SOI (SADACS).

Toutes les personnes, hommes ou femmes, de quelque âge ou condition qu'elles soient, à la recherche d'une situation stable et lucrative ou désirant augmenter leurs gains en travaillant pendant leurs heures de loisir, doivent dès aujourd'hui, au moyen du « bon gratuit » ci-dessous, demander aux Ateliers d'Art Chez Soi tous les renseignements détaillés.

Par suite des nouvelles lois de contingentement, les commandes affluent de toutes parts vers les artisans français.

La Société des Ateliers d'Art Chez Soi, puissant groupement d'artisans, grâce à un service de vente unique au monde, ayant des débouchés illimités dans les grands magasins, les grands journaux, dans la clientèle particulière, reçoit plus de commandes qu'elle n'en peut satisfaire.

C'est pourquoi la Société des Ateliers d'Art Chez Soi recherche de nouveaux adhérents, à qui elle enseignera les arts appliqués et dont elle fera des artisans consommés possédant tous les secrets de décoration, les procédés et les techniques les plus modernes.

Nul besoin d'aptitudes particulières, la Société vous enseignera ses méthodes avec facilité. Le temps de formation est d'ailleurs très court et, dès le début déjà, la Société écoule la production de ses nouveaux adhérents. Que vous habitiez Paris ou un village de la plus lointaine province, la SADACS se chargera de votre formation et de la vente de votre production. Le matériel et l'outillage (en cinq coffrets complets) sont fournis GRATUITEMENT aux nouveaux adhérents.

Travailler chez soi, dans l'indépendance, et, qui plus est, à des choses agréables !

Pouvoir, avec maîtrise, décorer soi-même son intérieur, créer des merveilles à peu de frais !

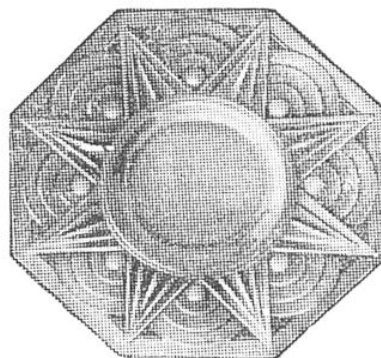
Posséder un véritable métier, sans apprentissage long et coûteux !

Avoir, à portée de sa main, un Service de Vente ami, qui toujours défend les intérêts de ses adhérents et dispose de débouchés importants !

N'EST-CE PAS LE RÊVE DE TOUS ?

C'est ce que vous offrent les **ATELIERS D'ART CHEZ SOI** aujourd'hui.

Lisez leur brochure gratuite →



Plat moderne en étain repoussé et patiné, remarquable création de M. Lamark, de Saumur, qui travaille de façon régulière depuis trois ans pour la SADACS et écoule sans peine toute sa production. — Avant d'adhérer à la SADACS, M. Lamark ignorait tout des Arts appliqués : c'est maintenant un artisan connu dont les œuvres sont très appréciées, et son nouveau métier lui procure chaque année un très intéressant revenu.

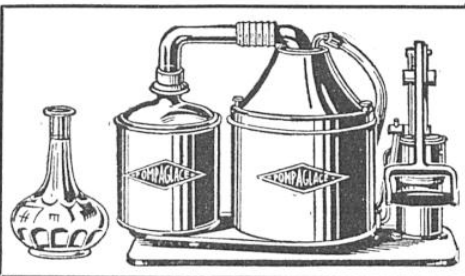
BON A DÉCOUPER OU A RECOPIER

Société des ATELIERS D'ART CHEZ SOI (Service 55)
14, rue La Condamine, PARIS (17^e)

Veuillez m'envoyer gratuitement, sans engagement de ma part, votre plaquette illustrée : Les Travaux d'Art Chez Soi, ainsi que tous les renseignements sur l'offre spéciale de matériel gratuit que vous faites, et un modèle de vos contrats de commande. (Inclus 1 fr. 50 en timbres-poste pour l'affranchissement.)

M.....

à.....



Prix de l'appareil compl. av. carafe et seau isotherme

295 francs

**Faites de la glace
en 1 MINUTE...**

avec la

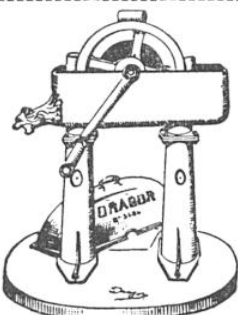
POMPAGLACE

La POMPAGLACE, brevetée S. G. D. G., fonctionne sans électricité, ni gaz, ni moteur, ni sels chimiques, simplement à la main.
La POMPAGLACE permet de faire, soit une carafe frappée, soit de la glace en bloc, soit des sorbets, crèmes ou friandises glacés.

SEUL FABRICANT :

J. PEAUCELLIER, 314, rue Saint-Martin, PARIS-3^e

Téléphone : ARC. 32-52



Voir l'article, n° 83, page 446.

DRAGOR

Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds. À la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au 1^{er} tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Contrairement aux autres systèmes n'utilise pas de poulie de fond. Donné 2 mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - **Garanti 5 ans**

**Elévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)**

Pour la Belgique :
39, allée Verte - Bruxelles

SOURDS



**ACHETEZ UN APPAREIL
avec lequel vous pouvez
entendre immédiatement.**

Les appareils à conduction osseuse **AUDIOS** peuvent convenir à tous les degrés de surdité, grâce au **Multiplicateur Audios**
CRÉATION NOUVELLE DE NOS INGÉNIEURS.

Demandez le tableau-diagnostic du Docteur **RAJAU
DESGRAIS, 140, rue du Temple, Paris-3^e**

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

EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE.	Trois mois.. . . .	20 fr.
	Six mois.. . . .	40 fr.
	Un an.. . . .	76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES. . .	Trois mois.. . . .	25 fr.
	Six mois.. . . .	48 fr.
	Un an.. . . .	95 fr.
BELGIQUE.. . . .	Trois mois.. . . .	32 fr.
	Six mois.. . . .	60 fr.
	Un an.. . . .	120 fr.
ÉTRANGER.	Trois mois.. . . .	50 fr.
	Six mois.. . . .	100 fr.
	Un an.. . . .	200 fr.



Un Succès UNE POMPE EN CAOUTCHOUC

Pompes P. C. M. LICENCE R. MOINEAU

*tous débits
toutes pressions*

Ses AVANTAGES :

- **SILENCIEUSE**
- EAU ▪ MAZOUT ▪ ESSENCE
- LIQUIDES ÉPAIS ET ABRASIFS
- LIQUIDES ALIMENTAIRES
CRAINANT L'ÉMULSION
- AUTO-AMORÇAGE
- NE GÈLE PAS

Soc. POMPES, COMPRESSEURS, MECANIQUE
63-65, rue de la Mairie, VANVES (Seine) - Tél. : Michelet 37-18



il y a là...
**... DES SECRETS DE
SUPERIORITÉ !**

Ce poste n'a pas d'égal car
LE "SUPRA-HEPTODYNE ULTIMA"

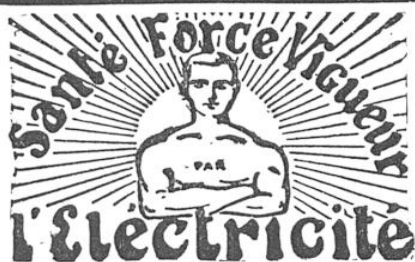
possède des caractéristiques telles que sa technique dépasse de plusieurs années la technique actuelle. Ce récepteur comporte, en effet, les nouveaux bobinages **FERRO-QUARTZ** à noyau de fer pulvérulent et à cylindre de quartz assurant une sensibilité et une surpuissance qui n'ont pas encore trouvé le moindre équivalent. — 5 lampes type européen ou américain, alternatif 110-220 volts et 42-50 périodes. Toutes ondes de 23 à 2.000 mètres, antifading intégral. Syntonisateur d'accord automatique. Prise pick-up et de télévision. Cadran à large lecture avec feux de position. Musicalité vraiment idéale. Présentation de grand luxe, d'un fini impeccable.

Prix complet, au comptant 995 fr.
GARANTIE : UN AN

A CRÉDIT { 125 francs A LA COMMANDE
125 francs A LA LIVRAISON
7 TRAITES DE 125 francs

Le châssis câblé, compl. av. lampes et dynam. 905. »
En pièces détachées

RADIO - HOTEL - DE - VILLE, 13, rue du Temple, 13 — PARIS
Maison fondée en 1914 Métro : HOTEL-DE-VILLE
Ouvert Dimanches et Fêtes Expéditions Immédiates en province



L'Institut Moderne du Dr Grard à Bruxelles vient d'éditer un traité d'Électrothérapie destiné à être envoyé gratuitement à tous les malades qui en feront la demande. Ce superbe ouvrage médical en 5 parties, écrit en un langage simple et clair, explique la grande popularité du traitement électrique et comment l'électricité, en agissant sur les systèmes nerveux et musculaire, rend la santé aux malades, débilités, affaiblis et déprimés.

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

Neurasthénie, Névroses diverses, Névralgies, Névrites, Maladie de la Moelle épinière, Paralyties.

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

Impuissance totale ou partielle, Varicocèle, Pertes Séminalles, Prostatite, Écoulements, Affections vénériennes et maladies des reins, de la vessie et de la prostate.

3me Partie : MALADIES de la FEMME

Métrite, Salpingite, Leucorrhée, Écoulements, Anémie, Faiblesse extrême, Aménorrhée et dysménorrhée.

4me Partie : VOIES DIGESTIVES

Dyspepsie, Gastrite, Gastralgie, Dilatation, Vomissements, Aigreurs, Constipation, Entérites multiples, Occlusion intestinale, Maladies du foie.

5me Partie : SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR

Myalgies, Rhumatismes divers, Goutte, Sciatique, Arthritisme, Artério-Sclérose, Troubles de la nutrition, Lithiase, Diminution du degré de résistance organique.

La cause, la marche et les symptômes de chacune de ces affections sont minutieusement décrites afin d'éclairer le malade sur la nature et la gravité de son état. Le rôle de l'électricité et la façon dont opère le courant galvanique sont établis pour chaque affection.

L'application de la batterie galvanique se fait de préférence la nuit et le malade peut sentir le fluide bienfaisant et régénérateur s'infiltrer doucement et s'accumuler dans le système nerveux et tous les organes, activant et stimulant l'énergie nerveuse, cette force motrice de la machine humaine.

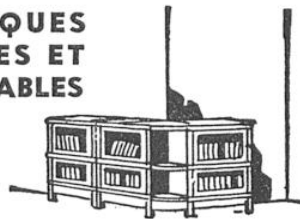
Chaque ménage devrait posséder cet ouvrage pour y puiser les connaissances utiles et indispensables à la santé, afin d'avoir toujours sous la main l'explication de la maladie ainsi que le remède spécifique de la guérison certaine et garantie.

C'EST GRATUIT

Hommes et femmes, célibataires et mariés, écrivez une simple **carte postale** à **Mr le Docteur L. P. GRARD, 30, Avenue Alexandre-Bertrand, BRUXELLES-FORÊT**, pour recevoir par retour, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs. Affranchissement pour l'Étranger: Lettre 1,50. Carte 0,90.

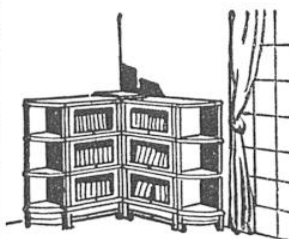
BIBLIOTHÈQUES EXTENSIBLES ET TRANSFORMABLES

M. D.



LA BIBLIOTHÈQUE **M. D.** S'ADAPTE AUX DISPOSITIONS DE N'IMPORTE QUEL LOCAL. ELLE PEUT ÊTRE MODIFIÉE INSTANTANÉMENT ET AGRANDIE SUCCESSIVEMENT. ELLE FORME TOUJOURS UN ENSEMBLE DES PLUS DÉCORATIFS.

Demandez l'envoi gratuit du Catalogue n° 71.



BIBLIOTHÈQUE M. D.

9, rue de Villersexel, 9
PARIS - 7^e

FACILITÉS DE PAIEMENT

Éditeurs: FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne - AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT, Leipzig - DAVID NUTT, Londres - G. E. STECHERT & Co., New York - RUIZ HERMANOS, Madrid - F. MACHADO & Cie, Porto - THE MARUZEN COMPANY, Tokyo.

"SCIENTIA"

Revue internationale de synthèse scientifique

Paraissant mensuellement (en fascicules de 100 à 120 pages chacun)

Directeurs: F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES

Secrétaire général: PAOLO BONETTI

EST L'UNIQUE REVUE

à collaboration vraiment internationale; à diffusion vraiment mondiale; de synthèse et d'unification du savoir, traitant les questions fondamentales de toutes les sciences: mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie, ethnologie, linguistique; d'histoire des sciences, et de philosophie de la science; qui, par des enquêtes conduites auprès des savants et écrivains les plus éminents de tous les pays (Sur les principes philosophiques des diverses sciences; Sur les questions astronomiques et physiques les plus fondamentales à l'ordre du jour; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au développement des diverses branches du savoir; Sur les questions de biologie les plus importantes, etc., etc.), étudie tous les plus grands problèmes qui agitent les milieux studieux et intellectuels du monde entier, et constitue en même temps le premier exemple d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique; qui puisse se vanter de compter parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs, et à chaque fascicule est joint un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français. La revue est ainsi entièrement accessible même à qui ne connaît que le français. (Demandez un fascicule d'essai gratuit au Secrétaire général de « Scientia », Milan, en envoyant trois francs en timbres-poste de votre pays, à pur titre de remboursement des frais de poste et d'envoi).

ABONNEMENT: Fr. 200. »

Il est accordé de fortes réductions à ceux qui s'abonnent pour plus d'une année.

BUREAUX DE LA REVUE: Via A. De Togni 12 - Milano (116)

AUX INVENTEURS

" La Science et la Vie "

CRÉE

UN SERVICE SPÉCIAL DES NOUVELLES INVENTIONS

Dépôt des Brevets, Marques de Fabrique, Poursuite des Contrefacteurs

La Science et la Vie, qui compte parmi ses fidèles lecteurs de très nombreux inventeurs, vient de créer à leur usage un *Service Spécial* pour la protection et la défense de leurs inventions. Ce service, qui fonctionnera dans les meilleures conditions possibles, leur fournira gratuitement tous renseignements sur la manière dont ils doivent procéder pour s'assurer la propriété de leur invention et en tirer profit par la cession de leurs brevets ou la concession de licences.

Le *Service Spécial* de *La Science et la Vie* sera à la disposition de nos lecteurs pour :

1° Étudier et déposer leurs demandes de brevets en France et à l'étranger ;

2° Déposer leurs marques de fabrique et leurs modèles ;

3° Rédiger les actes de cession de leurs brevets ou les contrats de licences ;

4° Les conseiller pour la poursuite des contrefacteurs.

Faire une invention et la protéger par un brevet valable est, à l'heure actuelle, un moyen certain d'améliorer sa situation et, quelquefois, d'en trouver une. Tous ceux qui ont une idée se doivent d'essayer d'en tirer parti. Le moment est actuellement favorable, car tous les industriels cherchent à exploiter une invention pratique et nouvelle, un article plus ou moins sensationnel qu'ils seront seuls à vendre. Ce monopole exclusif ne peut exister que grâce au brevet d'invention.

La nécessité et l'observation sont les sources de l'invention, et il est possible de perfectionner, par conséquent d'inventer, dans tous les domaines. Chaque praticien, dans sa branche, qu'il soit ingénieur, ouvrier ou employé, peut trouver quelque chose d'intéressant et d'utile, et tenter d'en tirer profit, tout en rendant aussi service à ses semblables.

Si donc vous avez imaginé un perfectionnement utile, trouvé un nouvel appareil, un produit original ou un procédé de fabrication, n'hésitez pas à vous en assurer immédiatement la propriété par un dépôt de brevet. Tout retard peut être préjudiciable à vos intérêts.

Parmi les inventions particulièrement recherchées actuellement, signalons les appareils ménagers, outils et machines agricoles, moteurs et modèles d'avions ; les jeux à préparation, les appareils automatiques épargnant la main-d'œuvre, les articles de sport et d'hygiène, les jouets, accessoires d'automobiles. Les inventions relatives à la T. S. F. sont aussi très appréciées, ainsi que tout ce qui touche au luminaire et à la cinématographie.

Une invention, si simple soit-elle (épingles de sûreté, ferret du lacet, diabolos), peut faire la fortune de son inventeur, à condition que celui-ci soit bien garanti et ne commette pas d'imprudences dès le début de son affaire.

C'est dans ce but qu'a été créé le *Service Spécial* des Nouvelles Inventions de *La Science et la Vie*.

Pour tous renseignements complémentaires, voir ou écrire : *Service Spécial des Nouvelles Inventions* de " *La Science et la Vie* ", 23, rue La Boétie, Paris (8°).



Pas de foyer
Pas d'atelier
Pas d'usine
sans un

MOTEUR

RAGONOT-ERA

moteurs à réducteurs de vitesse - moteurs spéciaux - génératrices - convertisseurs

...ou un

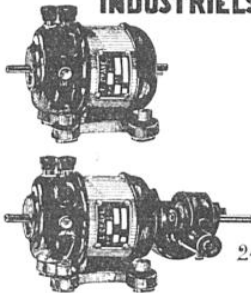
Ragonot-Delco

(Licence Delco)

ET E. RAGONOT, les grands spécialistes des petits moteurs, 15 rue de Milan, Paris. Tél. 17-60

Pub. R.-L. Dupuy

PETITS MOTEURS INDUSTRIELS



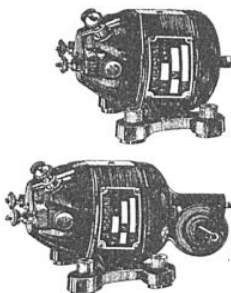
240^{ms} B^{te} JEAN-JAURES
BILLANCOURT

MICRODYNE



TELEPHONE
MOLITOR 42.39

L. DRAKE CONSTRUCTEUR





Ornez votre bouche par de belles dents...

Le DENTOL, eau, pâte, poudre, savon, est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. Créé d'après les travaux de Pasteur, il est tout particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur très persistante.

Le DENTOL se trouve dans toutes les bonnes Maisons vendant de la Parfumerie et dans toutes les Pharmacies.

CADEAU Pour recevoir gratuitement et franco un échantillon de DENTOL, il suffit d'envoyer son adresse exacte et bien lisible, à la Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris, en y joignant la présente annonce de *La Science et la Vie*.

Dentol

CONSERVATION parfaite des ŒUFS
PAR LES



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

5 COMBINÉS BARRAL pour conserver 500 œufs
11 francs

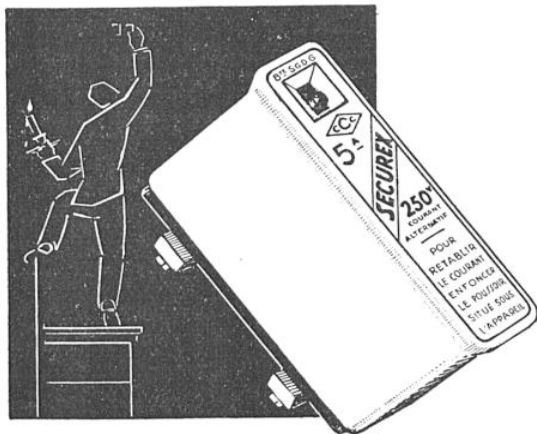
Adresser les commandes avec un mandat-poste, dont le talon sert de reçu, à M. Pierre RIVIER, fabricant des Combinés Barral, 8, villa d'Alésia, PARIS-14^e.
PROSPECTUS GRATIS SUR DEMANDE

ROLAND-RADIO
a le poste qu'il vous faut

Super "Familial"	695. »
Le poste de qualité à prix inégalé	
5 lampes avec ondes courtes.	995. »
Moscou et le Vatican garantis	
6 lampes "Concerto", Le poste du musicien.....	1.300. »
7 lampes "Perfection" : 2 gammes d'ondes courtes	1.750. »
2 vitesses de démultiplication. Le monde entier chez vous.	

R. ECHARD 45, r. Aristide-Briand, LEVALLOIS (Seine). — Tél. : Pereire 24-88
EX-RADIO DE BORD, BREVETÉ DE 1^{re} CLASSE

Au diable
les fusibles !



Plomb sauté...

Plomb à changer...

Travail à tâtons dans le noir...

Temps perdu... argent gâché...

Erreurs parfois dangereuses.

Qui connaît SECUREX,
met les "plombs" à l'index.

SECUREX remplace les fusibles une fois pour toutes.

Il reste toujours prêt, en cas de panne, à rétablir le courant immédiatement, par simple pression du bout du doigt.

Utilisez sans crainte ni restrictions tous appareils électriques, portatifs ou non, SECUREX sauvegardera votre sécurité, en accroissant votre confort et vos commodités.

Prix modiques et imposés, fabrication garantie. Pose instantanée sans aucune modification d'installation.

COUPE-CIRCUITS

Securex

Fabriqué par la C^e Continentale pour la Fabrication des Compteurs

Vente : tous électriciens ou à défaut S.A.V.A.N.

14. Société Anonyme au capital de 500.000 Francs
17, rue d'Astorg, Paris 8^e - Tél. : A 190 05.30 et la suite

5343

PUBL. ELVINGER



**PROTÉGEZ
votre SANTÉ
FUMEZ
FILTRÉ**

La technique et la science ont réussi, après des recherches de plusieurs années, à créer une pipe vraiment saine : la

PIPE BUTTNER

Elle est saine, parce que les résidus nuisibles sont absorbés par le grand filtre.

Elle est aromatique, parce qu'elle adoucit le goût du tabac, même du plus fort.

Elle reste sèche, grâce à son filtre.

Elle est toujours propre.

Elle est économique, parce qu'elle brûle tout le tabac, contrairement aux autres pipes.

Elle vous dispense de vous acheter plusieurs pipes de rechange.



Elle vous évite le picotement sur la langue. Grâce à sa construction ingénieuse, la PIPE BUTTNER est pratique ; pendant qu'on la fume, on peut la déposer partout sans qu'elle tombe. L'essentiel de la PIPE BUTTNER est son filtre poreux, breveté plusieurs fois, qui ménage grandement langue, cœur et poumons.

Le FUME-CIGARETTE « NICEX » avec les mêmes avantages que la PIPE BUTTNER.

NICEX ne change pas le goût du tabac.

NICEX rend l'arôme plus fin.

NICEX tient les dents blanches.

NICEX tient les doigts propres.

NICEX protège le cœur.

NICEX préserve les poumons.



Les filtres se conservent longtemps. On les retire seulement quand ils

sont devenus brun foncé. Pour les désinfecter, il suffit qu'on les expose au feu.

EN VENTE DANS LES DÉBITS DE TABAC

Si vous ne la trouvez pas, utilisez ce bulletin

Commande PIPE BUTTNER, SAINT-LOUIS (Haut-Rhin)

Pipe Buttner, av. filtre réserve, brune, noire, dr., courbée. 30. »

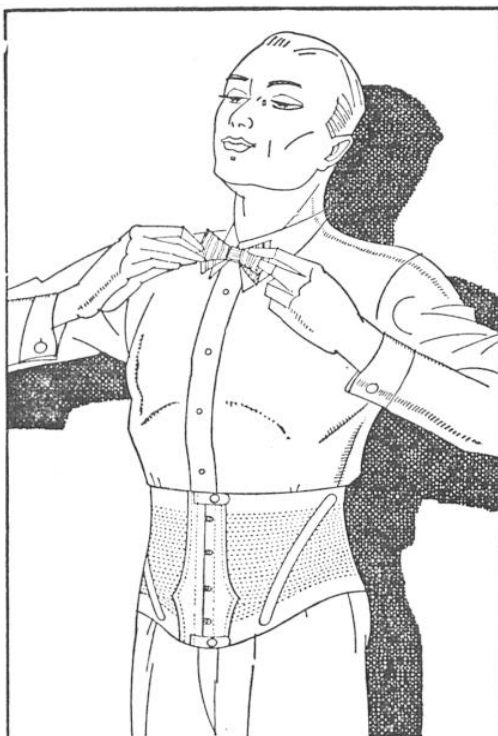
Nicex-Buttner, avec 12 filtres. 12.50 »

Nicex-Buttner dames, avec 12 filtres. 14. »

Nicex-Buttner pour cigares. 10. »

Pipe Buttner « La Petite », brune, mouchetée, droite. 20. »

Le montant de Fr. _____ est versé à votre compte de chèques postaux Strasbourg n° 24.321. L'envoi est à faire contre remboursement, plus frais de recouvrement.



Pour sa Santé !
Pour sa Ligne !

L'HOMME MODERNE

doit porter la

Nouvelle Ceinture

Anatomic

INDISPENSABLE à tous les hommes qui "fatiguent" dont les organes doivent être soutenus et maintenus.

OBLIGATOIRE aux "sédentaires" qui éviteront "l'empatement abdominal" et une infirmité dangereuse : **l'obésité.**

N°	TISSU ÉLASTIQUE - BUSC CUIR -	Haut devant	COTE forte	COTE souple
101	Non réglable	20 c/m	69F.	79F.
102	Réglable . . .	20 c/m	89F.	99F.
103	Non réglable	24 c/m	99F.	109F.
104	Réglable . . .	24 c/m	119F.	129F.

Recommandé : 102 et 104 (se serrant à volonté).
Commande : Indiquer votre tour exact d'abdomen.
Echange : par retour si la taille ne convient pas.
Envoi : rapide, discret, par poste, recommandé.
Port : France et Colonies : 5 fr. - Étranger : 20 fr.
Paiement : mandat ou rembours. (sauf Étranger).
Catalogue : échantill. tissus et feuil. mesur. Fco

BELLARD - V - THILLIEZ

SPÉCIALISTES

22, Faub. Montmartre - PARIS-9°

Savez-vous persuader ?

Savez-vous imposer votre volonté à ceux qui vous entourent : amis, clients, employés, patrons même ? Savez-vous classer lumineusement dans votre esprit toutes vos connaissances ? Savez-vous dominer toute discussion en découvrant spontanément tous les arguments utiles pour les jeter comme des balles à la tête de votre adversaire ?

Vous pouvez acquérir cela par un entraînement méthodique de votre volonté, de votre calme, de votre clairvoyance et de vos facultés mentales.

Georges Roux vous propose pour cela son livre : *La Maîtrise de soi et l'Art de persuader* (préfacé par le Docteur Casabianca), véritable monument d'observations, de bon sens, de clarté ; guide quotidien, il sera pour vous le compagnon des heures difficiles, il vous aidera à vaincre et à réussir.

Envoi contre remboursement : 25 francs.
ÉDITIONS FRANÇAISES, 20, boulevard Montmartre, Paris.

Notice C contenant nombreuses références contre 0 fr. 50.

POMPA

Ventouse médicale à succion réglable

BREVETÉE S. G. D. G.

S'applique sans feu, sans danger de brûlures, exactement à l'endroit voulu.

S'enlève sans douleur.

La moins chère et la plus pratique des ventouses pneumatiques, pouvant être posée MÊME PAR UN ENFANT
Voir article dans LA SCIENCE ET LA VIE, n° 223, page 84

La boîte de 8 VENTOUSES avec la pompe, prix. **17.50**

SEUL FABRICANT :

J. PEAUCELLIER, 314, rue Saint-Martin, PARIS (3°)

TÉLÉPHONE : ARC. 32-52

LA **SCIENCE**

ET LA **VIE**

est
le seul Magazine
de Vulgarisation

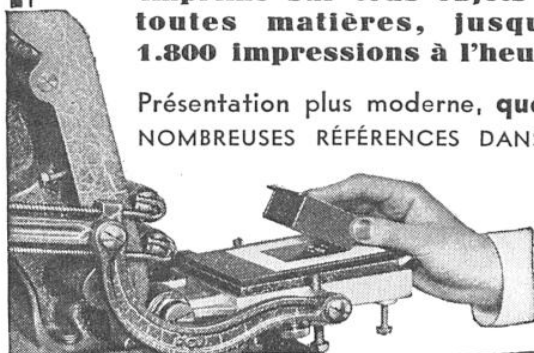
Scientifique et Industrielle

Quelle que soit votre fabrication,
économisez **TEMPS** et **ARGENT**,
en supprimant vos étiquettes.

L'AUTOMATIQUE DUBUIT

Imprime sur tous objets en
toutes matières, jusqu'à
1.800 impressions à l'heure.

Présentation plus moderne, **quatre fois** moins chère que les étiquettes.
NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE



MACHINES DUBUIT

62 bis, rue Saint-Blaise, PARIS

TÉL. : ROQUETTE 19-31

UNE MÉTHODE INTELLIGENTE DE VIVRE

Pour ceux qui veulent rester jeunes, développer leur personnalité, vaincre les effets prématurés de l'âge.

Le docteur français Carrel a prouvé qu'une cellule ne meurt pas si elle est maintenue dans des conditions de vie. Il a maintenu en vie, pendant de nombreuses années, des organes de poussin détachés du corps en les alimentant judicieusement et en éliminant soigneusement les déchets.

Votre corps étant composé de cellules, celles-ci peuvent être facilement et naturellement entretenues dans des conditions qui augmentent considérablement la vitalité et la durée de l'existence.

Les plus grands cerveaux de notre temps sont d'accord sur ce point. Le docteur français Jean Frumusan a démontré que nous ne sommes pas vieux parce que nous avons vécu 30, 50 ou 60 ans, mais parce que nos tissus sont vieux, nos artères ont durci, et notre esprit, influencé par des siècles d'erreurs fatales, abandonne la volonté de vivre.

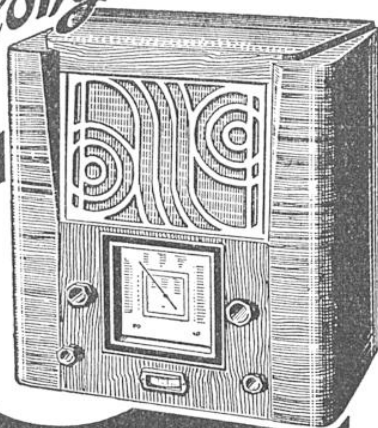
Le critique médical du *Daily Mail* dit : « Ceux qui adopteront ces préceptes dépasseront la centième année de beaucoup, et la voie à suivre n'est ni dure ni désagréable. »

Le professeur Théron a rassemblé, trié, complété et simplifié toutes les découvertes faites jusqu'à présent au sujet de la jeunesse, vitalité, longévité. Il en a vécu les conclusions ainsi que ses nombreux élèves, depuis vingt-cinq ans, avec des résultats invraisemblables.

Il s'agit de bien faire les actes suivants : dormir, respirer, manger, éliminer, se mouvoir, penser, aimer. Il faut aussi, et surtout, bien entretenir les glandes endocrines, les véritables fontaines de vie. Et ce, sans médicaments, en appliquant des préceptes simples.

Demandez l'exposé en 32 pages de cette Méthode envoyé gratuitement — ECOLE THÉRON (service 21), 334, l'anderkindere, Bruxelles (affranchir à 1 fr. 50).

**Le descendant
d'une longue lignée**



Le F 505

récepteur 5 lampes toutes ondes

Appareil de haute qualité,
musical, sensible et sélectif.
Assure une excellente réception
des postes européens et
des ondes courtes.

Montage superhétérodyne 5 lampes
toutes ondes, anti-fading, contrôle
visuel de réglage, tonalité variable.

Prix
Imposé. Frs **1.590**

Autres modèles
de **990 à 2.675 fr.**

Garantie : un an,
lampes garanties trois mois.

Vente à crédit en 12 mensualités.

En vente chez 670 Agents-Distributeurs

Notice 49 sur demande

EMOUZY.

LA MARQUE FRANÇAISE DE QUALITÉ LA SEULE SPÉCIALISÉE
DEPUIS 21 ANS UNIQUEMENT EN T.S.F

63, Rue de Charenton, PARIS (Bastille)

Publ. GIORGI



**UN ENSEMBLE PARFAIT
POUR
VOS YEUX**

c'est celui qui est réalisé par le montage des
verres scientifiques de la **SOCIÉTÉ DES
LUNETIERS**, 6, rue Pastourelle, à Paris (3^e) :

**STIGMAL, DIACHROM
DISCOPAL ou DIKENTRAL**

sur une

**Lunette
HORIZON**

forme moderne, brevetée S. G. D. G.
à la fois **rationnelle** et **confortable**,

DONNANT

"un champ de vision complet"

parce que la position particulière des branches
laisse complètement libre la vision latérale.

EN VENTE

CHEZ TOUS LES OPTICIENS SPÉCIALISTES

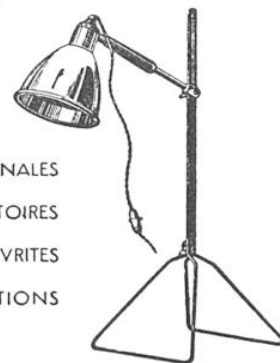
LA SOCIÉTÉ DES LUNETIERS NE VEND PAS AUX PARTICULIERS

L'INFRA-ROUGE

— A DOMICILE —

PAR LE PROJECTEUR
THERMO-PHOTOTHERAPIQUE
DU DOCTEUR ROCHU-MERY

*Soulage
les douleurs*



RHUMATISMES

DOULEURS ABDOMINALES

TROUBLES CIRCULATOIRES

NEURALGIES - NEVRITES

PLAIES - ULCÉRATIONS

ETC., ETC.

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12 AV. DU MAINE. PARIS. XV^e T. Littré 90-13

Recherches Mécaniques et Physiques

(BREVETS SEGUIN FRÈRES)

40, Rue de l'Echiquier, PARIS

Téléphone : Provence 18-35 à 37

Appareils stroboscopiques **STROBORAMA** à grande puissance



STROBORAMA TYPE A

Examen d'un moteur. — Office des Inventions, Bellevue

PHOTOGRAPHIE et CINÉMATOGRAPHIE au millionième de seconde

ÉTUDES STROBOSCOPIQUES A FORFAIT

Télétachymètres Stroborama

pour MESURE et CONTRÔLE des VITESSES
à distance et sans contact



(Appareils électriques
avec projecteur ou mé-
caniques à vision directe)

RÉGULATEURS SÉPARÉS pour Moteurs électriques et

MOTEURS A RÉGULATEUR

donnant sans rhéostat une parfaite
constance de vitesse à tous les régimes

Groupes de Laboratoire

La Chronique mensuelle du Chromage

ARBRES DE POMPES

Ces pièces périssent de deux façons :

1° Les parties en contact avec les presse-étoupe s'usent très rapidement ;

2° Au contact des liquides, les arbres de pompe s'oxydent.

REMÈDES :

a) CONTRE L'USURE. — Par le chromage des parties frottant dans les presse-étoupe, avec un apport de chrome de 1/10^e. La dureté du chrome présentera un avantage, même dans le cas d'arbres en acier inoxydable ;

b) CONTRE LA CORROSION. — Par le nickelage complet de l'arbre, qui le rendra inoxydable dans la plupart des cas. Épaisseur du dépôt de nickel de l'ordre de 5/100^e.

Si l'on emploie un acier Martin demi-dur, on obtiendra ainsi :

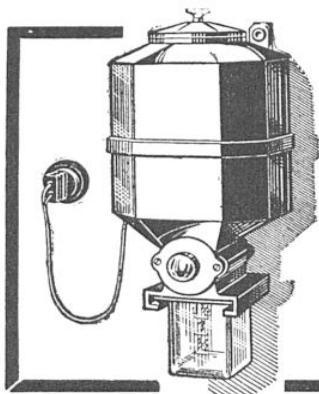
Résistance à l'usure par le chrome ;
Résistance à la corrosion par le nickel ;
Avec un prix de revient moindre.

Ces arbres devront donc être sous-cotés de 1/10^e pour recevoir le nickel, de 2/10^e pour recevoir le dépôt de chrome.

Voir l'article paru, page 505, dans le numéro 222
(décembre 1935) de LA SCIENCE ET LA VIE.

A L L I O N

Anciens Etablissements J. DU CHATENET
Société Anonyme au Capital de 2.100.000 francs
52, RUE VICTOR-HUGO - COURBEVOIE (Seine)
Téléphone : DEFense 19-67 — R. C. n° 266.815 B



Madame, soyez moderne...

MOULIN A CAFÉ ÉLECTRIQUE ménager « GUERNET »

Il sera pour vous un agrément de plus dans votre intérieur. C'est l'auxiliaire indispensable de votre bien-être.

PEUT ÊTRE LIVRÉ EN 110/130 VOLTS OU 220 VOLTS A LA DEMANDE.

Consommation négligeable — MODÈLES A PARTIR DE 250 fr.

Société M. A. X.

S. A. R. L. au capital de 50.000 francs

26, rue de la Pépinière, PARIS (8^e)

BUTAGAZ

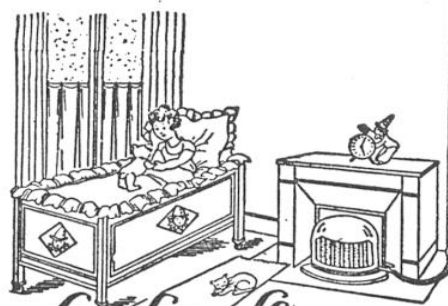
LE PREMIER BUTANE FRANÇAIS
gaz en bouteille, liquéfié sous basse pression
toutes les applications du gaz de ville



Service à domicile
dans toutes les Communes

FRANCE - ALGÉRIE
TUNISIE - MAROC

*Notice explicative
gratuite sur demande*



Le chauffage

Sécurité! Butagaz n'est pas toxique!

BUTAGAZ, 44, rue Washington, Paris.



S. G. A. S.
ing.-constr. br. s. g. d. g.
44, r. du Louvre, PARIS

VOLT-OUTIL, sur courant lumière, forme 20 petites machines-outils. Il perce, scie, tourne, meule, etc., bois et métaux pour 20 centimes par heure. — *Succès mondial.*

NOTICE FRANCO

INVENTEURS

POUR VOS **BREVETS** WINTHER-HANSEN
L. DENÈS Ing. Cons.
35, Rue de la Lune, Paris 2^e

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

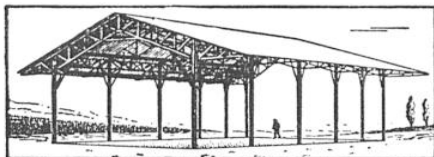
◀ FILTRE ▶

MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ

Quelques-unes de nos Constructions métalliques

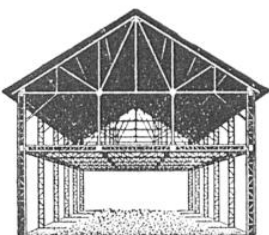
DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE



HANGAR AGRICOLE SIMPLE
5 à 22 mètres de portée. (Notice 144)



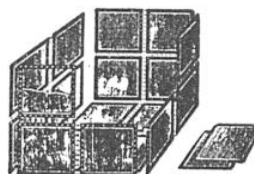
GARAGES MÉTALLIQUES pour voitures et avions de tourisme. (Notice 192)



GRAND HANGAR de 28 m. x 9 m., à grenier calculé pour 500 kilos au mètre carré. La charpente coûtait 29.000 francs.



Utilisez vos murs en y adossant des APPENTIS EN ACIER (Notice 123)



RÉSERVOIRS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES pour eau et gaz oil 1.000 à 27.000 litres. Plus de 460 modèles différents. (Notice 187)



MOULINS À VENT et toutes INSTALLATIONS HYDRAULIQUES. (Notice 198)



ÉGLISES ET TEMPLES COLONIAUX avec toiture à pente de 80 centim. au mètre. (Notice 214).



SALLE DE PATRONAGE ET CINÉMA. — Pente de 75 % au mètre, avec plafond voûté également. (Notice 208).



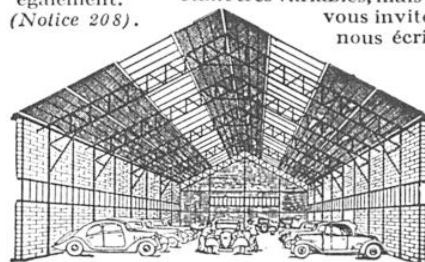
ESCALIERS MÉTALLIQUES. Nos escaliers ne se cataloguent pas, les besoins étant très variables, mais nous vous invitons à nous écrire.

Nous invitons nos lecteurs à nous écrire pour la notice qui les intéresse.

Rendez-vous : En atelier, depuis le lundi à 14 heures jusqu'au samedi à midi. — En voyage, depuis le samedi à 14 heures jusqu'au lundi à midi.



PAVILLONS COLONIAUX de toutes dimensions. Entièrement démontables et de toutes grandeurs voulues, avec des vérandas de 2 mètres jusqu'à 4 mètres.



GARAGES ET ATELIERS Occupez-vous aujourd'hui même de votre agrandissement ou nouvelle construction pour la prochaine saison. (Notice 212)

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inf.) — Tél.: 960.35 Petit-QUEVILLY



L'ALUMINIUM

EXPOSE

AU SALON DES ARTS MÉNAGERS 1936

ARTICLES MÉNAGERS POUR CUISINE
MOBILIER, SIÈGES, ENSEMBLES EN ALUMINIUM
VITRINES, DEVANTURES, ENSEIGNES DE MAGASINS
PAPIER D'ALUMINIUM POUR EMBALLAGES
ALUMINIUM POUR CAPSULAGE DE BOUTEILLES
POUDRES D'ALUMINIUM POUR PEINTURE

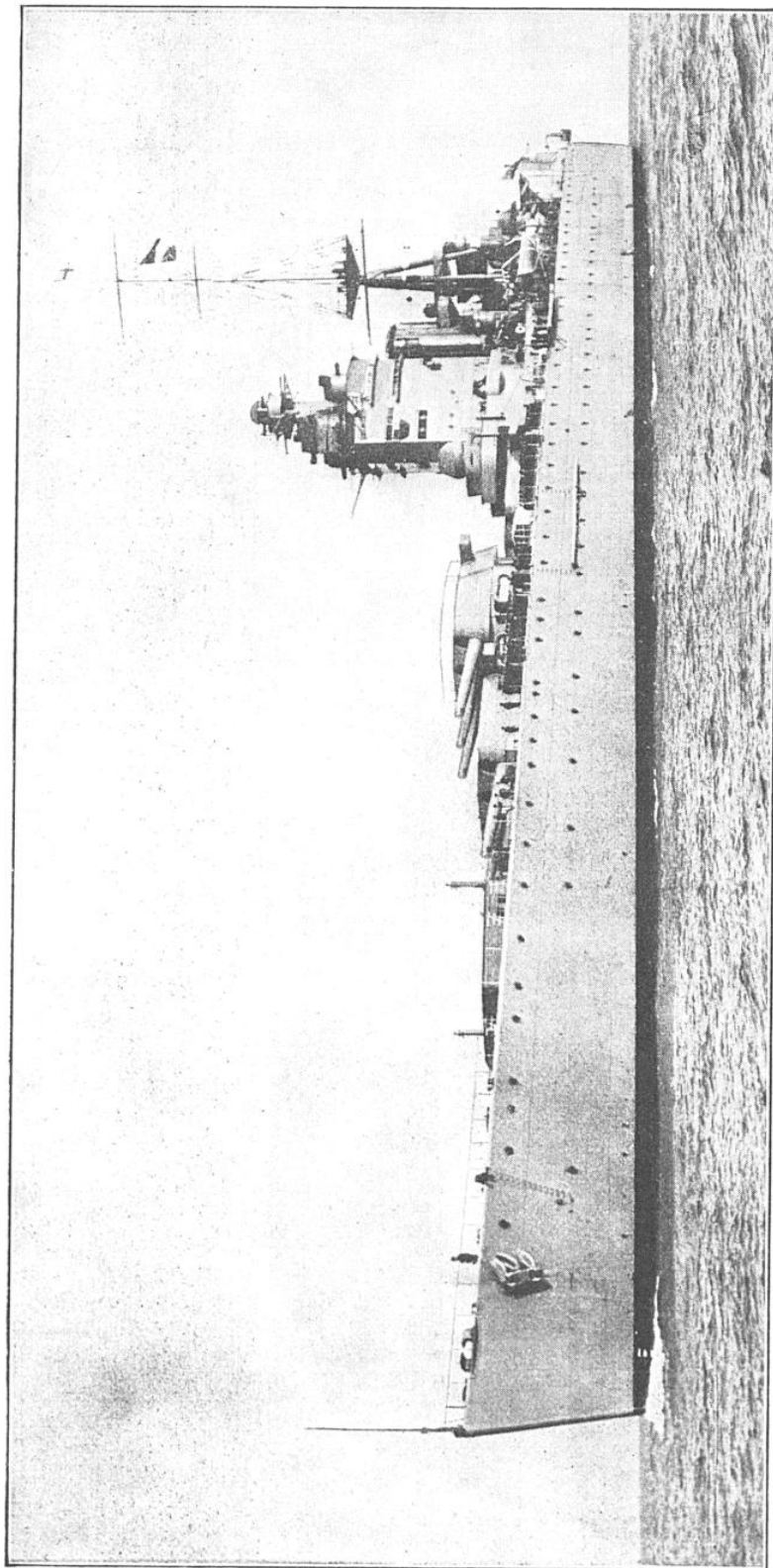
L'ALUMINIUM FRANÇAIS

23 ^{BIS} RUE DE BALZAC . PARIS (8^e)

DOCUMENTATION GRACIEUSE SUR SIMPLE DEMANDE

Voici les conditions dont dépend la puissance d'une flotte de combat (A propos d'une conférence navale)..	André Lamouche.. . . .	89
Les progrès de la construction navale (matériaux légers et résistants), de la balistique (méthodes de tir, pénétration des projectiles), de la propulsion (chaudières à hautes pressions, moteurs Diesel), etc., rendent extrêmement complexe l'application pratique des accords internationaux. La valeur militaire réelle d'un bâtiment dépend, en effet, de nombreux facteurs techniques, qu'un éminent « spécialiste » expose ici.	Ingénieur en chef du Génie Maritime.	
Le docteur Carrel et l'aviateur Lindbergh cultivent artificiellement des tissus et des organes vivants.. . . .	Jean Labadié.. . . .	98
Voici le dispositif ingénieux imaginé par les deux savants français et américain pour entretenir la vie pendant plus de vingt ans dans une parcelle de cœur de poulet. Aujourd'hui, c'est un organe entier qui continue à vivre sous leurs yeux.		
L'Angleterre a-t-elle résolu le problème de l'avion sans pilote ?.. . .	F. Brun	107
Des expériences concluantes, effectuées récemment en Angleterre, ont démontré la possibilité de guider automatiquement un avion par les ondes hertziennes.	Ingénieur civil de l'Aéronautique.	
Voici les caoutchoucs de remplacement.. . . .	G. Génin.. . . .	113
La synthèse chimique, comme la culture de nouvelles plantes à caoutchouc, permettront-elles aux Etats-Unis, à l'Allemagne et à l'U. R. S. S. de se libérer des importations du latex étranger ?	Ingénieur chimiste de l'Ecole de Physique et de Chimie Industrielles.	
Notre poste d'écoute	S. et V.	123
Vers la carburation sans carburateur.. . . .	Jean Marchand	129
Les dangers du carburateur, notamment sur les avions (givrage, retour de flamme), ont conduit les ingénieurs à réaliser l'introduction directe du combustible et du comburant (air) dans les cylindres-moteurs. Le réglage automatique de la carburation par injection d'essence est maintenant et pratiquement obtenu.	Ingénieur I. E. G.	
Vers la fixation de l'« étalon de lumière » international.. . . .	A. Gouffé.. . . .	134
Jusqu'ici, l'entente internationale n'avait pu se faire pour adopter un « étalon de lumière » accepté par tous les savants du monde entier. Or, les travaux du dernier Congrès de l'Eclairage de Berlin-Karlsruhe aboutiront — à bref délai — à l'unification internationale des mesures dans ce domaine de la lumière, dont les applications variées sont en pleine évolution.	Ingénieur au Laboratoire des Recherches Physiques de la Société du Gaz de Paris.	
Quelques réflexions d'un savant sur la radiesthésie.. . . .	L. Houllévigie	139
Des interprétations diverses ont été proposées pour expliquer les « faits radiesthésiques ». Voici quelques réflexions d'un savant à propos de ces phénomènes.	Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.	
Un appareil qui permet de tracer automatiquement les cartes.. . . .	S. et V.	145
A travers notre courrier.. . . .	S. et V.	146
« Guidonia », le nouveau centre aéronautique italien, constitue la plus belle organisation scientifique et technique du monde.. . . .	Général Ferrari	149
	Direct' sup' des Etudes et des Expériences au Ministère de l'Aéronautique (Rome).	
A propos des dernières expériences publiques de télévision.. . . .	Charles Brachet.. . . .	155
Les récentes démonstrations de télévision de la Tour Eiffel ont mis en évidence les sérieuses difficultés qu'il faut résoudre : agencement des studios, meilleure « définition de l'image », transmission du studio à l'émetteur des très hautes fréquences utilisées, etc.		
Le nouveau cuirassé « Dunkerque » peut-il résister aux attaques de l'aviation ?	R. La Bruyère	162
	Membre de l'Académie de de Marine.	
L'aluminium et les arts ménagers.. . . .	J. M.	163
Conseils aux sans-filistes.. . . .	Géo Mousseron	166
Les « A côté » de la science.. . . .	V. Rubor	169
Chez les éditeurs	S. et V.	177

Aux portes de Rome vient d'être inauguré le magnifique centre aéronautique « Guidonia », le plus important de l'univers, dont les laboratoires de recherches et d'essais, l'outillage perfectionné comportent notamment des bassins hydrodynamiques uniques au monde. Voici l'un d'eux, représenté sur la couverture de ce numéro, qui permet d'essayer les coques et flotteurs des hydravions. A côté de telles installations, il existe de puissantes souffleries dont l'une atteint une vitesse supérieure à celle du son pour permettre de poursuivre les études expérimentales dans le domaine de l'aérodynamique. (Voir l'article, page 149 de ce numéro.)



LE CUIRASSÉ ANGLAIS « NELSON » DE 35.000 TONNES, EST, AVEC LE « RODNEY », ÉGALEMENT ANGLAIS, LE PLUS PUISSANT DU MONDE. Le bâtiment de ligne moderne (cuirassé ou croiseur de bataille) doit sa puissance de combat exceptionnelle à l'équilibre de ses qualités « actives » et « résistantes », et à l'efficacité extrêmement poussée donnée à chacune d'elles. Le cuirassé Nelson — de même que le Rodney, qui en est la réplique exacte — a été lancé en 1925 et mis en service en 1927. Il possède le tonnage et le calibre de l'artillerie les plus élevés autorisés par la conférence de Washington pour les bâtiments de ligne : déplacement, 35.000 tonnes (sans l'armement), et calibre, 406 mm. Son artillerie principale, composée de neuf pièces de 406 mm en trois tourelles triples, est rassemblée à l'avant du navire, devant le mât de combat où s'effectue la conduite du tir. Chacune des pièces géantes mesure 18 m 30 de long et pèse 107 tonnes. Elle peut lancer jusqu'à 39 km, à la cadence de deux coups à la minute, des projectiles pesant 1 tonne. A une distance de 7 km, ces obus sont capables de traverser une plaque de blindage de 60 cm d'épaisseur. L'armement du Nelson est complété par douze pièces de 152 mm en six tourelles doubles, six de 120 mm antiaériennes, huit de 37 mm, quinze mitrailleuses, deux tubes lance-torilles sous-marins. A bord sont logés un avion de chasse et un appareil d'observation; l'équipage compte 1.320 hommes. La protection est assurée par un blindage vertical de 355 mm d'épaisseur couvrant les trois quarts de la longueur du bâtiment; les tourelles triples ont une épaisseur de blindage de 406 mm; enfin, trois ponts cuirassés, dont le troisième a 152 mm d'épaisseur, assurent une protection efficace contre les bombes d'avion et le tir vertical. Le Nelson peut atteindre une vitesse de 23,5 nœuds, ce qui est peu.

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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

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

Copyright by La Science et la Vie, Février 1936 - R. C. Seine 1161544

Tome XLIX

Février 1936

Numéro 224

A PROPOS D'UNE CONFÉRENCE NAVALE

VOICI LES CONDITIONS DONT DÉPEND LA PUISSANCE D'UNE FLOTTE DE COMBAT

Par André LAMOUCHE

INGÉNIEUR EN CHEF DU GÉNIE MARITIME

Les négociations internationales qui se sont engagées à Londres au début du mois de décembre constituent la suite logique des Conférences de Washington (1921-1922) et de Londres (1930), dont on a pu dire qu'elles représentaient pour la France deux grandes défaites navales. En 1921, la marine française, épuisée par quatre ans de dur service, faisait piteuse figure à côté des flottes de ligne de ses puissants alliés : Grande-Bretagne, Etats-Unis, Japon. Aussi dut-elle accepter, dans la répartition des « indices » de Washington, qui définissaient le tonnage global des bâtiments cuirassés, le même chiffre que l'Italie : 1,75, contre 3,15 pour le Japon et 5,25 pour la Grande-Bretagne et les Etats-Unis. La situation aujourd'hui n'est plus la même (1). Voici comment, au 1^{er} juillet 1935, se classaient les grandes flottes de guerre (par ordre de tonnage décroissant) : Grande-Bretagne, 1.331.200 tonnes; Etats-Unis, 1.309.755 tonnes; Japon, 831.930 tonnes; France, 720.566 tonnes; Italie, 508.948 tonnes. A cette liste, il faut ajouter l'Allemagne avec 226.540 tonnes, chiffre qui, en application des récents accords anglo-allemands, passera à 400.000 tonnes au 1^{er} janvier 1937. Avec ses deux cuirassés de 26.500 tonnes Dunkerque et Strasbourg, avec la mise en chantier d'un cuirassé de 35.000 tonnes (le 22 octobre dernier), avec celle, annoncée pour l'an prochain, d'un deuxième de même tonnage dont la construction est d'ores et déjà approuvée, la France, disposant ainsi d'une « ligne de bataille » renforcée, composée de bâtiments ultra-modernes et de haute valeur militaire, se trouve en excellente posture pour se faire reconnaître une marine proportionnée à ses besoins légitimes, tels qu'ils résultent de l'étendue et de la dissémination de son empire colonial, de ses 35.000 kilomètres de côtes et de la nécessité de répartir ses forces navales entre les deux fronts de mer de la métropole. Ce sont de telles considérations qui, dans une conférence navale de limitation des armements, permettent aux négociateurs d'attribuer à chaque puissance le tonnage absolu ou relatif auquel elle a droit. L'application pratique de ces accords pose, au contraire, des problèmes essentiellement techniques, dont la complication s'accroît sans cesse du fait des progrès de la construction navale (emploi d'aciers spéciaux, d'alliages légers résistants, assemblage à la soudure électrique, etc.),

(1) Les flottes de ligne de l'Angleterre, des Etats-Unis, du Japon ont vieilli et, à de nombreux égards, ne répondent plus à l'état actuel de la technique navale, car aucun de ces pays n'a construit de bâtiment de ligne depuis 1922. D'une manière générale, on peut évaluer à quinze ans la « vie » d'une flotte. Or, un ensemble de bâtiments aussi important que celui de la Grande-Bretagne représente environ 40 milliards à répartir sur ces quinze années, sans

compter les dépenses d'entretien, les arsenaux et les soldes des équipages. Une flotte de 1.300.000 tonnes constitue donc une très lourde charge budgétaire, et l'on conçoit que toutes les nations tentent de s'accorder pour la réduire. L'égalité de tonnage avec l'Angleterre et les Etats-Unis, réclamée par le Japon, ne saurait donc être que théorique, car l'état actuel des finances nippones (voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 57) est loin de permettre de telles dépenses.

de la balistique (perfectionnement des méthodes de tir, augmentation de la puissance de pénétration des projectiles), de la propulsion (chaudières à haute pression, emploi de moteurs Diesel), etc. Notre éminent collaborateur, spécialiste des constructions navales, montre ci-dessous que la valeur militaire d'un bâtiment dépend de l'harmonieux équilibre réalisé entre ses diverses caractéristiques et aussi de l'efficacité réelle que l'on aura pu donner à chacune d'elles pour un déplacement donné. De l'avis unanime, la marine française en pleine renaissance, dans ses plus récentes acquisitions, réunit ces deux conditions à un haut degré. Aussi M. François Pietri, ministre de la Marine, a-t-il récemment affirmé que « la valeur qualitative de la flotte française est actuellement hors de pair ». Nous avons la qualité ; reste à acquérir la quantité. — S. et V.

La Convention navale de Washington et ses conséquences sur l'évolution de la technique navale

Si la Conférence de Washington (1921-1922) a abouti assez facilement à un accord (qui apparut, *a posteriori*, simpliste dans la forme et assez arbitraire dans le fond), c'est d'abord que les deux protagonistes, l'Angleterre et les Etats-Unis, souhaitaient de mettre au plus tôt un terme à la rivalité ruineuse de leurs constructions navales d'après-guerre. Mais c'est aussi qu'en raison des faibles probabilités qu'on attribuait alors à un conflit armé (les grands pays intéressés ne voyaient plus très bien, à cette époque, ni pourquoi, ni contre qui ils pourraient être amenés à se battre), on n'a prétendu analyser à fond ni les bases techniques de l'accord, ni les besoins réels des nations en présence.

Au total, les chiffres admis cristallisaient approximativement les situations *du moment*, pour la plupart purement accidentelles.

Les lacunes de cette première Convention ne tardèrent pas à se manifester. La Conférence de Londres (1930) se proposa de compléter l'œuvre de Washington. Seuls, l'Angleterre, les Etats-Unis et le Japon souscrivirent entièrement à la nouvelle Convention. La France et l'Italie acceptèrent les deux premières et les deux dernières parties du traité de Londres, mais refusèrent leur agrément aux nouvelles proportions que fixait la troisième partie pour les catégories de bâtiments autres que les navires de ligne et les porte-aéronefs (1).

La distinction entre armes offensives et armes défensives est illusoire

Les négociations internationales ultérieures ne firent qu'accuser les divergences

(1) Rappelons : 1° que si la France a ratifié dès juillet 1923 les accords de Washington, le Traité de Londres n'a pas été ratifié par le Parlement ; 2° que l'échéance du Traité de Washington avait été fixée au 31 décembre 1936 ; et que s'il n'avait pas été dénoncé par le Japon deux ans à l'avance, c'est-à-dire avant le 31 décembre 1934, il eût été automatiquement reconduit. Le Traité de Londres, au contraire, devient caduc, de toutes façons, le 31 décembre 1936.

de vues des grandes nations maritimes sur ce grave problème du désarmement naval.

C'est ainsi qu'un échec caractérisé fut celui des tentatives répétées qui ont été faites pour distinguer les armes *offensives* et les armes *défensives* — ou encore les qualités offensives et les qualités défensives d'un navire de combat, et le caractère « offensif » ou « défensif » que confère finalement, au type de navire correspondant, la prépondérance des unes ou des autres.

A la Conférence du Désarmement de Genève, notamment, la Commission navale dut constater, après une longue controverse, « que presque toutes les armes navales possèdent, dans une certaine mesure, en même temps, un caractère aussi bien offensif que défensif... Il est très difficile (ajouta-t-elle dans son rapport), sinon impossible, d'un point de vue purement technique, de définir les critères de ces armes en ce qui concerne leur caractère principalement offensif ou défensif, ce caractère variant même selon les conditions des différents pays. » Et la Commission ramena finalement le caractère offensif d'une arme à la *rapidité* avec laquelle elle permet de mener au succès une agression armée.

Dans l'application, on ne put se mettre d'accord. Pour le bâtiment de ligne, en particulier, l'Angleterre, les Etats-Unis et le Japon, tout en lui reconnaissant « des qualités combatives supérieures à celles d'autres types de bâtiments », refusèrent de le considérer comme comptant parmi les armes les plus spécifiquement offensives ; alors que dix-sept autres délégations (parmi lesquelles la délégation française) déclarèrent qu'il possédait ce caractère, et d'autant plus qu'il avait un tonnage plus élevé et des canons d'un plus fort calibre.

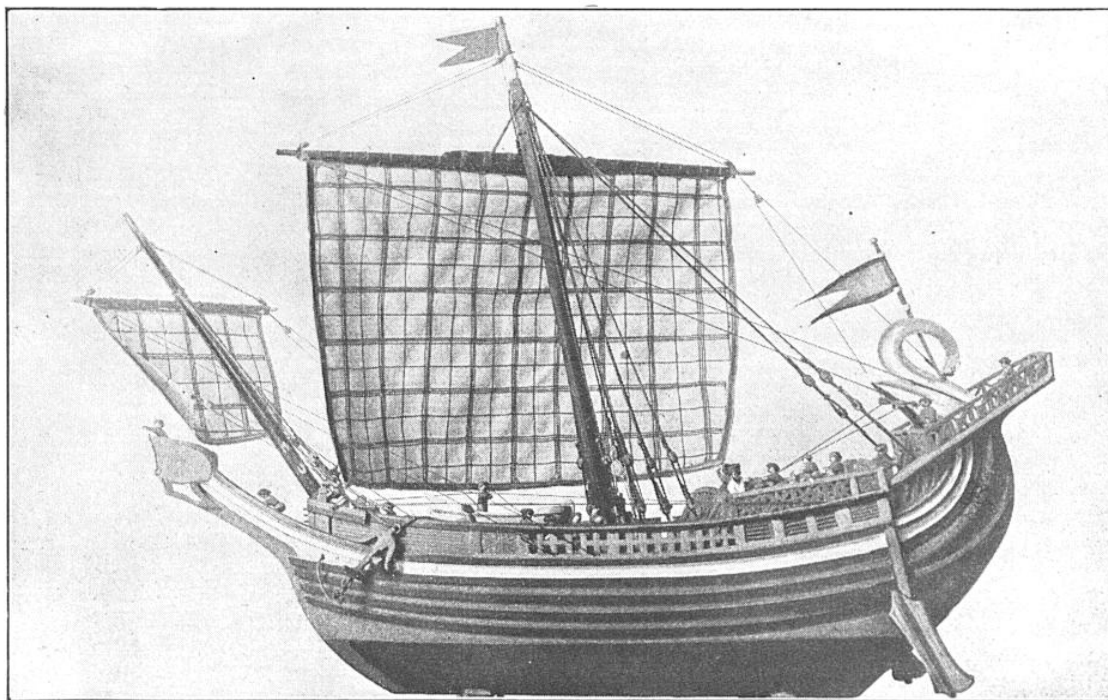
En fait, s'il était en soi rationnel (comme on le montrera plus loin) de rattacher le caractère offensif des armes aux notions de rapidité et d'intensité, c'est-à-dire aux qualités *dynamiques* du matériel considéré, il convenait de justifier ce rattachement par une analyse *complète* du problème. On aurait constaté alors qu'après avoir introduit ainsi l'idée de *temps* dans les données du problème,

sous forme de *vitesse*, il fallait aller plus loin et l'introduire aussi, en contre-partie, sous son autre forme : l'idée de *durée*. Mais cette analyse doit être poussée plus loin encore.

Déterminer, d'un point de vue purement technique, le caractère offensif ou défensif des armes navales n'est pas seulement, selon l'expression employée par la Commission navale du Désarmement à Genève, « très difficile, sinon impossible » : une telle déter-

Qu'appelle-t-on désarmement qualitatif et désarmement quantitatif ?

On a appelé désarmement « qualitatif », dans les discussions et négociations relatives au désarmement naval, la fixation des *caractéristiques* maxima des bâtiments sujets à limitation : tonnage maximum, calibre maximum de l'artillerie. Le désarmement « quantitatif » concernait au contraire le



(Cliché de L'Illustration.)

FIG. 1. — VAISSEAU ROND PHÉNICIEN DU PREMIER SIÈCLE AVANT J.-C.

Servant exclusivement aux opérations commerciales, ce type de bâtiment a une valeur militaire à peu près nulle. Les quelques hommes d'armes qu'il transportait ne peuvent servir qu'à la défense. Aussi était-il souvent la proie des navires pirates du type de la figure 2, construits spécialement pour la poursuite et l'attaque, et dont la supériorité est manifeste dans le combat naval.

mination est *impossible en soi*. Impossible non seulement pour des raisons relatives (le caractère offensif ou défensif, disait la Commission navale, « variant même selon les conditions des différents pays » ; c'est ainsi qu'un croiseur à très grand rayon d'action serait défensif pour un pays possédant un domaine colonial étendu, et offensif pour un pays sans colonies), mais impossible pour des raisons intrinsèques, absolues. En un mot, la distinction entre « offensif » et « défensif » n'est pas d'essence technico-militaire, mais d'essence politico-militaire.

Il n'y a d'offensives ou de défensives que les énergies (et les intentions) des hommes.

tonnage global de chacune de ces catégories attribué à chaque nation. On se basait sur le fait que le mot *quantité* correspond à l'idée de masse ou de volume, et le mot *qualité* à celle de nature ou de valeur individuelle des objets que l'on considère. En réalité, nous avons déjà montré, ici même (1), que le terme « qualitatif » convient mal à des caractéristiques *brutes* telles que le déplacement unitaire ou le calibre de l'artillerie.

Les négociateurs ont admis implicitement qu'en fixant le déplacement et le calibre, on déterminait avec une approximation suffisante, pour un état donné de la science et

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 365.

de l'industrie, la « qualité », c'est-à-dire la puissance de combat du type de navire considéré. En fait, les progrès scientifiques et techniques offrent à l'heure actuelle, dans toutes les branches, une gamme si étendue de possibilités qu'un pays possédant des ressources industrielles assez grandes peut (à la condition d'y consacrer des dépenses suffisamment élevées) *surclasser qualitativement*, pour un déplacement et un calibre donnés, les bâtiments de toutes les autres marines. La construction des *Deutschland* (1) a apporté une illustration saisissante de cette vérité.

C'est qu'il entre en réalité, dans la détermination du déplacement d'un navire de combat, deux catégories d'éléments que connaissent bien les ingénieurs navals, parce qu'ils ont l'habitude de les analyser dans l'établissement d'un projet de navire. Ce sont, d'une part, les *données du programme* : armement militaire, protection, vitesse, rayon d'action ; et, d'autre part, les *coefficients industriels*, qui représentent en fait des *poids unitaires* : poids de l'appareil moteur par unité de puissance (cheval), poids de combustible consommé par unité d'énergie produite (cheval-heure), poids de l'artillerie par pièce ou par tourelle, poids de cuirassement en fonction de l'épaisseur, fraction du déplacement à affecter à la construction de la coque, etc. De ces deux ensembles de données, les ingénieurs déduisent (après une première discussion du problème, portant sur le choix des installations, le type des appareils, etc.) le déplacement qu'aura le bâtiment remplissant le programme fixé. Si, au contraire, on leur impose *a priori* le déplacement, les données du programme (qui représentent le *but* militaire à atteindre) devront être balancées et ajustées, en fonction des coefficients industriels (qui représentent les *moyens* techniques dont on dispose), pour rentrer dans les limites du déplacement fixé.

De toutes façons, la « qualité » globale d'un navire de combat dépendra essentiellement : d'une part, de l'harmonie générale qui aura été réalisée *entre ses diverses caractéristiques* ; d'autre part, de la valeur ou de l'*efficacité réelle* qu'on aura pu donner à chacune d'elles *pour un poids ou une fraction de déplacement donnés*.

Qualités actives et qualités résistantes d'un navire de combat

Les deux notions de qualités offensives et de qualités défensives ont pu se présenter

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 372.

sous une forme assez simple, au temps où le duel était circonscrit, à peu près, entre le canon et la cuirasse. Si l'on essaie de l'approfondir aujourd'hui, on constate, au contraire, qu'elle se complique, d'abord, du fait de la multiplication rapide, en variété et en puissance, des engins offensifs dirigés contre le bâtiment de guerre et des sujétions qui en résultent pour sa protection ; ensuite, du fait que ces notions un peu simplistes ne tiennent pas explicitement compte de facteurs stratégiques et tactiques aussi importants que la vitesse, les qualités manœuvrières, le rayon d'action, les qualités nautiques, la résistance de la coque, etc.

Si l'on fait intervenir *toutes* les qualités essentielles du bâtiment, on s'aperçoit qu'elles peuvent se grouper en deux catégories, qu'on peut appeler : *qualités actives* d'une part, et *qualités résistantes* d'autre part. Les premières comprendront notamment : l'armement, la vitesse, les qualités manœuvrières, les qualités de puissance et de rapidité des différentes installations. Les autres comprennent : la résistance de la coque, la protection, la flottabilité et la stabilité, les qualités nautiques, le rayon d'action, l'approvisionnement en munitions, les qualités d'endurance des installations.

Les premières représentent, aux points de vue technique et militaire à la fois, des qualités d'intensité ou de vitesse, les dernières des qualités de capacité ou de durée. Cette division a, d'autre part, une base scientifique : les qualités actives correspondent à de l'énergie *cinétique*, les qualités résistantes à de l'énergie *potentielle*.

Et qu'il s'agisse de l'énergie résistante de la coque, de l'énergie résistante des blindages ; qu'il s'agisse de la puissance propulsive de l'appareil moteur, de la puissance destructive de l'artillerie, toute l'évolution de constructions navales a été régie, techniquement, par cette *tendance générale*, qui est la conséquence directe du principe d'Archimède : la *réduction* systématique du *poids de l'unité d'énergie* (ou de l'unité de puissance) concentrée dans les diverses installations. De telle manière que, *pour un déplacement donné*, la puissance, ou l'énergie, correspondant aux diverses installations est allée sans cesse croissant.

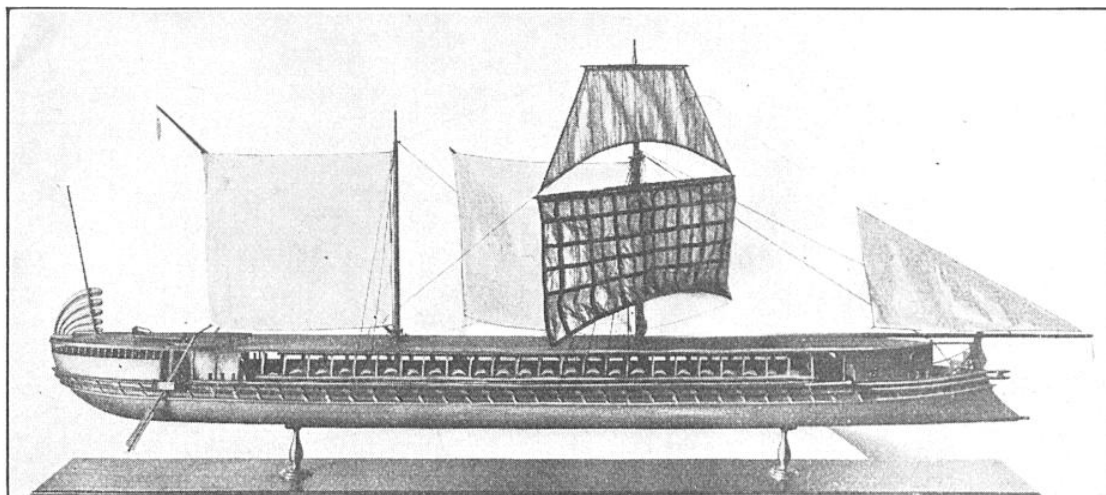
En fait, un deuxième courant se produisait en même temps : *l'augmentation continue des déplacements*, qui, outre l'accroissement absolu des caractéristiques, constituait par elle-même une cause de meilleure utilisation des poids ou des tonnages.

C'est ce deuxième courant — accroissement des déplacements — que le traité de Washington a endigué. Mais il ne pouvait endiguer le premier. Il n'a fait, *au contraire*, que l'intensifier. De telle manière que la prétendue limitation « qualitative » des armements navals n'a fait, en réalité, que stimuler la tendance naturelle au véritable *perfectionnement qualitatif* des différentes installations, c'est-à-dire à l'accroissement de leur valeur énergétique pour un poids ou un déplacement fixé à l'avance.

défini les ressources offertes par les progrès des sciences et de l'industrie. En procédant par grandes étapes, dans l'ordre chronologique, on verra apparaître ou se développer les principales qualités actives ou résistantes des bâtiments de combat.

Voici les grandes étapes de l'évolution du navire de combat

1^o La première grande phase de l'évolution du combat naval, dans les temps anciens, est caractérisée par l'apparition



(Photo Porte.)

FIG. 2. — LA « SOPHIA », TRIÈRE ATHÉNIENNE DES IV^e ET V^e SIÈCLES AVANT J.-C., TELLE QU'ELLE A ÉTÉ RECONSTITUÉE D'APRÈS DES TEXTES ET DOCUMENTS ANCIENS

Sur ce vaisseau long à éperon, les qualités actives de vitesse et de mobilité sont développées au maximum, dans un but résolument offensif (on notera, en particulier, la forme allongée du navire et l'emploi de la chiourme comme force motrice, permettant d'atteindre des vitesses élevées pour l'époque). La supériorité tactique de telles galères, militaires ou pirates, devait s'affirmer encore pendant plusieurs siècles.

L'esprit d'offensive

Du point de vue technique donc, les qualités actives et les qualités résistantes apparaissent, respectivement, comme une généralisation nécessaire des notions classiques, mais trop sommaires, de qualités offensives et qualités défensives.

Au point de vue militaire, la correspondance se maintient-elle entre les deux groupes de notions ? Nous allons voir que, pour répondre à cette question, il est nécessaire de faire intervenir, au premier rang, le *facteur humain*. On mettra en évidence l'importance capitale de ce facteur humain, sous forme de l'*esprit d'offensive*, non seulement dans l'utilisation du matériel, mais dans l'orientation qui fut imprimée à son évolution, en exploitant dans un sens bien

du *vaisseau long à éperon*, inventé (croiton) par des pirates grecs pour donner la chasse aux *vaisseaux ronds* des marchands phéniciens ou égyptiens. Ces derniers portaient bien, assez fréquemment, des hommes d'armes ; mais c'était soit en vue d'opérations à terre, soit dans un but défensif. La poursuite et l'attaque, en vue du combat *spécifiquement naval*, exigeaient un accroissement de *vitesse* et de *mobilité* du navire. Et ces deux *qualités actives* furent alors mises en œuvre, dans un but résolument offensif, en changeant à la fois les *formes* du navire et le *moteur* (c'est la chiourme, les hommes-rameurs, puissance motrice que l'esclavage et la rudesse des mœurs faisaient alors aussi abondante, relativement, que peut l'être, grâce au pétrole ou au charbon, celle des chevaux-vapeur des bâtiments modernes).

Ainsi naquit la galère pirate ou galère militaire, dont la supériorité tactique devait s'affirmer si longtemps.

2^o La deuxième grande phase (fin du moyen âge, Renaissance) est caractérisée par l'apparition du compas et du gouvernail, puis de l'artillerie ; et par les progrès faits à cette occasion dans la construction des coques, dans la voilure et le gréement, enfin dans l'installation de l'artillerie (en sabords).

On voit ainsi se développer les *qualités actives* : puissance et efficacité de l'armement militaire, vitesse, mobilité. Et, historiquement, cette évolution se produit nettement, ici encore, sous la poussée de l'*esprit d'offensive*. C'est dans la marine britannique, en effet, qu'elle se manifeste avec toute son ampleur (xvi^e siècle) ; et le but visé est de donner la chasse aux lourds galions espagnols, portugais, scandinaves, conçus pour le transport et la défensive : la situation respective est la même que celle des pirates grecs et des marchands phéniciens ou égyptiens.

En même temps, le champ des opérations navales s'étend : du voisinage des côtes, il passe en haute mer. Et l'on voit alors apparaître un facteur militaire important : le *rayon d'action*. Cette *qualité résistante* est faite, à cette époque, des qualités d'endurance du moteur-voile (qui, pour cette raison, comme pour les raisons de vitesse et de mobilité plus grandes dues au gouvernail, l'emporte à son tour sur la chiourme) ; de la résistance plus grande des coques et du gréement ; de la meilleure tenue à la mer ; de l'accroissement des approvisionnements (vivres, munitions, etc.) que permet l'augmentation des tonnages, etc.

Mais il est essentiel de noter que ces qualités résistantes ne se manifestent ici, comme les qualités actives, qu'en tant que *moyen* au service de l'*esprit d'offensive* : *moyen indirect*, si l'on veut, et plus stratégique que tactique, alors que les qualités actives (armement, vitesse, mobilité) sont des *moyens directs*, et plus tactiques que stratégiques ; — mais moyens aussi strictement subordonnés que ceux-ci à la mise en œuvre de l'esprit de combativité : de la volonté d'attaquer et de vaincre.

3^o Sans insister sur les progrès continus qui furent faits par la suite dans la même voie, et qui devaient porter à un si haut degré de perfection les techniques de construction et d'utilisation du vaisseau à voiles, il faut arriver à la première moitié du xix^e siècle pour voir se dessiner la troisième grande phase de cette évolution. Les

inventions alors se succèdent : c'est la vapeur et l'hélice, qui font faire de nouveaux progrès à la vitesse et à la mobilité ; c'est l'accroissement de puissance et de rapidité de tir de l'artillerie. Mais, en même temps que ce développement des qualités actives, c'est le progrès des qualités résistantes : la construction métallique, — qui non seulement augmente la résistance et la capacité des coques, mais qui seule aussi rend possible les grandes vitesses (affinement des formes) et les grands déplacements (qui seuls eux-mêmes permettent les grands rayons d'action) ; enfin, *cette autre qualité résistante* dont l'importance ira rapidement croissant : la protection, le *cuirassement*. Moyen indirect, ici encore, mais *moyen indispensable* à l'esprit d'offensive : car seul un cuirassement suffisant permettra à celui *qui attaque* d'affronter sans risque de destruction *immédiate* l'artillerie *défensive* de l'adversaire.

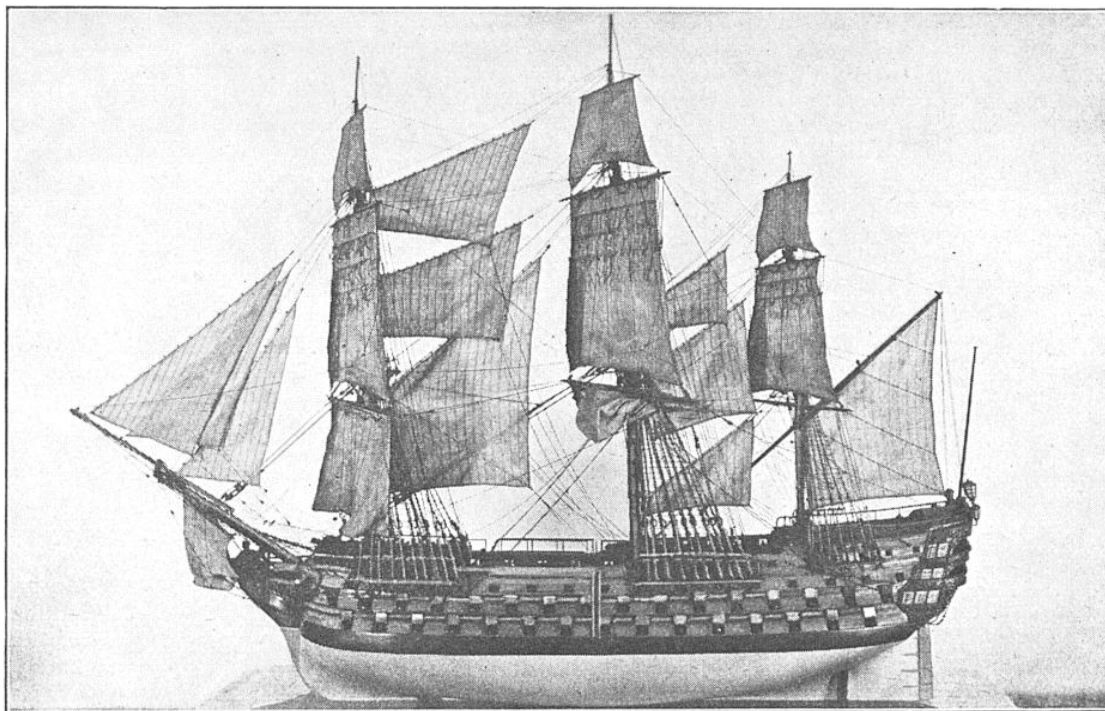
4^o Des progrès concomitants se poursuivront sans cesse, désormais, sur ce terrain : c'est la lutte entre le canon et la cuirasse. Mais l'évolution se précipite, au rythme croissant des progrès techniques. Dès la seconde moitié du xix^e siècle, on entre dans la quatrième grande phase de cette évolution. C'est l'apparition des *armes sous-marines* : torpilles, mines (et de leurs engins-vecteurs spécialisés : le torpilleur, le sous-marin). Ce seront aussi les chaudières à grand pouvoir de vaporisation, les machines à grande puissance et à grande vitesse (turbines), les innombrables applications de l'électricité.

Mais, en même temps que les qualités actives, se développent, parallèlement et *nécessairement*, les qualités résistantes : artillerie secondaire (dont le rôle est essentiellement *défensif*) et protection sous-marine ; accroissement du rayon d'action dû à l'augmentation de *rendement* des chaudières (chauffe au pétrole), de l'ensemble moteur-propulseur (réducteurs à engrenages, propulsion électrique) ou du moteur (Diesel).

Il ressort, ici encore, de cette évolution, que les qualités résistantes ne sont bien que des moyens *indispensables* au service de l'esprit d'offensive, tout comme les qualités actives : en dehors même du rôle capital que jouent, aux points de vue stratégique et tactique, les facteurs *durée* et *distance*, concurremment avec les facteurs *puissance* et *rapidité*, il n'est pas douteux que l'esprit d'offensive, en lui-même, comporte une certaine confiance dans les qualités d'endurance et de résistance du matériel.

On peut dire d'ailleurs que, si les qualités résistantes apparaissent dans l'harmonie générale du bâtiment de combat comme de véritables *facteurs offensifs*, réciproquement, les qualités actives peuvent, dans certains cas, apparaître elles-mêmes comme de véritables *facteurs défensifs*. On l'a vu ci-dessus pour le cas de l'artillerie. Mais c'est également vrai pour la vitesse (on connaît la

porte-avions). En même temps, les distances de tir de l'artillerie s'accroissent, les méthodes de conduite du tir se perfectionnent ; la portée et l'efficacité des armes sous-marines augmentent ; les machines s'allègent encore, la vitesse du navire s'accroît. Et, parallèlement, les qualités résistantes se développent : cuirassement horizontal, artillerie antiaérienne (dont on notera ici encore



(Photo Porte.)

FIG. 3. — « LA BRETAGNE », VAISSEAU A TROIS PONTS, DE LA FIN DU RÈGNE DE LOUIS XV
Les qualités actives de ce type de bâtiment (vitesse, mobilité, puissance et efficacité de l'artillerie en sabords) sont complétées par des qualités résistantes non moins poussées (tenue à la mer, résistance de la coque, grand rayon d'action). Seule, une véritable révolution technique et industrielle devait détrôner le grand vaisseau à trois ponts, qui domine l'époque de la marine à voile et de la construction en bois.

célèbre théorie de la « vitesse-bouclier » que professaient avant la guerre les experts navals anglais ; bien qu'infirmée en partie par les événements, elle reste partiellement vraie) ; enfin, pour cette autre qualité active que constituent les facilités de manœuvre et d'évolution (et qui deviennent un moyen de *défense* contre la torpille, contre le sous-marin, contre le tir de l'ennemi).

5° Enfin, avec le premier tiers du ^{xx}e siècle, nous entrons dans la cinquième grande phase de l'évolution des armes navales. Elle est surtout caractérisée par l'apparition, sur le champ de bataille naval, des *armes aériennes* (avec leurs engins-vecteurs spécialisés : avion, hydravion,

le rôle défensif), etc. D'une manière générale, les progrès de la métallurgie et des méthodes de construction font faire un nouveau bond dans l'accroissement de la quantité d'énergie par tonne de déplacement ; on accroît ainsi le rendement technique et militaire des différentes installations, tout en respectant l'harmonie entre les qualités principales du bâtiment de guerre, et en augmentant sa puissance de combat (1).

(1) Dans cette évolution, l'utilisateur et le constructeur ont des rôles convergents. En principe, l'un conçoit et indique les objectifs, l'autre crée ou adapte les moyens. En fait, il arrive souvent que le processus s'inverse : que les possibilités nouvelles ouvertes par les progrès scientifiques ou industriels devancent les conceptions militaires. Mais, au total, dans l'évo-

De quoi dépend la puissance de combat d'un bâtiment de guerre ?

Il ressort de ce qui précède que le développement *parallèle* des qualités actives et des qualités résistantes s'est accompli en étroite dépendance avec les progrès de l'esprit offensif ou de l'*esprit combatif* sur mer ; — et que ce développement parallèle était *nécessaire* pour permettre à cet esprit combatif d'aboutir à ses fins, en mettant en œuvre, non seulement les facteurs intensité et rapidité, mais aussi les facteurs résistance et durée, pour obtenir un résultat décisif malgré la *réaction* inévitable de l'adversaire (1).

Les qualités résistantes ou défensives n'apparaissent finalement que comme des moyens indispensables pour permettre aux armes navales de déployer, avec l'efficacité maximum, leurs qualités actives ou offensives. Il n'y a donc pas, à proprement parler, de caractère offensif ou défensif d'une arme navale. Il y a un caractère fondamental, qui *synthétise* les qualités offensives et les qualités défensives : c'est la *puissance de combat*.

Il résulte de ce qui précède, et des considérations présentées dans les études mentionnées plus haut, que la *puissance de combat d'un bâtiment de guerre* est d'autant plus grande :

1° Qu'un meilleur *équilibre relatif* a été réalisé, dans sa conception, entre les qualités actives et les qualités résistantes ;

2° Que ces diverses qualités sont développées jusqu'à un *niveau absolu plus élevé*, ce qui impose la réalisation des *grands déplacements* ;

3° Que ce déplacement est *mieux utilisé* au point de vue *énergétique*, c'est-à-dire que la puissance ou l'énergie par tonne de déplacement, ou par unité de poids des différentes installations, est plus grande.

Voici les bases sur lesquelles devrait reposer une limitation logique des armements navals

Ce qui précède doit nous conduire, en demeurant sur le plan technico-militaire, à

lution d'ensemble du matériel naval, on peut dire que le constructeur et l'utilisateur *vivent simultanément cette évolution*, l'un sur le plan technique, l'autre sur le plan tactique et stratégique.

(1) « Cinq minutes, disait Nelson, font la différence entre une victoire et une défaite. » Pris au sens « rapidité », c'est le principe dit « de la vitesse stratégique ». Mais on peut aussi le prendre au sens « durée », et énoncer un principe complémentaire d'endurance tactique ou stratégique : « *Tenir* cinq minutes de plus que l'adversaire fait la différence entre une victoire et une défaite. »

l'élaboration de bases rationnelles pour une limitation des armements navals.

Il en résulte, tout d'abord, que la distinction entre le caractère offensif et le caractère défensif des armes navales n'a pas de bases technico-militaires profondes. Ainsi que le simple bon sens le fait prévoir, il faut remonter aux facultés humaines, et aux intentions humaines, pour déterminer le caractère réellement « offensif » d'une force matérielle quelconque.

Une arme navale a seulement une *puissance de combat* plus ou moins grande. Cette puissance de combat, seule, peut servir de mesure à sa *valeur offensive*, comme aussi à sa *valeur défensive*, lesquelles ne sauraient différer, en définitive, de sa *valeur combative*.

D'autre part, l'extrême diversité des besoins et des objectifs, chez les différentes nations en présence, impose l'adoption de bases de limitation aussi *simples* et aussi *souples* que possible.

Celles qui paraissent les plus rationnelles, d'après ce qui précède, consisteraient à classer les armes navales d'après leur puissance de combat, en trois grandes catégories pour chacune desquelles serait fixé un déplacement unitaire maximum (1), et qui seraient :

Catégorie A. — Bâtiments à *grande* puissance de combat, ou *forces de bataille* proprement dites (cuirassés et croiseurs de bataille, porte-avions lourds). Tonnage global déterminé, pour chaque pays, en fonction de ses intérêts généraux sur la mer et de la fraction de la *puissance de haute mer* mondiale qu'il peut revendiquer de ce fait ;

Catégorie B. — Bâtiments à *moyenne* puissance de combat, ou *forces d'éclairage et de surveillance* (croiseurs, éclaireurs, torpilleurs de haute mer, porte-avions légers, sous-marins de croisière). Tonnage global déterminé, pour chaque pays, en fonction de l'importance des forces de bataille, d'une part, et de l'importance des lignes de communication impériales, d'autre part ;

Catégorie C. — Bâtiments à *faible* puissance de combat, ou *forces de protection côtière ou commerciale* (monitors, sous-marins côtiers, vedettes rapides, escorteurs, bâtiments auxiliaires divers). Tonnage global non limité, — ou à fixer (s'il y a lieu) en

(1) Les autres caractéristiques ne seraient pas limitées, pas plus le calibre de l'artillerie que les autres. Il convient, en effet, de laisser jouer en ce domaine l'harmonie générale entre les qualités actives et résistantes d'un type de bâtiment déterminé, et de rendre à l'architecture navale un peu de l'élasticité que lui a enlevée assez arbitrairement le traité de Washington.

fonction de l'étendue et de la nature des côtes, du nombre et de l'importance des ports, du développement du trafic (1).

Ce que devrait être un véritable désarmement qualitatif

Pour aller plus loin dans la voie du désarmement *qualitatif* (au sens *profond* du mot), il faudrait, d'après ce qui précède, raisonner non sur les déplacements, mais sur des puissances ou des quantités d'énergie. Comme il paraît pratiquement impossible de limiter

Pour enlever entièrement aux armements navals, ou autres, sinon leur caractère offensif (ce qui n'a pas beaucoup de sens), du moins leur caractère *agressif*, il y aurait théoriquement un moyen : ce serait de les mettre à la disposition d'un organisme international de pure police. C'est la thèse qui avait été défendue par la France à Genève. Son application suppose (en même temps qu'une organisation puissante et sûre, bien difficile à réaliser) une détente, une confiance mutuelle qui n'existent pas actuellement

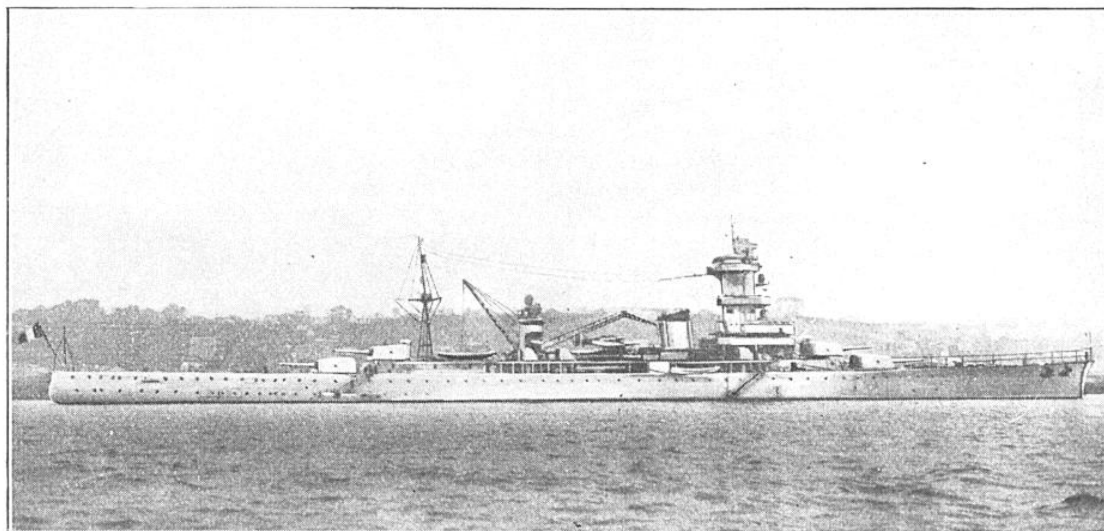


FIG. 4. — LE CROISEUR FRANÇAIS « ALGÉRIE » EST LE DERNIER TERME DE LA SÉRIE PROGRESSIVEMENT PERFECTIONNÉE DES CROISEURS FRANÇAIS DE 10.000 TONNES (WASHINGTON)

Sur ce bâtiment, lancé en 1932, les qualités actives et résistantes sont en harmonieux équilibre. Son artillerie principale comprend huit pièces de 203 mm. Son appareil propulseur, d'une puissance de 84.000 ch, lui permet d'atteindre 31 nœuds. Sa cuirasse verticale est épaisse de 110 mm, et il est muni, de plus, de deux catapultes pour hydravions. Sa « puissance de combat » est donc très élevée.

le progrès scientifique et ses applications aux armes navales, le seul moyen véritablement efficace de contenir dans des limites raisonnables la course qualitative aux armements (qui pourrait devenir, à partir d'un certain degré, aussi coûteuse que la course quantitative) serait d'opérer indirectement par voie de *limitation budgétaire*. Car, ici comme en tout domaine, « la qualité se paie ». Cette méthode avait été proposée à Genève. Son application (et son contrôle) seraient sans doute difficiles dans l'état actuel des relations internationales. Il n'en est pas moins possible qu'elle arrive à s'imposer dans l'avenir.

(1) Bien entendu, dans ce cadre général, des limitations plus particulières pourraient intervenir, si l'accord se faisait sur leur principe et sur leurs modalités.

dans les relations entre les peuples. A défaut de cette solution, il y en aurait encore deux autres : soit imposer à un pays des limitations d'autant plus sévères qu'il est animé d'un esprit notoirement plus agressif (mais ceci suppose encore beaucoup d'entente, beaucoup d'autorité aussi dans la défense internationale de la paix) ; soit, enfin, contrebalancer les moyens d'agression du ou des pays en question, et les tenir en respect, par des coalitions défensives de puissance supérieure.

C'est la méthode classique, celle qui a beaucoup de chances d'être appliquée assez longtemps encore : sous le vernis changeant du Progrès, l'Histoire n'est sans doute qu'un perpétuel recommencement.

ANDRÉ LAMOUCHE.

LE DOCTEUR CARREL ET L'AVIATEUR LINDBERGH CULTIVENT ARTIFICIELLEMENT DES TISSUS ET DES ORGANES VIVANTS

Par Jean LABADIÉ

Tout l'intérêt pratique de l'étude de la cellule vivante réside, pour le biologiste moderne, dans la recherche des propriétés physiologiques qui distinguent entre eux les divers types de cellules des tissus animaux. L'expérimentation, fondement de toute connaissance, n'est possible dans ce domaine que par la méthode des « cultures pures », à laquelle le docteur Alexis Carrel a attaché son nom. Seule, elle permet, en effet, de faire varier à volonté et d'une manière précise les conditions de vie des tissus et de mettre ainsi en évidence les réactions des cellules en dehors de leur vie normale. Au « Rockefeller Institute » de New York, par une technique d'une minutie extrême que de rares laboratoires dans le monde sont capables de reproduire, le docteur Carrel parvient à entretenir, depuis 1912, la vie dans une même parcelle de cœur de poulet. Avec la collaboration du célèbre aviateur Charles Lindbergh, qui se révèle maintenant au grand public un expérimentateur de premier ordre et un « mécanicien » d'une ingéniosité hors de pair, le grand physiologiste français, déjà titulaire du prix Nobel de médecine en 1912, vient de mettre au point un dispositif qui apporte une révolution dans le domaine de la physiologie expérimentale. Grâce à celui-ci, il est désormais possible de maintenir vivant un organe entier extrait du corps d'un animal. Appliquée par le docteur Carrel à l'étude méthodique des glandes endocrines (1), véritables centres régulateurs de la vie animale par les « hormones » qu'elles secrètent, cette technique s'est déjà révélée extrêmement féconde. De même que chaque organe n'est qu'une « colonie » de cellules, l'être vivant dans son entier n'est qu'une « colonie » d'organes différenciés. La réussite de cette culture artificielle, cette fois à un stade vraiment supérieur, constitue une nouvelle étape vers la connaissance intégrale de l'être vivant, but suprême vers lequel tendent les patientes recherches poursuivies par les biologistes du monde entier.

LA grande presse a retenti, cet été, d'une invention sensationnelle réalisée, au Rockefeller Institute de New York, par le docteur Alexis Carrel « en collaboration », écrivait-on, avec Charles Lindbergh. On parlait d'un « cœur artificiel » permettant d'assurer la vie indépendante d'organes extraits tout chauds d'un corps animal. Il était bien évident que le génial physiologiste profitait, en l'occurrence, de la notoriété de l'aviateur.

Il s'agit, en réalité, d'un magnifique progrès de l'œuvre du docteur Carrel — dont l'importance capitale n'est plus à démontrer. La collaboration de Charles Lindbergh fut, il est vrai, providentielle pour aider le physiologiste à résoudre un problème posé depuis plus de cent ans par un Français, Le Gallois. Ainsi, le docteur Carrel peut, une fois de plus, se féliciter d'avoir porté en Amérique sa tente de chercheur indépendant. Le célèbre émigré de la science

française — que l'atmosphère du Rockefeller Institute, particulièrement légère aux esprits originaux, avait déjà merveilleusement servi — a rencontré sur la terre d'Edison, dans la personne de Lindbergh, un véritable génie « ouvrier », fort, avant tout, de sa puissance d'attention au problème posé. Celui que notre mentalité d'Européens, fascinée par le raid transatlantique, tendait à considérer comme l'éternel « petit mécano qui réussit » est, en réalité, doué d'une science et d'une ingéniosité physiciennes qui le qualifiaient au suprême degré comme l'auxiliaire idéal — et, d'ailleurs, bienveillant — qu'attendait le physiologiste français pour renouveler son immortelle expérience de culture artificielle de la vie.

Pour concevoir le progrès réalisé, nous devons naturellement commencer par rappeler les résultats antérieurement acquis par le docteur Carrel. Ainsi nous apparaîtra la belle continuité de l'œuvre.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 301.

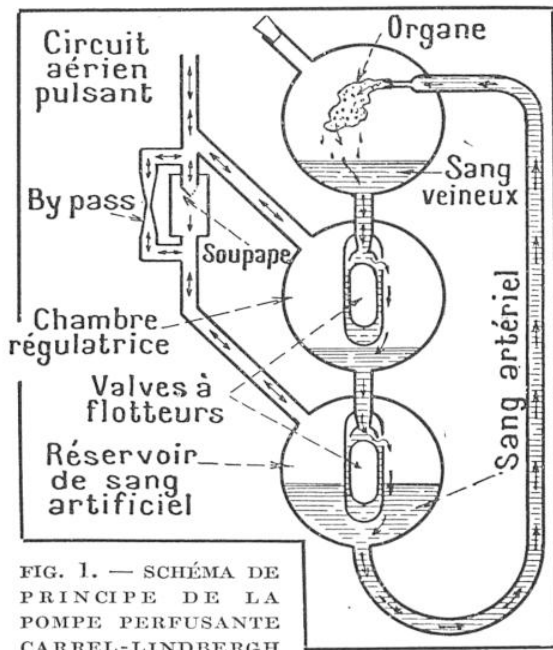


FIG. 1. — SCHÉMA DE
PRINCIPE DE LA
POMPE PERFUSANTE
CARREL-LINDBERGH

Ce schéma, purement théorique, montre les fonctions respectives des trois « étages » de la pompe perfusante. En haut, l'étage contenant l'organe branché par son artère sur la tubulure amenant le sang artériel du réservoir permanent formé par l'étage inférieur. L'étage intermédiaire est constitué par la chambre régulatrice de pression. L'air d'alimentation vient d'un circuit externe, « pulsant » entre les pressions 0 et 120 mm de mercure. Le sang veineux descend par gravité les trois étages et ruisselle, par des valves à sens unique composées de flotteurs de verre plongés dans le liquide. Le va-et-vient des flotteurs est commandé par la pulsation de l'air, comme il suit. L'étage supérieur tend vers le vide (pression zéro), afin d'assurer l'exsudation du sang veineux. Grâce à une soupape à sens unique, l'air extérieur entre dans le réservoir inférieur où la pression monte, par conséquent, jusqu'au maximum de 120 mm. Par contre, elle ne redescend jamais à zéro comme celle du circuit pulsant, à cause de l'étrangement du by-pass qui retarde le reflux aérien : le minimum de pression du réservoir est fixé à 60 mm. Par contre, la chambre régulatrice, en communication directe avec le circuit pulsant, suit toutes ses variations et passe donc par zéro et par 120 mm. Son zéro se communique à la chambre supérieure par aspiration (à travers la valve à flotteur). C'est le moment où le réservoir inférieur est à 60 mm. Mais dès que celui-ci remonte vers la pression 120, la chambre régulatrice l'accompagne jusqu'à ce maximum, — ce qui permet au sang artificiel de remonter, sous cette pression, jusqu'à l'organe, par la tubulure de l'artère. Au cours de sa descente, le sang veineux s'est oxygéné par contact avec l'air pulsant avant d'atteindre le réservoir inférieur d'où il repart. Ainsi la circulation liquide et la circulation aérienne, autrement dit le cœur et le poumon, se trouvent rassemblées dans les mêmes tubulures.

Les cultures de tissus en dehors de l'organisme

La culture des tissus animaux *in vitro*, c'est-à-dire dans un « verre » (et nous verrons que l'appareil de Lindbergh n'est qu'un bocal extrêmement compliqué), constitue une « expérience » permanente dont la fécondité n'est guère connue du grand public. Prélever, en 1912, une parcelle de cœur de

poulet et la faire vivre jusqu'en 1935, voilà, certes, une opération qui donne à réfléchir à l'homme le moins curieux des questions physiologiques. Encore faut-il saisir toute la portée scientifique d'une telle réussite.

Une première indication va nous permettre de mesurer cette portée. Non seulement les quelques millimètres carrés du tissu ainsi cultivés *in vitro* ont dépassé depuis longtemps la durée normale qu'ils auraient vécue s'ils étaient restés incorporés au jeune poulet de 1912, mais encore le savant est autorisé à dire qu'ils n'ont plus maintenant aucune raison de mourir — aucune, sinon quelque tremblement de terre qui détruirait le *Rockefeller Institute* ou, encore, un oubli prolongé de l'assistant chargé de « repiquer » la culture tous les deux jours — ou, troisième hypothèse, une maladresse de manipulation qui laisserait la culture s'infecter d'un quelconque germe morbide. Hors de ces « accidents », toujours possibles, le morceau

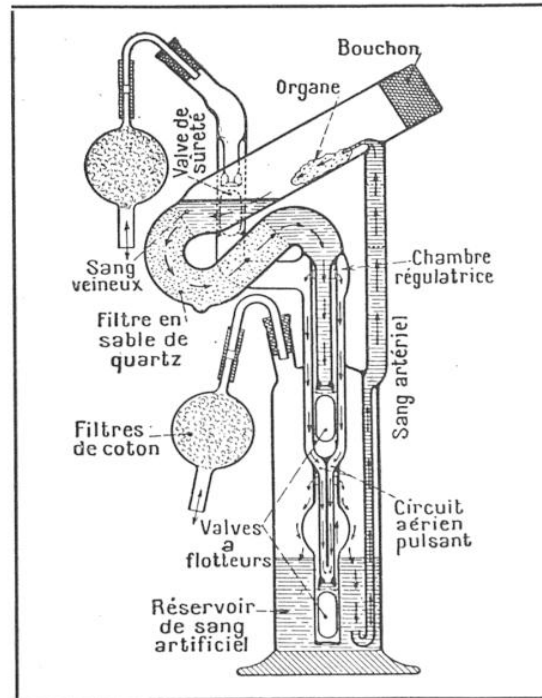


FIG. 2. — COUPE DE LA POMPE PERFUSANTE

C'est la « réalisation » du schéma théorique précédent. On reconnaît les trois étages qui s'enveloppent (au lieu d'être simplement superposés comme dans la figure de principe). On remarquera que le circuit aérien pulsant extérieur à l'appareil se relie à lui par deux tubulures (non plus une seule comme sur le schéma). De ces tubulures (portant chacune un ballon-filtre de coton), l'une (celle d'en haut) relie directement la chambre régulatrice avec le circuit pulsant; la seconde (située au-dessous) relie le réservoir à sang artificiel avec le système désigné « soupape et by-pass » dans le schéma de principe. On voit ci-après que cette réalisation de détail exigeait des soins particuliers.

de cœur de poulet cultivé par la méthode Carrel est rigoureusement « immortel ».

Seconde constatation : bien que dépourvu de système nerveux et de réseau circulatoire, le fragment de cœur continue à « battre » — c'est-à-dire à se contracter et à se dilater — à la cadence normale de tous les cœurs de poulet. Les « cellules » constituant ces quelques millimètres carrés de chair semblent donc conserver la mémoire du travail qui était le leur dans le cœur entier, vivant en tant qu'organe d'une fonction déterminée au service de l'être total. Pourtant, dans son éprouvette aseptique, garnie du liquide nutritif de Carrel, le fragment de tissu n'a rien à faire qu'à végéter !

Toutefois, précisons bien que ce phénomène de la vie « fonctionnelle »

du tissu ne dure pas plus de cinq ou six semaines. Ensuite, les cellules « conjonctives » ou fibroblastes prennent le pas sur les cellules musculaires dans la prolifération et les « pulsations cardiaques » cessent de se

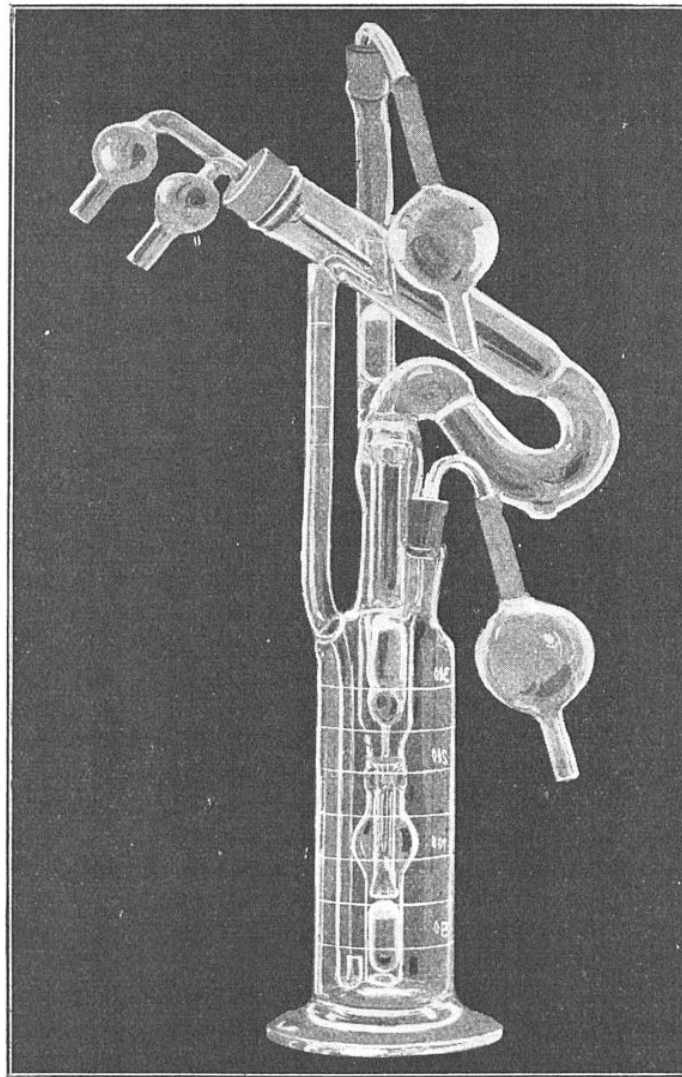


FIG. 3. — L'APPAREIL RÉALISÉ PAR CHARLES LINDBERGH DESTINÉ À CONSERVER VIVANTS ET ÉTUDIER « IN VITRO » DES ORGANES DÉTACHÉS DU CORPS

Cet appareil, qui n'a encore de nom dans aucune langue scientifique, Lindbergh le nomme « pompe de perfusion ». Sa structure et son fonctionnement sont trop complexes pour que nous ayons pu songer à l'expliquer autrement que par les schémas détaillés qu'on trouvera ci-joints. Les deux tubulures que l'on aperçoit en haut, à gauche, sont destinées à une circulation d'air secondaire pour la mise en place de l'organe, dans la chambre cylindrique, inclinée de gauche à droite. Ces deux tubulures sont supprimées dans le schéma, en vue de simplifier. Par contre, tous les autres éléments y sont dessinés.

l'embryon de poulet à la presse, et dilue la purée ainsi obtenue dans une solution saline

(1) Si le tissu conjonctif ne venait pas freiner la prolifération des cellules musculaires proprement dites, celles-ci atteindraient, au bout d'un an, un volume plusieurs centaines de sextillions de fois celui du Soleil.

manifesteur.

Les cellules cultivées prolifèrent, par l'ordinaire « karyokinèse », qui dédouble chacune d'elles à un tel rythme que le préparateur doit intervenir (1). Tous les deux jours, il divise le fragment de tissu, replace une moitié dans l'éprouvette, après l'avoir soigneusement débarrassée des déchets de sa propre nutrition par un lavage dans une solution spéciale. Et il transmet l'autre moitié au laboratoire — où elle servira de matériau expérimental.

La culture exige un « liquide nutritif », disons-nous. Il faut le préparer. Ce sera du « jus » d'embryon. Le docteur Carrel prend un œuf couvé de dix jours, prélève l'embryon avec des précautions d'asepties infiniment plus grandes que dans n'importe quelle opération chirurgicale, fait passer

complexe que l'on filtre. Le résultat, centrifugé et décanté, est le « jus » que, depuis sa préparation par Carrel, nul n'a pu remplacer par un produit synthétique. La chimie n'intervient que pour fixer le pH (1) des solutions salines utilisées dans l'opération.

Mais n'allez pas croire qu'il suffise de baigner le tissu dans le jus nutritif. Il faut à toute culture un « support ». En l'espèce, ce sera une goutte de « plasma » de poule, c'est-à-dire de sang de poule débarrassé de ses globules rouges et blancs. Mélangé à du jus d'embryon et coagulé, le plasma est déposé sur une lame de verre creusée pour le recevoir. Une seconde lame de verre, formant couvercle, reçoit les fragments de tissu eux-mêmes prélevés sur le cœur non d'un poulet adulte, mais d'un embryon de poulet cueilli dans l'œuf. La boîte étanche et aseptique réalisée par la juxtaposition des deux lames de verre, telle est la « chambre » de culture. Ce n'est pas là, vous le constatez, un appareillage bien « spectaculaire », ni « sensationnel ». Vous observerez, en outre, que toute la matière de l'expérience (le tissu-souche de la culture, aussi bien que son aliment et le support) est demandée à l'embryon et à sa mère, la poule. Le docteur Carrel n'a donc rien de l'alchimiste et ne prétend introduire aucune « synthèse » dans le phénomène de la vie. Son ambition est seulement d'analyser ce phénomène jusqu'aux dernières limites du possible, et de tirer de cette analyse toutes les conséquences proprement « biologiques ».

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 143, page 386.

L'intérêt scientifique des cultures suivant la méthode Carrel

N'empêche que la technique décrite ci-dessus égale en minutie n'importe quelle expérience de physique — à tel point que seulement trois ou quatre laboratoires dans

le monde peuvent se vanter de savoir répéter l'expérience de Carrel. Tous les autres réussissent l'entretien de la culture pendant deux ou trois mois ; après quoi celle-ci *dégénère*. Les cellules de cœur de poulet « s'engrassent » de graisse. Bref, ce n'est plus du « cœur » de poulet que l'on a devant les yeux : la culture a perdu sa pureté, sa « spécificité » organique. Elle perd de son intérêt scientifique.

Car tout l'intérêt de la science de la vie cellulaire (*cytologie*), le docteur Carrel lui-même la définit ainsi : « La tâche de la cytologie nouvelle est de découvrir les propriétés physiologiques qui caractérisent chaque type cellulaire. Il est impossible d'aborder l'étude de ces propriétés par une autre méthode que celle des cultures pures. Elle seule permet de modifier avec précision les

conditions de la vie des colonies (cellulaires) et de mettre en lumière les potentialités des cellules, qui restent, le plus souvent, cachées pendant leur vie normale. » En d'autres termes, les cultures de « colonies de cellules » (c'est ainsi qu'il faut, tout compte fait, dénommer les fragments de tissus manipulés par Carrel et ses élèves) sont l'analogue des cultures microbiennes de Pasteur.

L'intérêt pratique de cette science nou-

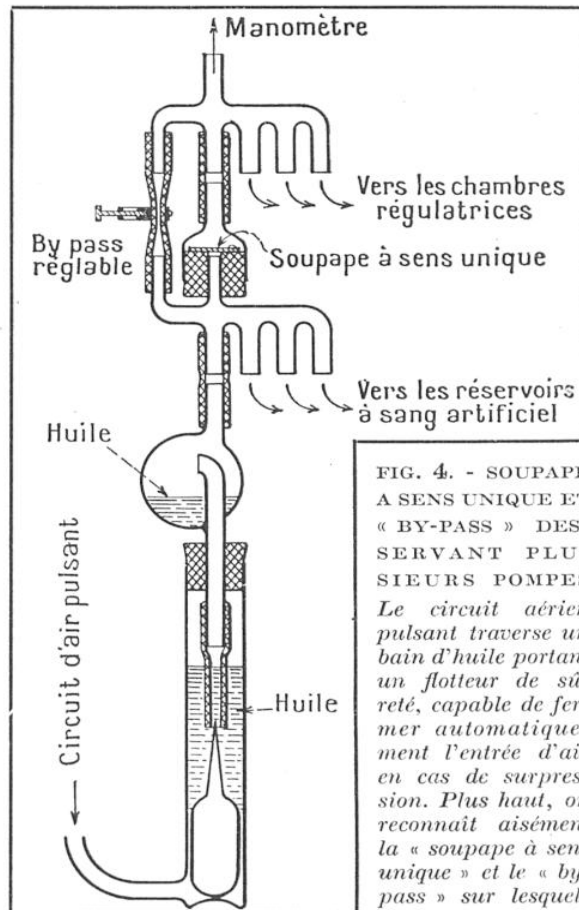


FIG. 4. - SOUPAPE A SENS UNIQUE ET « BY-PASS » DESERVANT PLUSIEURS POMPES. Le circuit aérien pulsant traverse un bain d'huile portant un flotteur de sûreté, capable de fermer automatiquement l'entrée d'air en cas de surpression. Plus haut, on reconnaît aisément la « soupape à sens unique » et le « by-pass » sur lesquels s'alimentent les réservoirs à sang artificiel (et dont les fonctions sont détaillées dans notre schéma de principe). Plus haut encore, on aperçoit les amorces des tubulures multiples dont chacune va rejoindre une chambre régulatrice qu'elle met, on le voit, en contact direct avec le circuit pulsant. Un manomètre de contrôle couronne l'édifice.

servoirs à sang artificiel (et dont les fonctions sont détaillées dans notre schéma de principe). Plus haut encore, on aperçoit les amorces des tubulures multiples dont chacune va rejoindre une chambre régulatrice qu'elle met, on le voit, en contact direct avec le circuit pulsant. Un manomètre de contrôle couronne l'édifice.

velle ? Imaginez un instant que l'on arrive à déterminer les conditions de cette « mauvaise conduite » des cellules que l'on nomme le *cancer*... Car les tumeurs malignes ne sont pas autre chose qu'une dégénérescence des cellules « pures » constituant chacun des tissus organiques.

Aussi bien, tandis que la culture est maintenue « pure » grâce au repiquage trihebdomadaire des opérateurs de l'*Institut Rockefeller*, la partie émondée et livrée aux laboratoires y est soumise à mille traitements ingénieux, destinés à lui arracher les secrets les plus essentiels de la vie et de son corollaire inéluctable : la maladie.

Les soins particuliers qu'exige le simple entretien des cultures sont, par eux-mêmes, des plus instructifs : ce sont de véritables « médecins » spécialisés qui surveillent à chaque repiquage l'état sanitaire des minuscules colonies cellulaires.

Quant à l'intérêt proprement biologique et même philosophique des cultures de Carrel, il est immense. Et d'abord, comme le constate son élève, M. Leconte du Nouy, « il n'existe pas le début d'une explication » du phénomène, si curieux, de la persistance dans un groupe de cellules de la fonction spécifique de l'organe d'où elles

sont extraites. Pourquoi les « colonies » de cellules de « cœur » étudiées par le docteur Alexis Carrel continuent-elles à « battre » comme le cœur lui-même ?

Autre chose : la cellule isolée ne se reproduit pas (contrairement à ce que fait le « microbe »). Pour proliférer, il lui faut vivre au contact immédiat de ses semblables en cette « colonie » très spéciale qu'on nomme précisément un *tissu*. Et c'est là un nouveau mystère dans ce domaine de la biologie qui en contient tant : tout se passe comme s'il y avait un « esprit » du tissu analogue à ce que Maeterlinck nomme l'Esprit de la Ruche assurant si parfaitement la cohésion des sociétés d'abeilles.

L'entretien de la vie dans les organes détachés du corps

Si tout organe est une colonie de cellules, l'être vivant, dans son entier, est une colonie d'organes aux fonctions aussi différenciées que le sont dans une ruche ou une fourmilière les fonctions des ouvrières, des soldats, des mâles fécondateurs, des reines pondeuses.

Ayant mis sur pied le laboratoire de la physiologie cellulaire, le docteur Carrel voulut agencer également le matériel expérimental nécessaire pour étudier chaque organe complet, dans sa spécificité propre.

La réussite de cette nouvelle culture artificielle de la vie constitue une seconde approximation vers le dernier terme, idéal de toute la Biologie : la connaissance physiologique de l'être vivant intégral.

Maintenant que nous connaissons les difficultés qu'il a fallu vaincre pour réaliser la culture d'un simple fragment

de tissu, nous pouvons mesurer toutes celles qui attendaient le praticien pour réaliser son nouveau projet. C'est ici que la collaboration de Lindberghs s'est montrée décisive.

L'idée de maintenir vivant un organe extrait du corps animal n'était

pas une idée neuve. Seulement, ce n'était pas une idée « mûre ». On peut même dire que si le physiologiste français Le Gallois, qui l'émit le premier en 1812, avait pu la réaliser, elle eût été longtemps inféconde, la science n'étant pas préparée à en tirer parti. Tandis qu'aujourd'hui, cette réalisation est d'une importance énorme, ne serait-ce que pour le cas particulier que vise précisément le docteur Carrel : l'étude méthodique des sécrétions de toutes les variétés de glandes endocrines — de ces « usines centrales » régulatrices de la vie animale, dont notre article sur les « hormones » (1) a montré, ici même, le rôle capital.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 301.

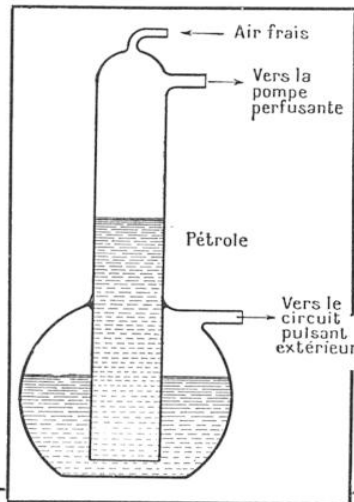


FIG. 5. — FLACON-MANOMÈTRE (A HUILE) ASSURANT LA PULSATION DU CIRCUIT AÉRIEN « ASEPTIQUE » DESTINÉ À LA POMPE

Le circuit d'air destiné à la pompe doit être rigoureusement aseptique. Il rentre dans l'appareil ci-dessus et en sort sans toucher autre chose que le liquide (huile) d'un tube manométrique. Ce tube plonge dans un flacon, qui, lui, reçoit la pulsation motrice d'un circuit pneumatique qui n'a plus aucun besoin d'être aseptisé. (Voir, plus loin, le montage général.)

Les promesses et les difficultés de l'expérience à réaliser

La première condition de la réussite, telle que la formulait Le Gallois, était de fournir au système artériel de l'organe détaché du corps une injection liquide analogue, sinon identique, à l'injection sanguine que lui envoie cette pompe centrale, le cœur. Opérant sur le cœur lui-même — un cœur de grenouille, de Cyon, réussit, en 1866, à le maintenir vivant durant quarante-huit heures. Puis le même savant démontra que le foie, traité de même par injection d'un sérum artificiel, continuait de sécréter de l'urée. Brown-Sequard démontra, à son tour, que certaines fonctions cérébrales étaient rétablies dans une tête coupée, par l'injection artificielle du sang : voyez-vous l'horrible mais grandiose expérience d'un cerveau de condamné à mort continuant de vivre *in vitro* après l'exécution ?

Pour le moment, l'intérêt scientifique de telles expériences est beaucoup moins romantique. Une glande endocrine traitée dans ce sens par les méthodes empiriques du passé ne survivait guère que quelques heures, uniquement pour ce motif que l'organe s'infectait de microbes, sans parler de la technique d'extraction. Celle-ci, le docteur Carrel l'avait déjà perfectionnée une première fois lorsqu'il réussit à transplanter le rein d'un chien sur un autre chien. D'autre part, la guerre fournit au docteur Carrel, dirigeant l'ambulance et le laboratoire installés à Compiègne par les soins du *Rockefeller Institute*, l'occasion de perfectionner l'asepsie des plaies. On se souvient de ses procédés d'arrosage à l'hypochlorite de soude dilué. A Compiègne, on réussit à faire vivre un segment artériel durant plusieurs mois sans infection. Mais un segment de vaisseau sanguin est loin de figurer un organe complexe.

L'asepsie du sang artériel qui doit être injecté à un organe est d'autant plus malaisée à réaliser que ce sang doit être *oxygéné* au cours du « cycle ». Autrement dit, la « pompe » très spéciale contrainte d'imiter les pulsations du cœur devait encore s'adjoindre des poumons.

Dans ces conditions, tout le circuit de l'injection artificielle (comprenant l'organe lui-même) devait être enfermé dans une même chambre close, protégée de l'invasion microbienne extérieure, avec une rigueur dépassant, de beaucoup, celle des opérations chirurgicales des plus délicates...

Une première solution était de faire fonc-

tionner la pompe à l'intérieur de la chambre d'isolement *sans y toucher*, c'est-à-dire sans contact mécanique avec le moteur. Aussi bien, dès 1931, Charles Lindbergh, que d'heureuses circonstances avaient conduit au *Rockefeller Institute*, établit un premier appareil fonctionnant par induction magnétique, à travers la paroi isolante du verre. Ces dispositifs et d'autres encore ne se révélèrent pas satisfaisants.

C'est en 1935 seulement que la ténacité et l'ingéniosité de Charles Lindbergh vinrent à bout du problème. L'appareil qu'il a créé peut être considéré comme définitif : tout en verre, le bocal magique dans lequel est enfin réalisée la merveilleuse gestation artificielle ne contient aucune mécanique.

En voici la description succincte.

Schéma de principe de la circulation rythmée

Nous ne pouvons mieux faire que d'emprunter, à peu près textuellement, à Charles Lindbergh le schéma de principe qu'il donne lui-même comme fondement de son appareil. La réalisation intégrale (que nous décrivons plus loin) adopte, comme toujours, des formes moins simples mais mieux adaptées au travail réel.

L'appareil se divise en trois étages représentés par trois ballons de verre (voir fig. 1, 2, 3). L'étage inférieur forme le réservoir du sang artificiel qu'il s'agit d'injecter à l'organe situé à l'étage supérieur.

L'artère maîtresse (vaisseau receveur) est donc branchée sur un tube qui assure la montée du liquide au rythme prévu. Un étage intermédiaire constitue une chambre à air tampon pour régler la pression de l'air venant de l'extérieur suivant le rythme exigé. C'est cette pulsation de l'injection aérienne qui assure l'oxygénation du sang artificiel, tout en lui imprimant son rythme circulatoire. En sorte qu'ici, contrairement à ce que fait la nature, c'est le poumon qui, par inspiration et expiration, assure les battements du cœur — ou, plus exactement, du système hydraulique formé par le réservoir inférieur et sa tubulure ascendante, dont l'ensemble constitue le circuit *artériel*.

Le circuit *veineux*, qui doit assurer le retour du sang au réservoir de base, est constitué par une chaîne de tubulures extrêmement ingénieuses comportant de curieuses valves à flotteurs, le long desquelles le liquide descend en vertu de la seule pesanteur.

Le sang *veineux* s'écoule, en effet, librement de l'organe comme l'eau sort d'une

pomme d'arrosoir ; il se rassemble donc à la base de la chambre formant l'étage supérieur, puis s'écoule à travers une première valve enclose dans la chambre régulatrice de pression où il se répand à nouveau (en suivant le rythme que lui impose la valve aérienne pulsante), d'où il s'écoule enfin par une dernière valve s'ouvrant dans le réservoir inférieur à demi plein de liquide.

Pour synthétiser ce schéma, nous pourrions dire que, si le réservoir inférieur figure le cœur par sa réserve de sang, le réservoir intermédiaire figure le poumon par sa fonction pneumatique. Mais l'une et l'autre de ces figures seraient incomplètes, car le rythme « respiratoire » et « circulatoire » sont *solidaires*, l'un et l'autre, de la pulsation aérienne, imprimée, forcément, de l'extérieur.

Il faut donc une entrée et une sortie pour relier le canal aérien (analogue de la *trachée artère*) à l'étage pneumatique de l'entresol, ainsi qu'à l'étage hydraulique du rez-de-chaussée. Puisque l'air ne circule pas d'une façon continue, mais est, au contraire, soumis à une pulsation (inspiration et expiration alternées), l'entrée et la sortie devront utiliser la même porte, le même « pharynx ».

Le « pharynx » à établir ici doit assurer l'aération pulmonaire en même temps que la pression motrice du circuit sanguin. Il consiste (voir notre dessin) en une soupape à *sens unique*, qui, de la sorte, maintient la pression motrice, tandis qu'une tubulure simplement étranglée suivant un diamètre convenable assure la détente gazeuse aussitôt après l'effet moteur. Quant à l'aération également rythmée du « poumon » figuré par la chambre centrale, elle est assurée par une tubulure qui relie directement celle-ci au circuit pulsant extérieur. Ainsi se trouve complètement assuré, comme on voit, le *synchronisme* de

la respiration et de la circulation sanguine.

L'alimentation en air de la « trachée-artère » ainsi parachevée n'est qu'un jeu, tout au moins par comparaison avec l'ingéniosité déjà déployée. Une bouteille d'air comprimé (avec « détendeur » assurant la constance de la pression livrée) pourvoit à l'alimentation du circuit pneumatique que régit un *distributeur rotatif* spécial alternant l'injection positive (inspiration) avec l'éjection négative (expiration). Nous reviendrons sur ces détails mécaniques qui, d'ailleurs, sont ingénieux et délicats. Insistons plutôt sur les caractéristiques physiques de l'appareil qui répondent aux desiderata du physiologiste.

Le circuit gazeux pulsant passe alternativement par la pression maximum de 120 mm de mercure et par la pression minimum de zéro.

La chambre supérieure contenant l'organe doit toujours tendre vers zéro, afin que le sang artériel s'écoule de l'organe par exsudation à travers le réseau veineux multiple laissé tel que l'a sectionné le bistouri.

De son côté, le réservoir inférieur, contenant le sang, subit le maximum de pression de 120 mm du circuit pulsant ; mais, en raison de l'inertie opposée par la tubulure étranglée de retour, refuse de descendre complètement à la pression zéro. Sa pression

minimum se stabilise aux environs de 60 mm.

Quant à la chambre médiane (régulatrice), elle accepte le maximum 120 mm, qui lui est offert par sa connexion directe avec le circuit gazeux extérieur — et le minimum zéro, qui est atteint quand le réservoir inférieur (du sang) est à 60 mm. Ainsi, la chambre régulatrice suit les mouvements de pression de la chambre supérieure (de l'organe) durant une moitié de la pulsation, et les mouvements de pression de la chambre inférieure (du sang) durant l'autre moitié.

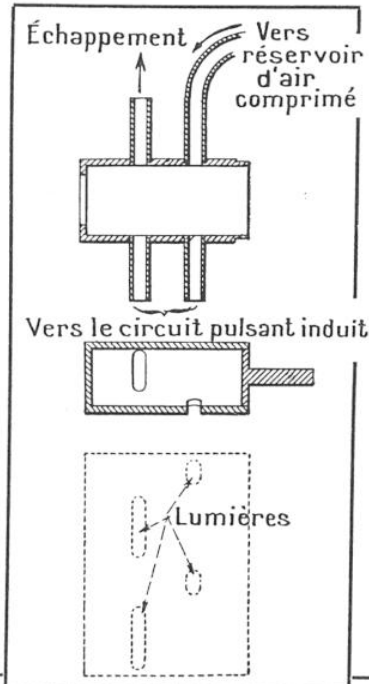


FIG. 6. — SCHÉMA DU DISTRIBUTEUR ROTATIF SERVANT À ASSURER LA PULSATION DU CIRCUIT PNEUMATIQUE MOTEUR

Un tambour percé de lumières convenablement disposées (le développement du cylindre, en pointillé, indique leurs positions et leurs grandeurs respectives) tourne dans un cylindre auquel aboutissent : 1° la tubulure d'admission de l'air comprimé moteur ; 2° les deux tubulures constituant le circuit pulsant (inférieur) ; 3° une tubulure d'échappement de l'air « expiré » par la pompe et... l'organe.

Dans le premier cas, elle admet le sang veineux coulant de l'organe ; dans le second, elle permet à la chambre inférieure d'accomplir le refoulement du sang vers l'organe, tout en lui livrant le sang veineux qu'elle vient de recueillir — et, entre temps, de régénérer par contact direct avec le circuit aérien.

Le *sens unique* de cette circulation sanguine est assuré par le jeu des valves à flotteurs, que l'on peut retrouver sur notre dessin schématique.

L'appareil réalisé

La conception précédente du physicien répondant à la demande, formulée par le physiologiste, d'une synthèse rigoureuse de la double circulation hydraulique et gazeuse que s'est donnée tout être vivant, est déjà admirable. La réalisation ne l'est pas moins.

Notre reproduction de l'appareil effectif montre combien celui-ci est éloigné de la simplicité du schéma. On y retrouve, néanmoins, les trois compartiments étagés dont nous venons de montrer les rôles conjugués. De plus, il demeure, intégralement, tout « en verre ». C'est d'une culture *in vitro* qu'il s'agit, ne l'oublions pas. Bien que nous soyons loin, maintenant, de la primitive lamelle creuse où se cultivent les quelques millimètres carrés de tissus, c'est toujours le même problème, amplifié.

La condition essentielle demeure toujours l'*asepsie* absolue et totale : aseptie de l'organe durant sa mise en place, aseptie du sang artificiel et de l'air injectés. Aussi bien, celui-ci, soigneusement dosé en oxygène, azote et gaz carbonique, est comprimé dans une bouteille d'acier, d'où il ne sort que pour entrer dans le circuit d'alimentation de l'organe. Sa circulation rythmée est assurée d'une manière indirecte, *induite* par un

circuit pulsant à l'air libre, non stérilisé, dont le mécanisme est aisé à saisir. Il s'agit de relaxations périodiques imprimées, au moyen d'une soupape tournante, (voir le schéma spécial) à une canalisation d'air comprimé courante sur laquelle on a seulement inséré un « réservoir-tampon ». Ce circuit pulsant (qui aboutit nécessairement à un échappement à l'air libre) traverse un flacon à moitié rempli de pétrole et muni d'un tube manométrique. L'ouverture supérieure du tube est seule en contact avec la canalisation d'air stérilisé. Les oscillations que la pulsation d'air du premier circuit impose à la colonne manométrique se communiquent, en conséquence, au circuit d'air stérilisé sans que celui-ci, isolé par le pétrole, risque aucune contamination. D'autre part, quand l'arrivée d'air frais (ménagée au sommet du tube manométrique) accentue la pression au delà des limites prévues, l'air en excédent dans le circuit stérilisé se fraie un passage à travers le pétrole et se répand dans le circuit primaire qui le rejette à l'atmosphère. C'est l'expiration.

Inutile d'observer que tous les dispositifs assurant les variations de pression et leur cadence sont réglables. Les manomètres indiquent en permanence la pression minimum (correspondant à la *diastole* du battement cardiaque, 60 mm) et la pression maximum (de *systole*), soit, avons-nous dit, 120 mm. L'alcalinité du sang artificiel est également mesurée en permanence par des réactifs colorants.

Une même « valve à sens unique » dessert plusieurs « pompes perfusantes » de Lindbergh contenant chacune un organe en observation. Ainsi les moyens de l'expérimentateur se trouvent multipliés.

Le dispositif général d'une expérience

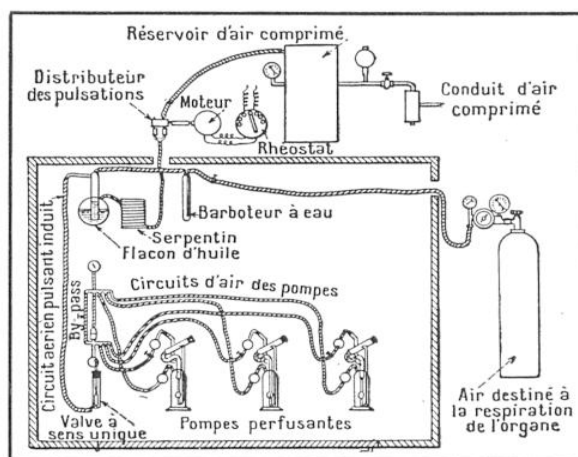


FIG. 7. — SCHÉMA DU MONTAGE GÉNÉRAL DE L'EXPÉRIENCE CARREL-LINDBERGH

Tous les appareils figurant ici sont détaillés dans les schémas précédents. On remarque que les trois pompes (il pourrait y en avoir davantage), la valve commune à sens unique, le flacon-manomètre à huile, et tout le circuit d'air destiné à l'alimentation physiologique de l'organe sont enclos dans un coffre-étuve maintenu à température constante (37°-38°). Le circuit pulsant moteur (non aseptique), qui assure, par induction, la pulsation du circuit d'alimentation, est extérieur au coffre-étuve. Trois organes différents sont ainsi maintenus vivants, simultanément, dans l'appareil Carrel-Lindbergh.

multiple se trouve précisément schématisé dans notre dernier dessin, que nous empruntons, comme tous les précédents, au mémoire de Lindbergh. On y voit trois « pompes perfusantes » en action simultanée au sein d'une couveuse qui maintient à température constante l'ensemble de l'appareillage. Vous ne voudriez pas qu'après avoir déployé tant d'ingéniosité pour assurer la vie indépendante de l'organe, on le mît en danger de mourir de froid — ou de fièvre. La couveuse le tient à la température normale (37°-38°) du corps où la nature l'avait fait naître et d'où le savant l'a extrait pour analyser sa fonction.

Trente-six expériences : trente-quatre réussites

Depuis que l'appareil est au point, le docteur Alexis Carrel et son glorieux préparateur ont fait trente-six expériences.

Les organes étudiés ont été prélevés sur des chats, des poules... Ce furent des glandes thyroïdes, des ovaires, des glandes surrénales, des reins, des cœurs, des rates. Malgré que les organes aient été ôtés et remis en place à plusieurs reprises, dans les appareils, pour les nécessités de l'examen, il n'y eut que deux infections : encore ces accidents concernèrent-ils des rates, et faut-il les attribuer à des fautes malaisées à éviter au cours de leur extraction de l'abdomen, région particulièrement propice à la contamination.

Des glandes thyroïdes furent conservées vivantes durant vingt jours avec pulsation de leurs artères et circulation interne active. On aurait pu les garder plus longtemps. On a constaté que ces glandes, du chat, consommaient seulement 7 milligrammes de sucre par vingt-quatre heures. En activant la circulation sanguine, cette consommation put être triplée.

Les variations de volume et de forme

étaient visibles de jour en jour : les thyroïdes injectées de sérum dilué diminuaient de taille. Au contraire, ces glandes augmentaient si l'on concentrait le sérum.

Mais l'expérience la plus curieuse est probablement, jusqu'ici, celle qui porta sur un ovaire de poule. En cinq jours, le poids de l'ovaire traité passa de 90 à 284 milligrammes, cependant qu'apparaissaient trois « corps jaunes », autrement dit des œufs ! Verra-t-on quelque jour l'expérience conduite jusqu'à la naissance du poussin ?

L'activité des glandes endocrines, disions-nous au début de cet article, constitue l'un des buts principaux de ces recherches. Le docteur Carrel a constaté que, sous l'injection d'un sérum activant, l'épithélium d'une thyroïde adulte reprenait l'activité première qui est la sienne dans l'embryon.

L'expérimentateur a réussi, pareillement, à provoquer des accroissements désordonnés de cellules au sein de ces glandes... Imaginez un instant que le physiologiste réussisse à créer à volonté le cancer ? Le processus du mal étant connu, le remède ne sera pas loin.

D'ailleurs, les variations fonctionnelles survenues dans les organes expérimentés *in vitro* se sont révélées très complexes. Elles dépendent de la composition chimique du liquide perfusé, ainsi que des conditions physico-chimiques de l'opération. Toutes ces observations feront l'objet de mémoires spéciaux qui enrichiront magnifiquement la collection déjà si riche du *Rockefeller Institute*.

Notre but doit se borner — et peut-être l'avons-nous atteint — à montrer que le laboratoire de la Biologie vient de s'enrichir d'une technique rationnelle, véritablement inespérée. Désormais, le physiologiste a les moyens d'étudier le corps vivant en ses pièces détachées les plus essentielles.

JEAN LABADIÉ.

L'Amirauté anglaise va commander prochainement un navire entièrement non-magnétique, c'est-à-dire dans la construction duquel n'entrera aucun métal magnétique tel que le fer, le nickel, etc. Il sera donc construit en bois, les panneaux étant réunis par des boulons de bronze. Tous les agrès seront en chanvre, et les moteurs Diesel qui serviront à la propulsion ne contiendront pratiquement aucune partie en fonte, ni en acier. La mission de ce navire, qui sera baptisé *Research*, sera d'étudier les problèmes que posent les variations de la grandeur et de la direction du champ magnétique terrestre. Ce sera le second navire qui aura été construit de cette manière, le premier étant le *Carnegie*, qui a été détruit par une explosion, en 1929, à Apia Harbour (îles Samoa, dans l'Océan Pacifique).

L'ANGLETERRE A-T-ELLE RESOLU LE PROBLÈME DE L'AVION SANS PILOTE ?

Par F. BRUN

INGÉNIEUR CIVIL DE L'AÉRONAUTIQUE

La recherche du pilotage automatique des avions par ondes électromagnétiques, qui préoccupe les techniciens de tous les pays depuis plusieurs années déjà, vient de marquer en Angleterre un progrès notable au cours des dernières manœuvres aériennes de 1935. Un biplan de construction classique, muni des organes spéciaux nécessaires, a, en effet, correctement évolué sans que le pilote, qui était à bord par raison de sécurité, ait eu à intervenir. Le problème est double. Il faut tout d'abord assurer à l'avion la stabilité automatique, aujourd'hui réalisée parfaitement grâce au gyroscope (1) qui commande les diverses gouvernes de profondeur, de gauchissement et de direction. Par contre, beaucoup plus délicate est la question du pilo'age à distance. Il a été résolu par l'emploi d'ondes hertziennes de six longueurs différentes émises au sol dont chacune est affectée à la réalisation d'un mouvement particulier : changement de direction (à droite et à gauche), montée, vol horizontal, vol plané et piqué. Le récepteur installé à bord de l'avion est, en effet, réglé pour recevoir ces six longueurs d'ondes. L'atterrissage lui-même est correctement assuré par le contact de l'antenne avec le sol au cours de la descente en vol plané. Ce contact a pour effet d'arrêter le moteur de l'avion. Certes, ce dispositif est perfectible, car il n'autorise encore que des mouvements de grande amplitude. Il n'en constitue pas moins un progrès certain vers l'évolution automatique des machines volantes. La Défense nationale en tirera parti un jour ou l'autre.

AUX dernières manœuvres aériennes, les Anglais ont essayé, en présence des attachés militaires étrangers, un avion capable d'évoluer sans pilote. De l'avis unanime, il résulte que la démonstration a été concluante et que, si une mise au point doit aboutir à une plus grande précision, on peut considérer le problème comme techniquement résolu.

La réalisation d'un tel avion, dont les manœuvres sont commandées à distance au moyen d'ondes électromagnétiques, est d'ailleurs à l'étude depuis plusieurs années (2). Rappelons que, dès 1917, les Forces Aériennes britanniques avaient établi un appareil qui, dirigé à partir d'un autre avion-pilote, devait être utilisé pour le bombardement. Les essais en furent déplo-

rables. Dès le départ, l'avion se précipitait sur le groupe des spectateurs formé par les représentants militaires des vingt-deux pays alliés de la Grande-Bretagne. Heureusement, l'avion capota et se brisa avant d'avoir atteint les délégués.

L'appareil présenté récemment connut un tout autre succès. C'était un biplan de Haviland *Tiger Moth*, de construction classique, sur lequel avaient été montés les organes nécessaires, d'une part, au pilotage automatique, d'autre part, à la commande par ondes hertziennes. Le problème est double, en

effet. Premièrement, assurer automatiquement la stabilité, sans aucun contrôle étranger ; deuxièmement, faire exécuter à distance des manœuvres imposées. Pour ces premiers essais, quelques mouvements principaux furent seulement exécutés.

Le secret entourant la solution adoptée

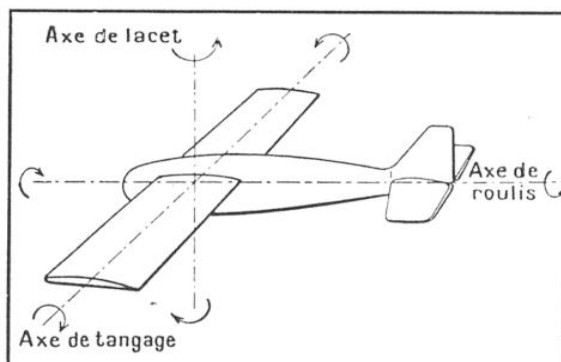


FIG. 1. — LA TRAJECTOIRE D'UN AVION DÉPEND DES MOUVEMENTS AUTOUR DES TROIS AXES : DE ROULIS, DE TANGAGE ET DE LACET

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 203, page 428.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 69, page 193.

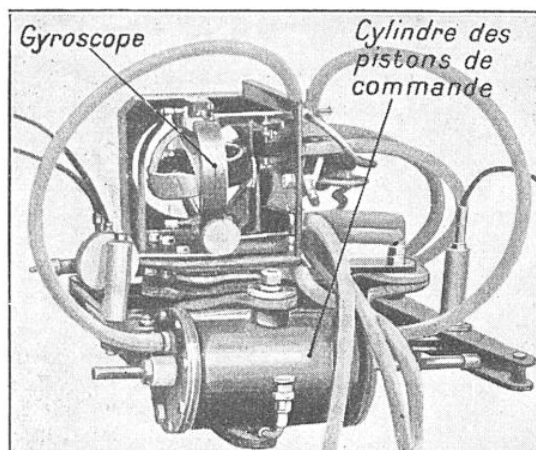


FIG. 2. — ENSEMBLE DU « PILOTE AUTOMATIQUE » COMMANDANT LA STABILITÉ DE LA TRAJECTOIRE DE L'AVION

n'a pas permis d'exposer plus tôt les différents dispositifs montés sur l'avion. Certains points de détail d'exécution restent encore dans l'ombre. Voici, cependant, le principe de l'avion sans pilote.

Comment est assurée la stabilité automatique

Le premier problème qui se pose est de réaliser un avion conservant automatique-

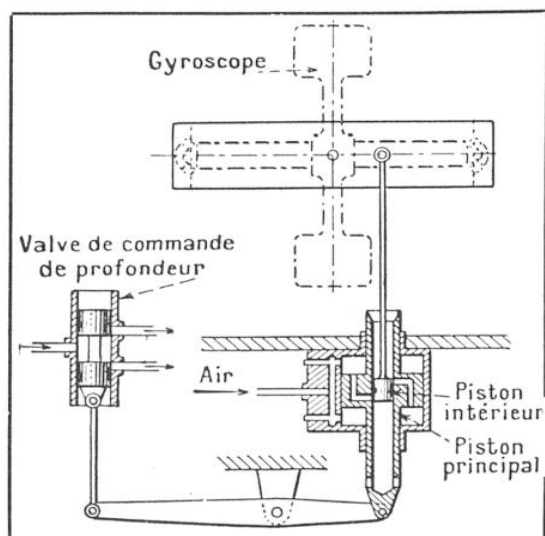


FIG. 3. — DÉTAIL DU RELAIS ACTIONNANT LA VALVE DE COMMANDE DE PROFONDEUR
Sous l'action du gyroscope, le piston intérieur se déplace et démasque l'ouverture permettant à l'air comprimé de faire mouvoir le piston principal qui communique son mouvement à la valve de commande.

ment son équilibre ; lui faire suivre une trajectoire déterminée ne peut être obtenu qu'une fois cette première condition remplie.

La technique de cette automaticité est d'ailleurs au point aujourd'hui, grâce aux dispositifs gyroscopiques (1). De remarquables résultats ont été obtenus aussi bien dans l'aviation commerciale que militaire. Un plan horizontal de référence est artificiellement constitué par un anneau gyroscopique. Lorsque l'avion tend à se dévier de sa ligne, le gyroscope, conservant sa direction d'axe, agit sur les « gouvernes » de

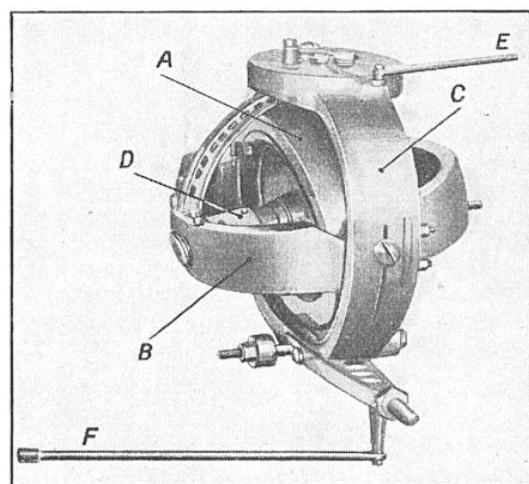


FIG. 4. — VUE DU GYROSCOPE ASSURANT LA STABILITÉ AUTOMATIQUE

A, gyroscope tournant autour de l'axe D dans l'anneau B, qui, par la monture C, actionne les leviers de commande E et F.

l'appareil au moyen de valves distribuant de l'air comprimé dans des cylindres contenant les pistons de commande de ces gouvernes.

On voit sur la figure 5 comment agissent ces pistons, chacun sur l'une des trois gouvernes : de profondeur, de gauchissement et de direction, afin de maintenir l'équi-

(1) Dans une remarquable étude, publiée dans *La Science et la Vie* en juillet 1914 (n° 16, page 3), M. Léon Lecornu a magistralement exposé l'effet gyroscopique. « Si un solide de révolution (comme une toupie), c'est-à-dire un corps entièrement symétrique par rapport à un axe, tourne rapidement autour de cet axe dont un point est maintenu fixe, et si on applique une force en un point quelconque de cet axe, on voit celui-ci se dévier, non pas dans le sens de la force, mais dans une direction perpendiculaire avec une vitesse qui, toutes choses égales d'ailleurs, est en raison inverse de la vitesse de rotation ». Si l'axe ne tombe pas, c'est à cause de la naissance de forces centrifuges composées qui font obstacle à la pesanteur.

libre de l'avion par rapport aux trois axes : de tangage, de roulis et de lacets. En réalité, la commande se fait par l'intermédiaire de valves-relais. En effet, il faut éviter de créer un couple de forces réagissant sur l'axe du gyroscope et qui aurait pour effet d'accroître le mouvement de précession (1).

L'ensemble du dispositif de stabilité automatique comprend donc : un petit compresseur d'air mû par un moulinet aérien entraîné par le déplacement d'air, un réservoir à air comprimé, un système gyroscopique fonctionnant également grâce au vent relatif (2), un système de valves-relais liées rigidement aux cercles articulés supportant le rotor, enfin un ensemble de trois pistons dont l'une ou l'autre face reçoit, grâce aux valves-relais, l'air sous pression du réservoir d'air comprimé. Le mouvement des pistons est transmis par des câbles ou des bielles aux gouvernes de l'avion.

C'est là un dispositif, aujourd'hui classique, qui a fait ses preuves sur des milliers de kilomètres et pendant des centaines d'heures de vol. L'avion qui en est muni suit sans défaillance sa trajectoire rectiligne, quels que soient les remous. Seul l'arrêt du moteur peut modifier son vol, et,

(1) M. Lecornu explique ce phénomène en ces termes, dans l'article précité : « Le calcul démontre que les forces centrifuges composées exigent, pour s'opposer à la pesanteur, un déplacement conique de l'axe, déplacement auquel on donne le nom de *précession*. L'expérience le vérifie. En effet, si on empêche la précession de se produire, on fait immédiatement tomber l'axe. Inversement, en pressant sur l'axe de façon à accélérer la précession, on voit l'axe se redresser de plus en plus. »

(2) Des tuyères reliées à une trompe placée à l'avant de l'avion amènent l'air sur les aubes pratiquées par fraisage dans le rotor du gyroscope (turbine aérienne).

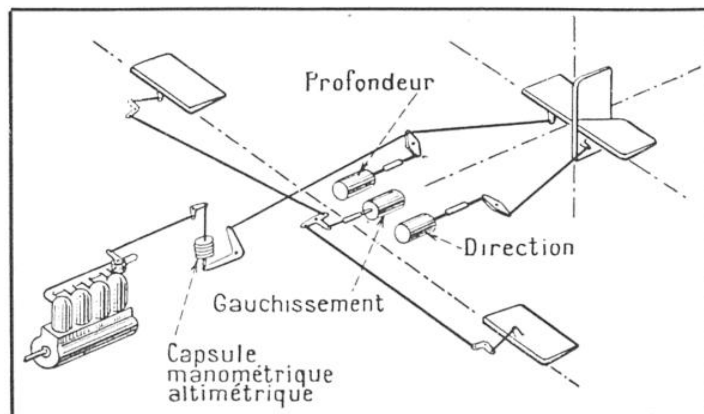


FIG. 5. — ENSEMBLE DES PISTONS ASSURANT LA STABILITÉ AUTOMATIQUE ET DES LIAISONS AUX GOUVERNES DE PROFONDEUR, DE GAUCHISSEMENT ET DE DIRECTION

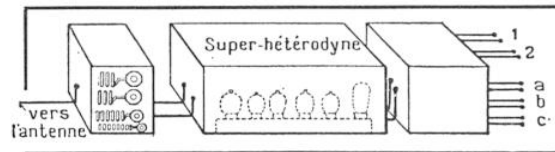


FIG. 6. — LE RÉCEPTEUR A ONDES COURTES ASSURANT LE PILOTAGE A DISTANCE

À gauche, circuits oscillants accordés sur les six longueurs d'ondes correspondant chacune à une manœuvre ; au centre, le superhétérodyne comportant un circuit oscillant accordé sur les ondes à recevoir ; à droite, relais magnétique en liaison par 1 et 2 aux commandes de direction droite et gauche, par a à la commande de montée, par b à celle de piqué, par c à celle de vol plané.

encore uniquement dans le sens de la profondeur, c'est-à-dire de la descente.

L'avion sans pilote

Tout différent du précédent est le problème de la commande intégrale à distance d'un avion. Il faut assurer en effet, dans le plan vertical, le départ, la montée, la descente et l'atterrissage ; dans le plan horizontal, le changement de direction à droite ou à gauche. Seules, les ondes hertziennes devaient permettre de résoudre ce problème.

Voici comment est équipé l'avion sans pilote anglais, du moins ce que l'on peut en connaître actuellement. Tout d'abord, il est muni du dispositif de stabilisation automatique dont nous venons de parler.

De plus, un poste récepteur installé sur l'avion est réglé pour recevoir six longueurs d'ondes différentes (1), chacune d'elles étant affectée à une commande bien déterminée. Deux sont réservées pour les gouvernes de direction (à droite ou à gauche) ; la plus petite des six est affectée à la montée, la suivante au vol horizontal, les deux autres au vol plané et au piqué.

De terre, on peut à volonté émettre une de ces longueurs d'ondes. Lorsque le radio-récepteur de bord reçoit une émission, les courants amplifiés créent un champ électromagnétique qui agit sur la liaison du gyroscope aux valves-relais, et provoque ainsi la variation relative de position entre le gyroscope et l'avion qui met en fonctionnement les pistons manœuvrant

(1) On utilise des ondes courtes qui n'exigent qu'une faible puissance et permettent une grande sélectivité.



FIG. 7. — PUPITRE DE COMMANDE DE L'AVION PAR L'OPÉRATEUR RESTÉ A TERRE

les différentes gouvernes de l'appareil.

Le principe de ce système est donc simple, même un peu primitif, car il n'autorise que des mouvements de grande amplitude. Toutefois, dès que le changement de direction (dans n'importe quel sens, horizontal ou vertical) a été obtenu, il suffit d'émettre la longueur d'onde correspondant au vol rectiligne pour que l'avion ne soit plus soumis qu'au dispositif de stabilisation automatique.

Le vol de l'avion

D'après ce qui précède, on conçoit que, pour que ce système fonctionne, il faut que l'appareil ait atteint une vitesse suffisante. C'est, en effet, le vent relatif créé par le déplacement de l'avion qui actionne le gyroscope, âme de tout le dispositif. Dès lors, comment assurer la montée, au démarrage ? La difficulté a été tournée, grâce à l'emploi de la catapulte.

L'avion catapulté possède dès le départ une vitesse assez grande pour que la stabilisation automatique entre en jeu. Il suit donc aveuglément la direction qu'il a reçue. Ainsi est évité tout genre d'accident analogue à celui de 1917 que nous avons mentionné.

Dès que le catapultage est terminé, l'antenne réceptrice se déroule automatiquement. L'avion est prêt à recevoir les ordres venus du sol.

La commande des manœuvres (c'est-à-dire l'émission des diverses longueurs d'onde) s'effectue au moyen d'un pupitre relié à la station émettrice. Son panneau supérieur incliné porte à cet effet un certain nombre de boutons.

Sur une même ligne horizontale, dans le haut du pupitre, trois boutons sont marqués : « gauche » — « normal » — « droite ».

Plus bas, en diagonale, quatre boutons disposés en cascade portent les indications : « montée » — « horizontal » — « plané » — « piqué ».

Dès que l'on enfonce un des boutons, un ronflement indique que l'émission commence. On voit alors l'avion effectuer la manœuvre commandée. En appuyant sur le bouton « normal » (dans le cas où un changement de direction a eu lieu) ou « horizontal » (dans le cas d'une manœuvre de profondeur), l'avion continue en ligne droite dans sa nouvelle direction.

On a pu réaliser ainsi des vols vraiment impressionnants, notamment des « piqués » à grande vitesse. Grâce à l'habileté des techniciens chargés de commander les manœuvres, l'avion, qui semblait devoir s'écraser au sol, fut chaque fois rétabli dans une direction horizontale.

Il est, en effet, difficile de mesurer le temps

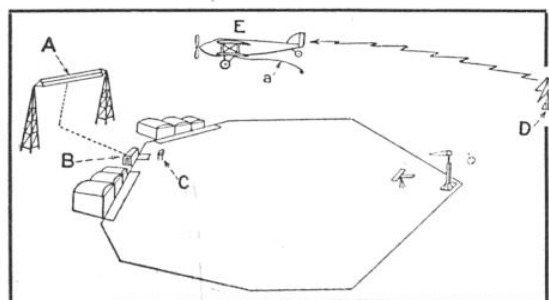


FIG. 8. — INSTALLATION DE LA COMMANDE A DISTANCE SUR UN AÉRODROME

A, antenne du poste émetteur ; B, poste émetteur ; C, pupitre de commande des manœuvres de l'avion ; D, cadre du poste goniométrique permettant de situer l'avion dans son vol ; E, avion sans pilote ; a, antenne réceptrice de l'avion sans pilote.

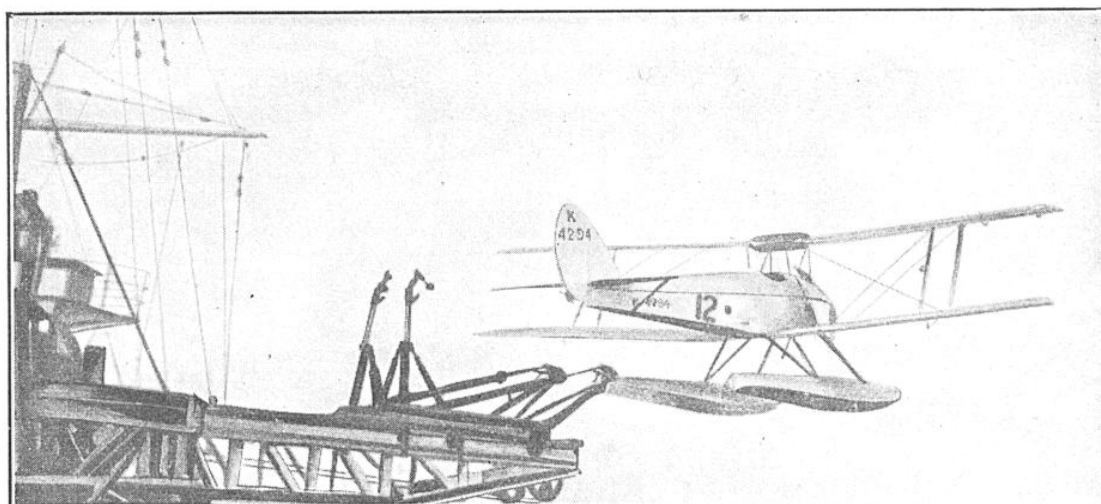


FIG. 9. — L'HYDRAVION SANS PILOTE EST CATAPULTÉ POUR LUI DONNER DÈS LE DÉPART UNE VITESSE SUFFISANTE NÉCESSAIRE AU FONCTIONNEMENT DU GYROSCOPE, QUI EST À LA BASE DES DISPOSITIFS DE STABILITÉ AUTOMATIQUE ET DE COMMANDE À DISTANCE

nécessaire entre la commande et la réalisation de la manœuvre. Une erreur risquerait donc de provoquer un accident. Cette difficulté a été vaincue grâce à un dispositif manométrique qui fait reprendre automatiquement à l'avion son vol normal s'il s'est trop rapproché du sol.

Et l'atterrissage? Voici comment il est réalisé, d'une façon fort ingénieuse. La descente se fait en vol plané, le moteur étant au ralenti, et sous un angle relativement faible. L'avion s'approche du sol, gardé en direction pour atterrir dans la position voulue. Dès que la distance à la terre est

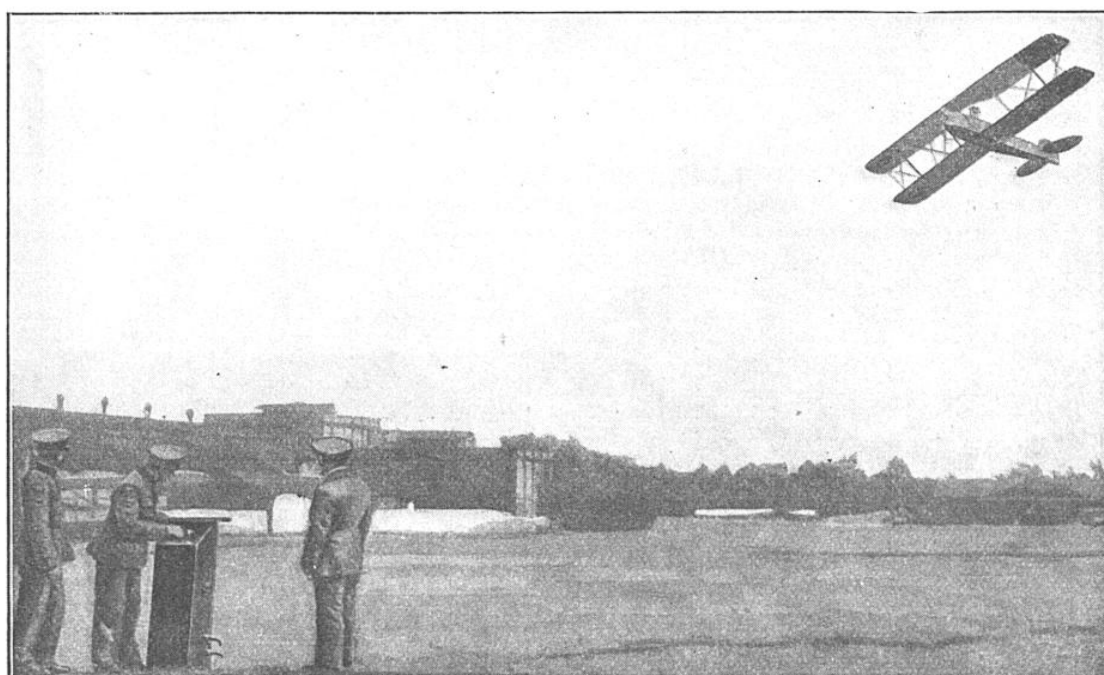


FIG. 10. — L'AVION SANS PILOTE ÉVOLUANT EN ANGLETERRE

assez faible, l'antenne touche le sol. Automatiquement, le moteur s'arrête, l'avion se redresse et court parallèlement au sol jusqu'à ce que la vitesse soit inférieure à celle correspondant à la sustentation. L'appareil touche le sol, roule quelques mètres et s'arrête normalement.

Evidemment, la pratique doit être assez délicate, et il faut certainement un doigté expert pour arriver à une précision convenable. Cependant, les expériences ont réussi. N'est-ce pas la meilleure preuve de l'efficacité du dispositif ?

Le vol « automatique » étant actuellement interdit au-dessus des agglomérations par le Ministère de l'Air anglais, un aviateur, le lieutenant C. Mac Vincent D. F. C. était à bord de l'appareil lors des démon-

trations publiques. Toutefois, toute action manuelle du pilote devait s'inscrire automatiquement, et il est bien certain que le lieutenant n'a pas eu à agir sur les gouvernes.

D'autres essais furent effectués en mer avec un hydravion de Haviland à flotteurs, afin de permettre aux unités navales d'exécuter des expériences de tir contre avions. De ces manœuvres aéronavales, il résulte que les navires-cibles auraient été atteints par le bombardement aérien, alors que les tirs contre l'avion sans pilote ont donné peu de résultats. Seuls les barrages de mitrailleuses se sont révélés efficaces, à condition toutefois que l'avion descende à une altitude inférieure à quelques centaines de mètres. C'est un point important pour la défense nationale.

F. BRUN.

LES MÉTHODES JAPONAISES D'EXPORTATION MENACENT LA PLUPART DES PAYS DU MONDE

Les succès remportés par l'industrie japonaise (1) sur les marchés extérieurs sont dus, pour une grande part, à l'organisation appropriée des diverses branches de la production, en vue précisément de l'exportation. C'est à l'action méthodique des syndicats d'exportateurs, protégés, depuis 1923, par des lois spéciales, qu'est due l'expansion commerciale du Japon. On en distingue de trois sortes : les uns ont pour mission de développer l'exportation nippone en général, dans un pays ou un territoire déterminé ; d'autres s'attachent, au contraire, à diffuser un seul article, mais dans le monde entier ; d'autres, enfin, que l'on pourrait appeler mixtes, se chargent de la vente d'un article donné dans un pays déterminé.

En 1935, il existait au Japon, d'après une statistique récente, 61 syndicats réunissant 4.133 exportateurs. Neuf de ces syndicats se partagent l'Extrême-Orient, six les Etats-Unis et quatre l'Europe (un pour l'Angleterre, un pour la France et la Suisse, et un pour les Balkans). Ceux de ces organismes qui disposent des moyens financiers les plus importants sont : l'Union des Porcelainiers, les Exportateurs de Coton vers l'Inde, le Syndicat de l'Amérique du Nord et le Syndicat de la Bière (2). Ce sont eux qui contrôlent la qualité des marchandises, leur quantité et leur prix à la vente ; ils suivent de près les fluctuations du marché, organisent la propagande, surveillent les tarifs de transport et d'assurance. Grâce à cette organisation rationnelle, les frais généraux des producteurs sont réduits au minimum ; délivrés du lourd souci de la vente, les fabricants peuvent consacrer exclusivement leurs efforts à abaisser les prix de revient à la production, de façon à franchir les barrières douanières des pays protectionnistes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 57.

(2) Le Japon est devenu depuis peu le deuxième exportateur de bière du monde, après la Grande-Bretagne et avant même l'Allemagne (en 1933, les quantités exportées ont été : pour la Grande-Bretagne, 346.000 hectolitres ; pour le Japon, 238.000 hectolitres ; pour l'Allemagne, 225.000 hectolitres). On a démontré que le prix de vente de la bière nippone (qui a baissé ces deux dernières années de 80 %) n'atteignait même pas la valeur des bouteilles vides et des bouchons en Allemagne.

LES CAOUTCHOUCS DE REMPLACEMENT

Par G. GÉNIN

INGÉNIEUR CHIMISTE DE L'ÉCOLE DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE INDUSTRIELLES

La production de la gomme brute (1), matière première de l'industrie du caoutchouc, est concentrée presque exclusivement entre les mains des planteurs anglais et néerlandais d'hévéa, l'arbre à caoutchouc des tropiques. Pourtant, le manque de ressources en caoutchouc naturel, commun à tous les pays industriels d'Amérique et d'Europe (Angleterre et Hollande exceptées), ne constitue plus, aujourd'hui, une aussi grave infériorité en même temps qu'une lourde charge pour leur balance économique. En effet, les progrès de la science et de l'industrie chimique permettent maintenant de parer à ce défaut de matières premières en faisant appel, d'une part, à la synthèse chimique, et, d'autre part, — lorsque les conditions naturelles s'y prêtent, — à la culture des plantes à caoutchouc autres que l'hévéa. Parmi les produits synthétiques livrés aujourd'hui par l'industrie chimique, certains, comme le méthylcaoutchouc des Allemands, ont une composition chimique qui se rapproche de celle du caoutchouc naturel. D'autres, comme le Duprène des Etats-Unis, ne lui sont nullement comparables par leur composition, mais ont des propriétés physiques et chimiques égales et même supérieures, à certains points de vue, à celles du caoutchouc universel. D'autres enfin, comme le Thiokol, bien que de propriétés fort différentes, peuvent néanmoins le remplacer dans certaines applications industrielles. Parmi les plantes à caoutchouc, la culture du guayule, qui, depuis 1931, se pratique sur une très grande échelle en Californie, couvre aujourd'hui des milliers d'hectares; en U. R. S. S., on fait appel à un autre arbuste, le tau-sagyz (2), dont on espère, dans quelques années, pouvoir extraire annuellement plus de 10.000 tonnes de gomme. Ainsi les Etats-Unis, l'Allemagne et la Russie soviétique parviendront, d'ici peu, à se libérer presque entièrement des importations du latex étranger.

L'effort des pays qui ne possèdent pas de plantations d'hévéa

Ly a quelques années, une guerre économique acharnée était engagée entre les intérêts américains et les intérêts anglais, guerre dont l'enjeu était de savoir si les pays consommateurs de caoutchouc continueraient à subir le bon vouloir des pays producteurs. Nos lecteurs n'ignorent pas, en effet, qu'à la suite de l'établissement du plan de restriction Stevenson (3), une hausse considérable s'était fait sentir, vers 1925, sur le marché du caoutchouc brut, comme cela ressort du tableau ci-dessous, qui montre la variation des cours du caoutchouc depuis une vingtaine d'années :

Année	Cours	Année	Cours
	Francs		Francs
1910	35. »	1925	8.15
1912	25.60	1926	5.62
1914	12.20	1928	2.50
1916	13.45	1930	1.375
1918	13.10	1932	0.50
1920	5. »	1933	0.57
1922	3.45	1934	1.02
1924	5. »	1935	0.99

Cette élévation artificielle des cours n'avait pas manqué d'entraîner des réclamations justifiées de la part des Etats-Unis, qui eurent gain de cause. Finalement, l'insuccès du plan Stevenson entraîna, contrairement à ce qu'avait espéré son instigateur, une période de crise très pénible pour les planteurs de caoutchouc.

Mais, en même temps que se déroulait cette guerre entre financiers, une bataille non moins fertile en incidents divisait les techniciens : les uns partisans de l'emploi exclusif du caoutchouc naturel, les autres espérant, par la mise au point d'un procédé économique de fabrication de caoutchouc synthétique ou par l'emploi de caoutchouc naturel extrait de plantes autres que l'hévéa, parvenir à lutter à armes égales avec les propriétaires des plantations d'hévéa.

Depuis l'écroulement des cours du caoutchouc, le problème du caoutchouc synthétique a changé complètement de face et, s'il y a quelques années encore, on cherchait à fabriquer du caoutchouc synthétique, afin d'obliger les planteurs à baisser le prix

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 108, page 453.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 197, page 393.

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

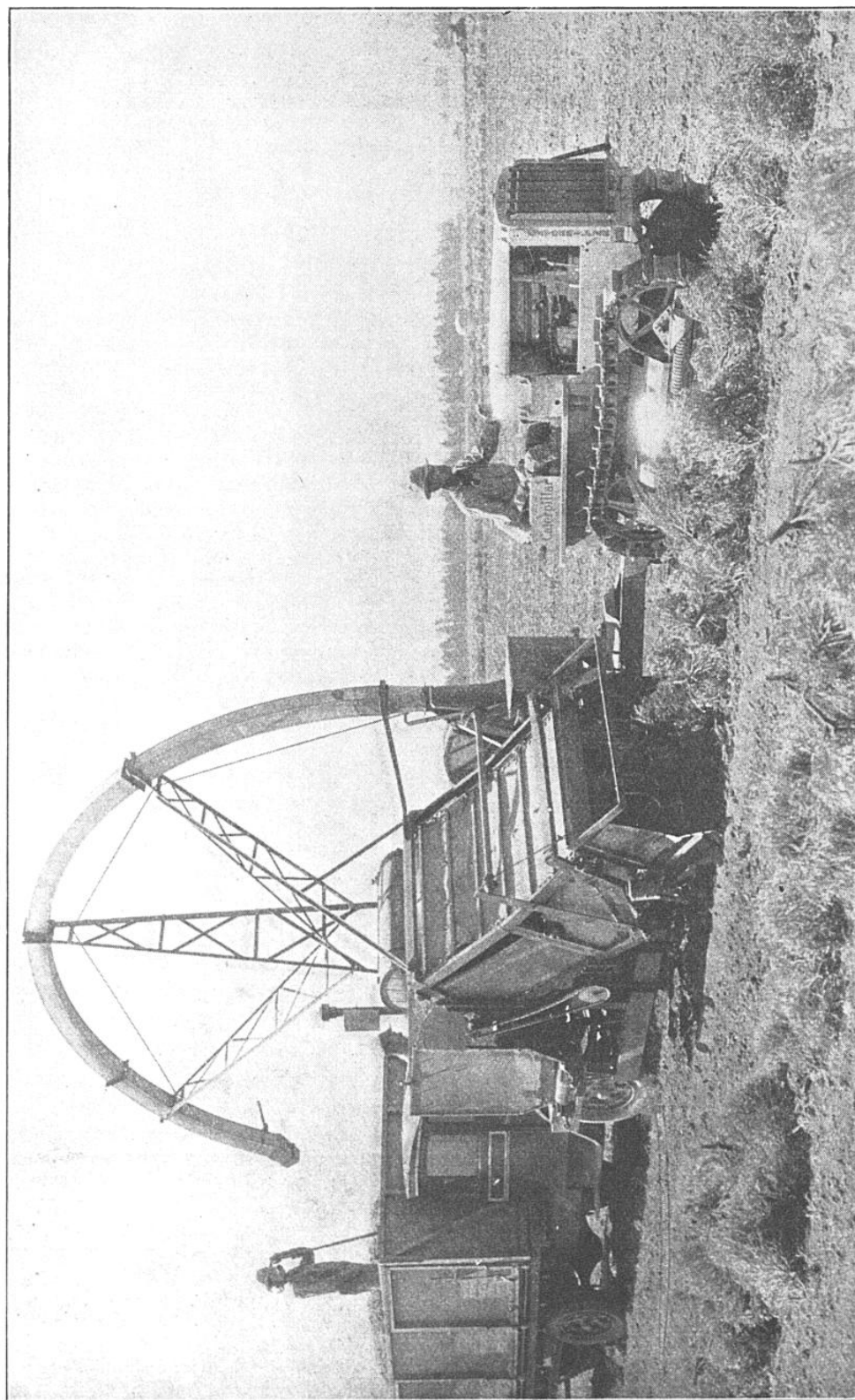


FIG. 1. — COMMENT S'EFFECTUE, AUX ÉTATS-UNIS, LA RÉCOLTE DU GUAYULE, LA PLANTE A CAOUTCHOUC AMÉRICAINE
Les plants de guayule, arbuscules de peu de hauteur, sont d'abord fauchés, puis ramassés par la machine ci-dessus qui les hache. Les débris des tiges et du feuillage sont entraînés par un courant d'air engendré par un ventilateur, passent dans le grand conduit en arc de cercle au-dessus de la moissonneuse et sont déversés dans le camion qui la suit. La récolte du guayule se fait tous les quatre ans et occupe un personnel assez réduit, grâce au matériel très moderne et très perfectionné qu'emploient les planteurs de Californie. On estime que la consommation de caoutchouc de guayule pourrait atteindre 45.000 tonnes aux États-Unis.

du caoutchouc naturel, aujourd'hui la fabrication du caoutchouc synthétique répond plutôt à des considérations techniques ou à des nécessités de politique étrangère ou économique de certains pays. C'est, en effet, dans les pays qui, pour différentes raisons, ne peuvent pas se procurer du caoutchouc naturel ou ne veulent pas en acheter aux plantations anglaises ou néerlandaises que les efforts ont été les plus fertiles.

En Allemagne

Déjà, au cours de la guerre, l'Allemagne, isolée par le blocus, était parvenue, grâce à la valeur de ses chimistes, à fabriquer du caoutchouc synthétique. Les pneus en caoutchouc synthétique, au cours des deux dernières années de la guerre, furent seuls à équiper toutes les voitures des armées allemandes. Si, dans les années de prospérité qui suivirent la signature de la paix, la question fut un peu abandonnée, elle a été, depuis un ou deux ans, reprise avec plus d'énergie que jamais à la suite des instructions données par le gouvernement allemand à ses industriels, instructions leur enjoignant de s'efforcer de réduire par tous les moyens les achats de matières premières étrangères. Actuellement, les importations du caoutchouc brut sont contingentées, ce qui oblige les industriels allemands à se tourner vers d'autres sources intérieures, en l'occurrence le caoutchouc synthétique.

Aux Etats-Unis

Aux Etats-Unis, ce n'est pas le manque d'argent qui a conduit les industriels américains à s'intéresser à la question du caoutchouc autre que le caoutchouc d'hévéa, mais le désir de se libérer du bon vouloir des planteurs britanniques. Ford a été l'un des premiers à s'occuper de la question et à créer, sur les bords de l'Amazone, — qui, rappelons-le, est le pays d'origine des hévéas — une plantation modèle dont les rendements n'ont pas été jusqu'ici, semble-t-il, très satisfaisants. Les Américains s'intéressèrent ensuite au guayule, plante poussant en arbuste et qui contient du caoutchouc. Enfin, une des plus importantes usines américaines, la *Du Pont de Nemours*, vient de mettre au point un caoutchouc synthétique dont les propriétés, à certains points de vue, sont véritablement remarquables.

En U. R. S. S.

Le dernier pays qui s'est intéressé au caoutchouc synthétique est la Russie soviétique qui, par manque de disponibilités à

l'étranger, a été dans l'obligation de trouver, dans son territoire, le caoutchouc nécessaire aux besoins de son industrie, qui se développe d'une façon formidable depuis plusieurs années (1). Le problème a été résolu, en Russie, de deux façons différentes : soit par la culture de plantes à caoutchouc, soit par la fabrication du caoutchouc synthétique, en utilisant les ressources immenses de l'U. R. S. S. en matières premières.

Les solutions envisagées

Actuellement, le manque de caoutchouc naturel peut n'être pas, pour un pays, une infériorité marquante, et les progrès réalisés dans l'industrie chimique permettent de parer à cette absence de matière première, même si l'on met hors de question l'emploi des régénérés de caoutchouc. Si on ne veut considérer que la matière première neuve, quatre solutions se présentent aujourd'hui aux techniciens :

1° L'emploi du caoutchouc naturel provenant de plantes autres que l'hévéa. Nous citerons les plantations de *guayule* des Etats-Unis et la culture du *tau-sagyz* et autres plantes à caoutchouc en Russie. Plus récemment, l'Italie a envisagé la possibilité de cultiver, dans ses provinces du Sud, certaines plantes à caoutchouc ;

2° La fabrication du caoutchouc synthétique, dont la composition chimique se rapproche le plus possible de celle du caoutchouc naturel. C'est le méthylcaoutchouc des Allemands, utilisé pendant la guerre sous deux formes : la forme H et la forme W ;

3° La fabrication d'un produit synthétique nullement comparable au caoutchouc naturel par sa composition, mais ayant des propriétés physiques et chimiques égales, et même supérieures, à certains points de vue, à celles du caoutchouc naturel. C'est le produit vendu aux Etats-Unis et maintenant en Europe sous le nom de *Duprène* ;

4° On peut enfin envisager la préparation de produits synthétiques n'ayant, au point de vue composition chimique, rien de commun avec le caoutchouc, mais qui, par certaines propriétés, comme par exemple leur élasticité, se rapprochent un peu du caoutchouc naturel et trouvent, comme succédanés de ce dernier, certaines applications industrielles. Nous citerons, parmi cette catégorie de produits, le *Thiokol*, qui est relativement peu élastique, mais qui, par contre, est beaucoup plus résistant à l'huile et à certains produits chimiques que le caoutchouc. Il est possible que, dans un avenir plus ou moins

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

éloigné, les efforts des chimistes se tournent, non pas vers la production d'un produit synthétique aussi proche que possible du caoutchouc naturel, mais plutôt vers la fabrication d'un produit peut-être chimiquement différent du caoutchouc, mais qui en aurait toutes les qualités et qui, par certaines de ses propriétés, pourrait même lui être considérablement supérieur.

La fabrication du caoutchouc synthétique en Allemagne

C'est au cours de l'automne 1909 que le docteur Fritz Hofmann et ses collaborateurs découvrirent, dans les laboratoires de l'usine de matières colorantes *F. Bayer und Co*, la possibilité de transformer l'hydrocarbure isoprène en une masse analogue au caoutchouc par simple chauffage, avec ou sans agents de polymérisation (1). D'autres méthodes furent décrites ultérieurement et, en particulier, les chimistes de la *Badische Anilin und Soda Fabrik* préparèrent un autre caoutchouc synthétique obtenu par la polymérisation du butadiène en présence de sodium métallique et de gaz carbonique.

C'est au moyen de ces deux modes de préparation de caoutchouc synthétique que les chimistes allemands, à la suite d'une collaboration étroite entre savants et techniciens, parvinrent à obtenir le caoutchouc synthétique nécessaire aux besoins des armées. Peu après la déclaration de la guerre, ce caoutchouc synthétique, étant encore très cher, fut mélangé au caoutchouc régénéré pour faire surtout des pneumatiques. Dans la dernière année de la guerre, il fallut en développer considérablement la fabrication et des mesures furent prises pour produire deux caoutchoucs qui furent, à cette époque, dénommés caoutchouc H et caoutchouc W (initiales des deux mots allemands : *hart*, qui signifie dur, et *weich*, qui signifie mou).

Ces deux caoutchoucs synthétiques possédaient des propriétés physiques profondément différentes. Le caoutchouc W, après vulcanisation, était analogue au cuir et, en particulier, beaucoup moins élastique que le caoutchouc naturel. Ce manque d'élasticité persista malgré toutes les améliorations apportées à la fabrication, et contribua à jeter le discrédit sur le caoutchouc synthétique. C'est, en particulier, aux très basses températures que le caoutchouc synthétique W manquait d'élasticité. On parvint d'ailleurs, par addition de certains produits organiques, à améliorer un peu le produit.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 146, page 121.

En ce qui concerne le caoutchouc H, le manque d'élasticité était moins grave, puisque l'ébonite ou caoutchouc durci, préparé en partant du caoutchouc naturel, n'a pas d'élasticité propre. Après vulcanisation, le caoutchouc H pouvait être facilement travaillé et poli ; il était suffisamment résistant au point de vue mécanique et supérieur même au caoutchouc naturel à certains points de vue, en particulier par sa résistance électrique. Il fut donc employé sur une très grande échelle pendant la guerre, en particulier pour la préparation des bacs d'accumulateurs.

Le caoutchouc W fut surtout utilisé pour la fabrication des pneumatiques, mais cette fabrication présenta de nombreuses difficultés, parce que, pour faire des pneumatiques et des chambres à air, il était nécessaire de dissoudre le caoutchouc dans certains solvants comme le benzène ou l'essence, et on obtenait alors des solutions qui étaient beaucoup moins collantes et beaucoup moins adhérentes que les solutions de caoutchouc naturel. De plus, ces solutions perdaient leur pouvoir collant très rapidement, de sorte qu'il fallait les utiliser dans un très court délai.

Pendant la guerre, ce n'est pas en partant de l'isoprène ou du butadiène que ces caoutchoucs synthétiques ont été préparés, mais en utilisant un homologue de ces produits : le diméthylbutadiène, d'où le nom de *méthyl-caoutchouc* donné parfois à ce caoutchouc synthétique.

On parvint ainsi à produire, en Allemagne, environ 150 tonnes de caoutchouc synthétique par mois, et cette production s'est élevée, au total, pour la période 1914-1918, à environ 2.350 tonnes.

Après la guerre, la fabrication industrielle du caoutchouc synthétique fut abandonnée. En effet, il était impossible à ce produit de concurrencer le caoutchouc naturel, par suite de son prix et de ses qualités encore inférieures. Mais cela ne veut pas dire que la question ait été abandonnée au point de vue scientifique et, depuis 1920, des progrès considérables ont été réalisés, en particulier dans le domaine de la préparation des matières premières : isoprène, butadiène et leurs homologues. On sait aujourd'hui préparer du butadiène de différentes façons : par le traitement de certaines fractions du pétrole ; directement par hydrogénation du charbon ou de l'oxyde de carbone, et, enfin, par déshydrogénation du butane qui, rappelons-le, est un gaz naturel s'échappant de certains puits de pétrole et qui est utilisé

en France pour l'alimentation des brûleurs des réchauds, dans les agglomérations ne disposant pas de gaz d'éclairage (1). Il s'écoulera certainement du temps avant que le caoutchouc synthétique puisse être produit à un prix inférieur au prix actuel du caout-

chouc synthétique. C'est le cas de l'Allemagne.

On assure que, dès à présent, des quantités importantes de caoutchouc synthétique sont utilisées par le centre caoutchoutier de

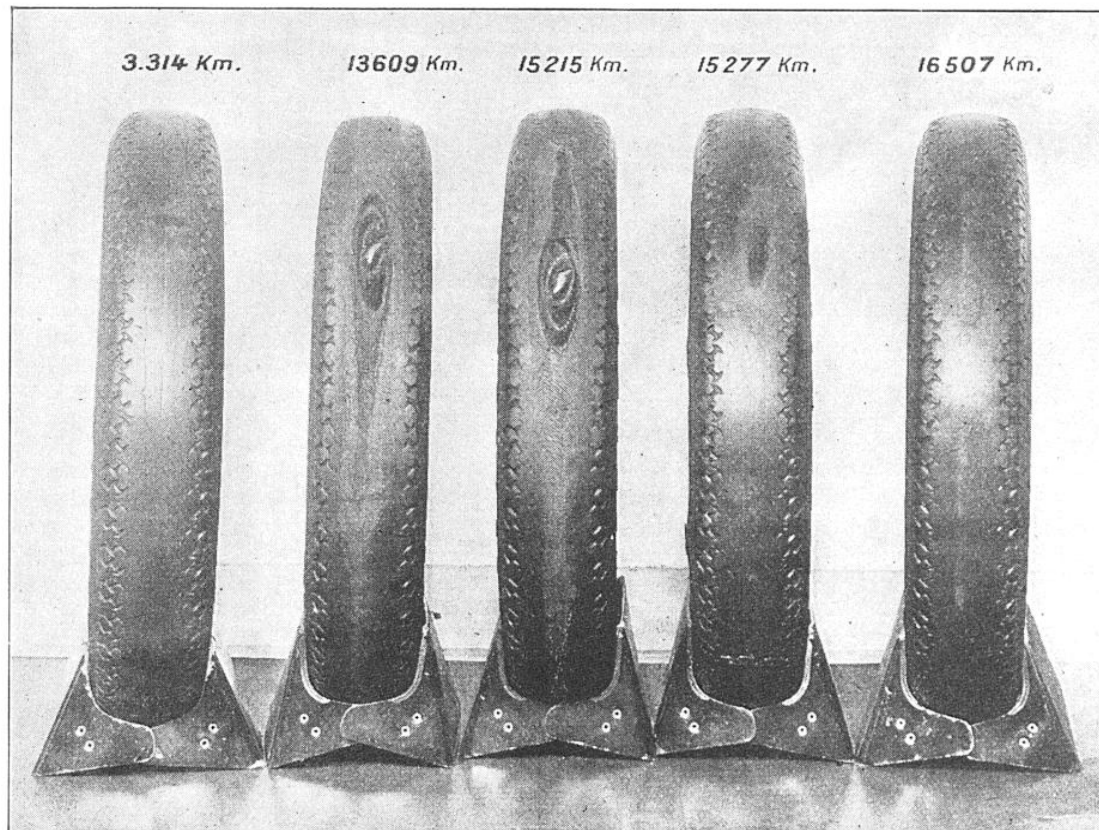


FIG. 2. — CES PNEUMATIQUES, FABRIQUÉS A PARTIR DU CAOUTCHOUC DE GUAYULE, ONT SUBI DES ESSAIS D'USURE SUR ROUTE PARTICULIÈREMENT SÉVÈRES

On voit au-dessus de chacun de ces pneus, gravement usés et endommagés, le nombre de kilomètres que chacun d'entre eux a parcourus. Il est difficile de comparer ces résultats d'une manière précise à ceux qui auraient pu être obtenus avec des pneumatiques ordinaires fabriqués à partir du caoutchouc d'hévéa ; mais on peut évaluer, à titre d'indication, à 25.000 kilomètres la « vie moyenne » de ces derniers à la même époque, c'est-à-dire en 1930. Les meilleurs des pneus en guayule donnaient donc 60 % de ce que peuvent donner les pneus ordinaires. Il semble aujourd'hui que de bien meilleurs résultats pourraient être obtenus avec des mélanges, en proportions convenables, de caoutchoucs de guayule et d'hévéa.

chouc naturel, mais le cours du caoutchouc naturel peut s'élever, on peut encore réaliser de nouveaux progrès dans la fabrication du caoutchouc synthétique : aussi l'équilibre de prix peut-il s'établir entre les deux produits.

Mais la question prix de la matière première n'est pas tout. Certains pays n'ayant pas de colonies, ou s'en trouvant séparés,

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

Hambourg, en particulier pour la fabrication de l'ébonite synthétique, qui, comme nous l'avons vu, peut se comparer très favorablement à l'ébonite naturelle.

Le docteur Schacht, président de la Reichsbank et ministre de l'Economie nationale allemande, a annoncé récemment que la fabrication du caoutchouc synthétique était une chose désormais existante en Allemagne. La société intéressée, l'I. G. Far-

benindustrie, se montre très discrète sur l'importance de la fabrication actuelle ; mais des techniciens hollandais, qui ont pu avoir récemment quelques indications, ont assuré que le caoutchouc synthétique allemand, quoique d'un prix supérieur de 60 à 80 % à celui du caoutchouc naturel, reste le meilleur marché de tous les caoutchoucs synthétiques fabriqués dans le monde.

Le caoutchouc de « guayule » aux Etats-Unis

C'est au début de l'année 1931 que fut inaugurée à Salinas, en Californie, l'usine d'extraction du caoutchouc contenu dans le *guayule*, créée par l'*American Rubber Producers Inc.* Cette nouvelle usine se trouve au centre de plantations de *guayule* qui couvraient, à cette époque, environ 2.800 hectares. Le *guayule* est un petit arbuste qui parvient à sa maturité en quatre ans, de sorte que, chaque année, 700 hectares de *guayule* pouvaient être récoltés et la plante envoyée à l'usine d'extraction. Cette usine, prévue pour une capacité de production d'environ 7.000 kilogrammes de caoutchouc par jour, a été construite en profitant des progrès réalisés dans quatre usines analogues qui sont la propriété d'une société affiliée et qui se trouvent au Mexique, la principale à Torreón.

Nous passerons rapidement sur la culture du *guayule*, pour laquelle les machines agricoles les plus modernes sont utilisées. Les arbustes, après coupage, sont tout d'abord séchés, puis ils sont dirigés dans des broyeurs et soumis à une destruction en présence d'un courant d'eau qui élimine les débris celluliques, les poussières et les parties terreuses entraînées lors de la récolte. Le broyeur détruit les cellules du cortex qui contient le caoutchouc, et ce dernier s'agglomère sous forme de petits grains de la grosseur d'un grain de blé.

A la sortie du moulin, la pulpe est donc lavée, diluée avec de l'eau fraîche et dirigée vers un réservoir de séparation, fonctionnant d'une façon automatique, dans lequel le caoutchouc, par suite de sa densité plus faible que celle de l'eau, est séparé. Le caoutchouc brut ainsi obtenu est alors dirigé vers un laveur, qui contient des boulets de plomb recouverts de caoutchouc dont le rôle est de faire subir un malaxage au caoutchouc de *guayule* et d'expulser ainsi l'eau qu'il contient, en même temps que les impuretés de toutes sortes. Après passage au séchoir, on recueille un caout-

chouc spongieux contenant environ 1 % d'humidité.

Ce caoutchouc est placé dans des caisses et est comprimé sous une pression d'environ 200 kg/centimètre carré, de façon à être transformé en blocs compacts qui sont expédiés sous cette forme aux usines consommatrices.

On voit donc, au point de vue purement technologique, que l'extraction de ce caoutchouc est une chose extrêmement simple et, surtout, permet de réduire au minimum la main-d'œuvre, à condition de disposer d'un outillage agricole tout à fait moderne : il convient donc bien aux Etats-Unis.

Jusqu'à présent, le caoutchouc extrait du *guayule* a été utilisé pour le gommage et le frictionnage des tissus « Cord » qui sont employés pour la fabrication des pneumatiques. Mais on envisage d'employer ce produit pour la fabrication des chambres à air, ainsi que pour celle des bandes de roulement pour pneumatiques ; dans ce cas, il jouerait le rôle de plastifiant. On estime que, pour ces applications seules, la consommation pourrait atteindre, aux Etats-Unis, 100 millions de pounds (45.000 tonnes), soit 10 % de la consommation totale du caoutchouc.

Au point de vue chimique comme au point de vue physique, le caoutchouc de *guayule* se comporte exactement comme le caoutchouc d'hévéa. Toutefois, au cours de l'extraction mécanique que nous venons de décrire, certaines des résines contenues dans la plante sont entraînées dans le caoutchouc, ce qui peut diminuer, à certains points de vue, ses qualités. Des méthodes ont été mises au point pour éliminer ces résines ; elles ont comme inconvénient de diminuer le rendement de l'opération, mais permettent d'obtenir un produit plus pur.

Le caoutchouc synthétique aux Etats-Unis

Dans le domaine du caoutchouc synthétique, les Américains ont préféré ne pas suivre d'une façon exacte la tendance allemande, c'est-à-dire réaliser un caoutchouc synthétique dont la composition chimique soit identique à celle du caoutchouc naturel ; ils ont cherché plutôt à obtenir un produit qui ne soit pas identique par sa constitution au caoutchouc naturel, mais qui, par son aspect, par ses qualités mécaniques, physiques et chimiques, soit égal, sinon supérieur à certains points de vue, au produit naturel.

C'est à l'assemblée annuelle de l'Association américaine de Chimie qu'a été annoncée

pour la première fois, en automne 1931, la découverte d'un nouveau caoutchouc synthétique auquel a été donné le nom de *Duprène*.

Sans vouloir entrer dans le détail de la préparation de ce produit, nous indiquerons qu'il est fabriqué en partant du carbure de calcium comme matière première, c'est-à-dire d'un produit qui peut être obtenu en quantité pratiquement illimitée, à condition qu'on puisse disposer du courant électrique à bon marché, puisque nos lecteurs savent que le carbure de calcium s'obtient au four électrique, en partant de chaux vive et de charbon. En utilisant ce carbure de calcium, on prépare de l'acétylène. Bien entendu, on n'utilise pas les petits appareils à acétylène qui sont aujourd'hui si répandus; mais on fait appel à des installations considérables qui permettent d'obtenir l'acétylène à bon compte, tout en assurant la récupération des sous-produits. Cet acétylène est polymérisé, puis on lui ajoute du gaz chlorhydrique, ce qui permet d'obtenir le chloroprène, qui est la base des différents types de caoutchouc synthétique qui sont aujourd'hui vendus sous le nom de *Duprène*.

On a constaté que, si on pousse la polymérisation du chloroprène très loin, on obtient un produit ayant l'aspect du caoutchouc vulcanisé, sans qu'il soit nécessaire d'ajouter du soufre au caoutchouc *Duprène*; au contraire, si on arrête la polymérisation à un stade intermédiaire, on obtient un produit ayant toutes les propriétés du caoutchouc non vulcanisé. Ce dernier peut alors être vulcanisé par addition de soufre, mais il suffit de le chauffer à une température modérée, de 110 à 130° C, et l'opération est très rapide. Dans certains cas même, la polymérisation peut s'effectuer sans soufre,

sous l'influence de la chaleur seule, ce qui différencie profondément ce caoutchouc synthétique des autres produits artificiels obtenus jusqu'ici.

Enfin, ajoutons que la polymérisation du chloroprène peut s'effectuer également en émulsion aqueuse. On obtient alors un latex synthétique ayant l'aspect du latex naturel vulcanisé, avec toutefois des particules plus petites (1).

Si on le compare au caoutchouc naturel, le *Duprène* est plus dense, plus résistant à

l'eau et moins perméable aux gaz que le caoutchouc naturel. Il résiste mieux à l'action de l'ozone, de l'oxygène et autres produits chimiques; il ne se ramollit pas lorsqu'on le chauffe, et durcit lentement si on le porte à une température élevée. Mais ce qui a fait son grand intérêt, c'est sa résistance surprenante aux huiles et aux solvants organiques tels que:

benzine, essence, etc. Il a la propriété, en effet, contrairement au caoutchouc naturel, de résister d'une façon parfaite à tous ces produits et, en particulier, il ne gonfle nullement lorsqu'on le plonge dans des solvants de ce genre. Ce n'est que vis-à-vis du tétrachlorure de carbone, qui est, rappelons-le, le liquide qui remplit les extincteurs d'incendie, que le *Duprène* n'est pas plus résistant que le caoutchouc naturel.

Ces remarquables propriétés expliquent pourquoi le *Duprène*, malgré son prix encore relativement élevé, trouve des applications de plus en plus importantes dans tous les cas où il présente, vis-à-vis du caoutchouc, des avantages incontestables: diaphragmes de pompes à essence, tuyaux et appareils divers pour la manutention des hydrocarbures, revêtements pour l'industrie des

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 34.



FIG. 3. — VOICI UNE INTÉRESSANTE APPLICATION, EN AMÉRIQUE, DU CAOUTCHOUC SYNTHÉTIQUE AU TRANSVASEMENT DES HYDROCARBURES

Le caoutchouc synthétique « Duprène » a la propriété de résister mieux que le caoutchouc d'hévéa à l'action corrosive de produits organiques tels que les hydrocarbures (essence, huiles lourdes), les huiles et graisses végétales ou animales. C'est pourquoi on l'emploie en Amérique pour la fabrication des tubes souples servant au transvasement de l'essence, tant pour le ravitaillement des pompes à essence que pour celui des automobiles.

huiles et corps gras, etc. Il est d'ailleurs possible que, devant le succès remporté par ce produit, on soit amené à le fabriquer sur une plus grande échelle et que l'agrandissement des installations entraîne une diminution sensible de son prix de revient.

Un succédané remarquable du caoutchouc synthétique : le « Thiokol »

Pour terminer l'étude des recherches entreprises aux Etats-Unis, quelques mots doivent être dit du *Thiokol*, qui n'est pas, à vrai dire, un caoutchouc synthétique, mais qui constitue un succédané remarquable de ce produit, en particulier pour des applications dans lesquelles on recherche également une grande résistance aux hydrocarbures et aux huiles.

Sous le nom de *Thiokol*, on comprend une série de produits de réaction des polysulfures d'oléfines. Cette substance, qui est fabriquée aux Etats-Unis, ressemble au caoutchouc crêpe ; elle possède une coloration ambrée clair ; elle est translucide, se travaille comme le caoutchouc et se vulcanise, en particulier, comme lui.

Il ne faut pas considérer le Thiokol comme une charge du caoutchouc, c'est-à-dire comme un produit que l'on ajouterait au caoutchouc pour diminuer son prix. On l'emploie lorsqu'il faut modifier dans un sens déterminé les caractéristiques du caoutchouc naturel, en particulier modifier sa flexibilité, son élasticité et surtout sa résistance aux hydrocarbures et aux huiles. Le Thiokol, en effet, comme le Duprène, possède la propriété de résister, d'une façon presque parfaite, à tous les solvants tels que : essence de pétrole, huile de paraffine, mazout, diluants pour vernis et peintures, etc. Il présente également une grande résistance à l'oxydation et au vieillissement, et possède des propriétés isolantes remarquables. C'est la raison pour laquelle on l'utilise pour la fabrication d'objets destinés à être placés au contact d'hydrocarbures et d'huiles et pour la construction des isolants électriques.

Par contre, le Thiokol a l'inconvénient d'émettre, surtout à chaud, une odeur peu agréable et, après vulcanisation, il faut refroidir les objets contenant du Thiokol sous pression, pour éviter qu'ils ne deviennent poreux.

Le Thiokol peut être employé seul ; mais, en règle générale, on l'additionne d'une petite proportion de caoutchouc. Sa résistance aux solvants n'est pas diminuée par la présence d'une proportion raisonnable de

ce produit, qui s'incorpore d'une façon complète dans le mélange. Le caoutchouc facilite l'incorporation des charges dans le Thiokol ainsi que le calandrage, et ce n'est que pour une proportion de ce produit supérieure à 20 % que l'on peut constater une diminution de la résistance du mélange aux hydrocarbures. Si, au contraire, la proportion de caoutchouc ne dépasse pas 5 %, et même 10 % dans certains cas, le mélange résiste parfaitement à l'essence, l'huile de graissage, le fuel oil, le pétrole lampant, etc. Nous avons vu que le Duprène ne résiste pas d'une façon parfaite aux solvants très puissants, tels que : benzol, tétrachlorure de carbone et liquides analogues. Le Thiokol, au contraire, contenant moins de 10 % de caoutchouc, résiste encore à ces produits.

Les plantes à caoutchouc russes

Les efforts des chercheurs russes se sont portés soit vers la préparation de caoutchouc en partant de plantes autres que l'hévéa et qui trouvent, dans certaines régions de la Russie, un climat favorable à leur développement, soit vers la préparation du caoutchouc de synthèse en partant de diverses matières premières abondantes en Russie.

La Science et la Vie, dans un précédent article (1), a déjà décrit la plante dénommée *tau-sagyz*, qui, jusqu'ici, a été principalement employée pour l'extraction du caoutchouc naturel en Russie. Rappelons que, comme pour le guayule aux Etats-Unis, le caoutchouc naturel de *tau-sagyz* n'est pas récolté en partant d'arbres en pleine force qui sont saignés périodiquement, sans être détruits, mais qu'il s'extraît après destruction complète des arbustes ou des plantes herbacées qui contiennent le caoutchouc. Dans ces conditions, l'extraction du caoutchouc devient une industrie tout à fait comparable à celle de la fabrication du sucre de canne, de l'amidon, etc.

En 1934, cinquième année des efforts réalisés en Russie pour l'extraction du caoutchouc de *tau-sagyz*, la production s'est élevée à 150 tonnes de caoutchouc. On estime qu'en 1937, c'est-à-dire après huit années seulement de travaux, la production atteindra 10.000 tonnes, la matière première étant fournie par la culture des plantes à caoutchouc sur plus de 200.000 hectares. Une simple comparaison de chiffres montre tout l'intérêt qu'il y a à faire appel à des plantes à croissance rapide, plutôt qu'à des arbres dont la vie moyenne est de vingt-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 197, page 393.

quatre années, pour obtenir du caoutchouc naturel. En effet, nous voyons qu'après huit ans d'efforts, la Russie pourra compter sur une production de 10.000 tonnes de caoutchouc, alors qu'en 1910, après vingt-neuf ans d'efforts considérables dans les régions tropicales, les plantations de caoutchouc d'hévéa ne purent produire au total que 8.200 tonnes.

Les trois points principaux sur lesquels les recherches des chimistes russes et des ingénieurs agronomes se portent actuellement sont :

1° Le choix des régions les plus favorables à la croissance des plantes à caoutchouc ;

2° L'étude de plantes nouvelles contenant du caoutchouc et susceptibles d'assurer un grand rendement ;

3° La molilication des ressources en graines de ces plantes.

En ce qui concerne les régions favorables à la culture du caoutchouc, le trust du caoutchouc *Kauchukonos* poursuit ses efforts dans onze régions différentes, situées dans le Kazakhstan, l'Asie centrale, l'Ukraine, le Caucase du Nord, la région de Moscou et la Crimée. Actuellement, la surface totale plantée se répartit comme suit : 1.546 hectares de tau-sagyz, 858 de kok-sagyz et 104 de krin-sagyz. En principe, chaque hectare devrait comprendre 85.000 arbustes ; mais, en réalité, le nombre d'arbustes plantés par hectare s'est élevé en moyenne à 12.000 dans le Turkestan et à seulement 400 dans le nord du Caucase. Ces résultats, inférieurs aux prévisions, sont principalement dus au manque de graines, à des connaissances incomplètes de la part des agriculteurs et à une insuffisance de mise au point des méthodes permettant de combattre les parasites.

En ce qui concerne les nouvelles plantes, nous venons de voir qu'à côté du tau-sagyz, on essaie de développer des plantations de kok-sagyz et de krin-sagyz. Le gouvernement soviétique compte beaucoup sur l'emploi de ces nouvelles plantes pour résoudre la question de la production du caoutchouc naturel, par suite de leur croissance rapide et de la facilité avec laquelle on peut les traiter en vue de l'extraction. Enfin, au point de vue de la récolte des graines, les difficultés restent nombreuses. En effet, les régions dans lesquelles on peut trouver les plantes à caoutchouc sauvages ont généralement un climat très instable, de sorte que la production est irrégulière ; les plantes sont plutôt rares et disséminées sur de grands espaces. Certains progrès ont été,

néanmoins, réalisés en 1934. En même temps, des efforts sont tentés en vue de mécaniser les procédés de récolte et de plantation, et on peut dire qu'en dépit de la complexité et de la difficulté de la culture des plantes à caoutchouc, des progrès énormes ont été réalisés. S'ils ne se manifestent pas par un développement rapide de la production, les bases fondamentales de cette culture et de cette industrie nouvelles ont été posées.

Quelques mots doivent être également dits de plantes moins importantes. Le *choudrilla* et le *kiendyr*, contenant 2 à 2,5 % de caoutchouc, se sont révélés insuffisamment intéressants pour en établir des plantations. Par contre, les plantations d'*euconie*, produisant la gutta-percha, ont été créées dans le Caucase. Cette plante, qui avait été importée il y a trente ou quarante ans de la Chine comme plante décorative, contient 2 à 2,5 % de gutta. Le trust du caoutchouc est parvenu à extraire, jusqu'ici, 5 tonnes d'un produit dont la qualité égale celle des meilleures guttas d'importation. Si le développement de cette industrie est encore lent, cela tient à ce que la gutta a été remplacée dans de nombreuses applications par le caoutchouc ; mais le produit naturel extrait en Russie permettra à ce pays de devenir prochainement entièrement indépendant des marchés extérieurs pour la gutta-percha.

Le caoutchouc synthétique en Russie

En 1932, dernière année du premier plan quinquennal, la consommation de l'U. R. S. S. en gomme brute s'est élevée à 35.000 tonnes provenant de l'étranger. En 1937, on prévoit, d'après le second plan quinquennal, que la consommation atteindra 90.000 tonnes, et il est nécessaire que pas une seule tonne de gomme brute ne soit importée. Nous venons de voir que les plantations de tau-sagyz doivent pouvoir assurer une production à cette date de 10.000 tonnes. On peut même espérer, si les conditions sont tout à fait favorables, que la production atteindra 20.000 tonnes. Devant cette insuffisance, l'U. R. S. S. a donc été dans l'obligation d'entreprendre la fabrication du caoutchouc synthétique, ainsi que la régénération du caoutchouc, et des usines ont été construites à Jaroslavl, Kazan, Léninegrad, Krassnodar et Voronesh, pour la fabrication du caoutchouc synthétique, et à Léninegrad, Moscou et Jaroslavl pour la régénération du vieux caoutchouc.

C'est en 1933 qu'a commencé en Russie la fabrication du caoutchouc synthétique ;

les usines actuellement existantes permettent la production annuelle de 15 à 20.000 tonnes de ce produit environ. Le caoutchouc synthétique obtenu par le procédé Lebedeff, dont nous parlerons plus loin, présente des qualités indiscutables, et il a servi, par exemple, à la confection de pneumatiques qui ont assuré un parcours de 27.000 kilomètres.

A l'heure actuelle, deux procédés sont à l'étude ou en cours d'application. Le premier est la fabrication du caoutchouc synthétique suivant la méthode qui est employée pour la préparation du Duprène aux Etats-Unis. Rappelons que la matière première en est l'acétylène.

L'étude en laboratoire de ce procédé est terminée, et une usine est en construction à Léninegrad pour la fabrication de ce caoutchouc synthétique qui portera le nom de *Sovprène*. Ce qui a retardé jusqu'ici le développement de cette fabrication, c'est qu'il faut créer de toutes pièces en Russie une industrie du carbure de calcium, point de départ pour la fabrication de l'acétylène. On compte, en effet, que pour obtenir par an 50 à 60.000 tonnes de Sovprène, il faudra produire 300 à 360.000 tonnes de carbure de calcium. La production de ce dernier produit n'a pas dépassé 50.000 tonnes en 1932.

La fabrication du caoutchouc synthétique par polymérisation du butadiène est beaucoup plus avancée. Toutefois, contrairement à ce qui s'est passé en Allemagne pendant la guerre, le mode de polymérisation repose, d'après le procédé Lebedeff, sur l'emploi du sodium métallique. La fabrication de ce butadiène est assurée par deux procédés :

1^o Emploi du pétrole brut dont certaines fractions donnent, par pyrogénéation, des proportions variables de butadiène ;

2^o Emploi de l'alcool de pommes de terre. C'est ce dernier procédé qui est le plus étudié et, dans la pratique, l'amidon de pommes de terre est, tout d'abord, trans-

formé en alcool éthylique, ce dernier en acétaldéhyde, et enfin, par combinaison de l'alcool éthylique et de l'acétaldéhyde en présence d'aluminium comme catalyseur, on obtient le butadiène.

Ce caoutchouc synthétique, qui, en Russie soviétique, est dénommé S. K., est produit aujourd'hui dans trois usines : l'usine S. K.-1 à Jaroslavl, l'usine S. K.-2 à Voronesh et l'usine S. K.-3, en marche depuis le mois de septembre 1933, à Yemetrov.

Ce caoutchouc est encore loin d'être parfait, et même on a observé que, suivant l'usine dont il provient, il possède des qualités différentes. On a, par exemple, constaté qu'il contient encore du sodium métallique, qu'il devient cassant au magasinage, etc. A la fin de 1933, la production atteignait 4.000 tonnes par trimestre ; on estime qu'en fin 1934, cette production a dû atteindre et même dépasser 7.000 tonnes par trimestre.

Ainsi nous voyons donc trois grands pays industriels, les Etats-Unis, l'Allemagne et la Russie soviétique, être parvenus, tout au moins en partie, à se libérer de l'étranger pour leurs besoins en caoutchouc. En France, rien n'a été fait, et on se contente d'importer le caoutchouc nécessaire aux besoins de l'industrie française soit de l'Indochine, soit des plantations néerlandaises ou malaisiennes. Il est vrai que la France n'est pas poussée par la nécessité à créer une industrie du caoutchouc synthétique ; sa situation financière lui permet de se procurer toutes les matières premières dont elle a besoin. On peut, toutefois, regretter que des efforts ne soient pas réalisés dans ce domaine, afin de prévoir une situation où nous pourrions être privés de ces matières étrangères, d'autant plus qu'il semble aujourd'hui établi que certaines qualités de caoutchouc synthétique présentent, par rapport au caoutchouc naturel, des propriétés incontestablement supérieures.

G. GÉNIN.

Quand on compare la situation économique et financière des Etats-Unis à celle des nations européennes, par exemple, on perd parfois de vue ce fait : actuellement, l'Amérique produit plus de 40 % (en moyenne) des matières premières dans le monde. Elle fabrique dans une proportion à peu près égale la plupart des produits manufacturés dans l'univers. Ceux nécessaires à sa consommation intérieure représentent 90 % de cette immense production ; 10 % seulement sont donc exportés à l'étranger. Ainsi les Etats-Unis ne constituent pas une nation exportatrice au même titre que les grands pays industriels d'Europe — tels que l'Angleterre, l'Allemagne, la France, par exemple — qui ont besoin, pour prospérer, des débouchés des différents pays du globe qui consomment les objets manufacturés par la vieille Europe.



PRENONS L'ÉCOUTE

LE PROBLÈME DE L'ACIER ET L'ÉCONOMIE ITALIENNE

On sait que les ressources minières de l'Italie en minerai de fer sont insuffisantes pour assurer le ravitaillement normal de son industrie sidérurgique.

Prévoyant son entrée en campagne prochaine et la mise en vigueur des sanctions économiques, l'Italie s'est appliquée, au cours de l'année 1935, non seulement à développer la production sur son propre territoire, mais encore à accroître ses importations de ferrailles, riblons et produits demi-finis pour constituer ses réserves de guerre. C'est ainsi que, pendant le premier semestre de 1935, les importations de ferrailles et produits bruts ont atteint 453.600 tonnes, en augmentation de plus de 20 % par rapport au premier semestre de 1934 (la France a fourni environ 40 % du total) ; pour ces mêmes périodes, les importations de produits demi-finis ont plus que doublé.

La production sidérurgique italienne, d'après les dernières statistiques, représente par an environ 1.800 millions de tonnes, alors que celle de la fonte, à partir de minerais indigènes, ne dépasse guère 500.000 tonnes. Le complément doit être importé de l'étranger. Ces chiffres expliquent que le gouvernement italien se soit peu soucié de l'embargo sur les armes que l'industrie italienne peut fort bien fabriquer elle-même, alors qu'une interdiction d'importation de minerai de fer et de ferrailles entraînerait pour l'Italie les plus graves conséquences.

SINGAPOUR, BASE NAVALE DE L'ANGLETERRE EN EXTRÊME-ORIENT

Singapour et le détroit de Malacca jouent, en Extrême-Orient, un rôle analogue à celui d'Alexandrie et du canal de Suez, ou de Gibraltar et du détroit du même nom, aux deux extrémités de la Méditerranée. La route des Indes, d'importance vitale pour l'Empire britannique, se prolonge, à travers le détroit de Malacca, d'une part vers la Chine, d'autre part vers l'Australie et la Nouvelle-Zélande. Ces deux Dominions, lors de la Conférence impériale de 1921, mirent en évidence le rôle que l'Extrême-Orient était appelé à jouer dans la politique mondiale et insistèrent sur la nécessité, pour l'Empire britannique, de disposer, près du Pacifique, d'une base navale fortifiée de premier ordre. Aussi, l'Amirauté anglaise vient d'achever les travaux de fortification de Singapour, qui auront duré sept ans et coûté 30 millions de livres. Le port lui-même possède un dock flottant capable de recevoir des bâtiments de ligne jusqu'à 50.000 tonnes. On sait que ce dock a été remorqué depuis l'estuaire de la Tyne, en Grande-Bretagne, jusqu'à Singapour, et que cette opération délicate a demandé trois mois. Les bâtiments du port, les chantiers maritimes et les ateliers de l'aéronautique couvrent 1.350 hectares. Le terrain d'atterrissage, avec ses hangars souterrains, occupe 300 hectares. La station de T. S. F. assure les communications avec Sidney (Nouvelle-Galles du Sud), Port-Darwin, en Australie du Nord, et Londres. La région environnante a été fortifiée et abrite des batteries anti-aériennes et de l'artillerie de côte.

Singapour serait donc aujourd'hui capable de résister à l'attaque d'une grande

puissance comme le Japon. Cette base constitue, avec celles de Hongkong et de Port-Darwin, les sommets d'un vaste triangle stratégique, sur lequel repose, en quelque sorte, la puissance britannique en Extrême-Orient.

VERS LE PILOTAGE ET LE GUIDAGE AUTOMATIQUES DES AVIONS

En Allemagne et aux Etats-Unis, d'intéressantes expériences se poursuivent pour réaliser le pilotage automatique des avions de bombardement comme des avions de transport. Nous comptons développer ici ce captivant sujet au cours de cette année. Pour l'instant, nous nous contenterons de signaler que la Société américaine *Sperry Gyroscope* vient de mettre au point un dispositif — combinaison de l'appareil pilote gyroscopique et du stabilisateur de direction — qui permet à un avion abandonné à lui-même de se diriger automatiquement sur le radiophare (1) de l'aéroport vers lequel il s'achemine. L'atterrissage est également automatique, grâce à un système fort ingénieux utilisant un poste émetteur de radio situé sur l'aéroport et qui assure le guidage en profondeur de l'appareil en vol. Cette courte information suffit à appeler l'attention de nos lecteurs sur l'opportunité d'entreprendre en France des recherches comparables pour aboutir à des solutions pratiques. De leur côté, les Allemands achèvent les essais du système Siemens — combinaison du radiocompas « Telefunken » et du radiophare « Lorenz » (2) — qui a donné déjà des résultats assez encourageants.

Parallèlement à ce problème passionnant du *pilotage* automatique, il s'en pose un autre aussi attrayant : c'est celui du *guidage* automatique par ondes hertziennes, que nos collaborateurs ont eu déjà l'occasion d'étudier tout récemment. Supposons un avion de bombardement qui doit être guidé jusqu'à la verticale de l'objectif à détruire. Evidemment, l'ennemi n'aura pas à nous fournir le radiophare, comme dans le cas précédent. Dans ce cas, on utilise deux radiocompas montés sur l'avion militaire ; chacun d'eux sera accordé avec un radiophare situé en dehors de la zone ennemie. Combiné avec une boussole, ce dispositif actionnera un servo-moteur de direction de telle façon que celui-ci maintiendra *automatiquement* le cap de l'avion en direction de l'objectif à bombarder. Dans ces conditions, le commandant de bord de l'avion — connaissant à l'avance les angles que devraient indiquer les radiocompas et la boussole au moment où l'avion bombardier sera à la verticale de l'objectif — sera dès lors averti qu'il se trouve précisément à la verticale de l'objectif visé. Ces nouveaux procédés sont susceptibles de transformer les conditions de navigation aérienne en permettant aux avions de se maintenir au sein des nuages.

PRODUCTION "RECORD" DU PÉTROLE EN 1935

La production de pétrole dans le monde a atteint, en 1935, son chiffre le plus élevé, supérieur même à celui de l'année 1929. D'après la *Cities Service Cy*, on aurait extrait ainsi un total de 1.669 millions de barils (3). Cette augmentation intéresse surtout les Etats-Unis, et aussi le Venezuela, pour une part importante. La mise en exploitation des champs pétrolifères de l'Irak entre également en ligne de compte. Voici dans quel ordre se rangent les principaux pays producteurs en 1935 : Etats-Unis, 1.020 millions de barils ; U. R. S. S., 169 millions ; Venezuela, 150 millions ; Perse, 52 millions ; Indes néerlandaises, 45 millions ; Mexique, 41 millions. L'Irak a produit, en 1935, 25 millions de barils contre 7 millions seulement en 1934.

LES DISTRIBUTEURS DE PÉTROLE DANS LE MONDE

La lutte pour le pétrole, dont *La Science et la Vie* a entretenu ses lecteurs (4), apparaît à nouveau — sous une autre forme — au premier plan de l'actualité. Les quelque 200 millions de tonnes de pétrole produits annuellement dans le monde proviennent :

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 203, p. 428. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 218, p. 124. — (3) Un baril de pétrole brut représente environ 1/7^e de tonne. — (4) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, p. 57

1° des Etats-Unis (contrôlant Venezuela et Mexique) ; 2° de la Grande-Bretagne (possesseur des gisements de l'Inde, de Mossoul et intéressée dans ceux du Mexique, de la Malaisie) ; 3° l'U. R. S. S. (bassin de la mer Noire). En dehors de ces trois puissances, il y a encore trois nations de moindre importance détenteurs de naphte : Perse, Roumanie, Pologne. Tous les autres pays sont des consommateurs. La France possède bien 25 % des pétroles de l'Irak, mais qu'est-ce que cet appoint par rapport aux 6 millions de tonnes qui lui sont nécessaires ? Quant à l'Italie, elle est dépourvue de pétrole (seule l'Albanie, placée sous son influence, peut lui apporter quelques centaines de milliers de tonnes). Or, il lui en faut, en temps normal, environ 2 millions de tonnes ; depuis sa campagne africaine, ce tonnage est plus que doublé ! Londres, Moscou, Washington sont donc les arbitres dans la distribution du pétrole à travers le monde. Tant qu'il en sera ainsi, l'indépendance de certaines nations ne sera qu'un vain mot. Mais il se pourrait que, dans un avenir pas très éloigné, les peuples dépourvus de ressources pétrolières parviennent à se libérer en fabriquant leurs carburants de synthèse et en utilisant le gaz de leurs forêts pour leur locomotion mécanique, en temps de paix comme en temps de guerre.

LA CALORIE SOLIDE SE DÉFEND CONTRE LA CALORIE LIQUIDE

Les combustibles solides s'efforcent de réaliser sans cesse des progrès économiques et techniques pour lutter contre les combustibles liquides. Les premiers sont, pour la plupart, d'origine nationale ; les seconds, en grande partie, d'importation étrangère. Aussi, grâce aux recherches scientifiques, on constate aujourd'hui que le rendement thermique a été notablement amélioré au cours de ces dernières années : avant 1900, il fallait, dans une centrale électrique, 2.500 grammes de bon charbon pour produire 1 kWh ; en 1936, il n'en faut plus que 500 grammes. Précédemment, on négligeait la chaleur des gaz perdus ; maintenant, on les récupère et on les utilise également comme combustible (fours à coke). On a reconnu aussi que le problème des fumées ne dépendait pas du combustible, mais bien de la combustion. C'est dans ce domaine que la chauffe a enregistré des résultats appréciables, grâce aux études concernant les conditions optima à réaliser entre comburant et combustible. Autrement dit, on est parvenu à tirer de la calorie solide tout ce qu'elle peut donner. Pour ces raisons, la calorie liquide ne saurait donc se considérer comme à l'abri de toute concurrence : la houille a, pendant près d'un siècle, bénéficié d'un quasi-monopole de fait pour la production de l'énergie ; les combustibles nouveaux venus ont, en effet, entamé ce monopole, mais il n'en demeure pas moins que le charbon intervient encore dans la production totale de l'énergie en Europe pour près des 9/10^e ! Enfin, ne perdons pas de vue que l'essence synthétique, elle aussi, sera industriellement préparée à partir de la houille et du lignite (1), et ce n'est pas là l'une des moindres applications de la chimie du charbon (2).

LA VALORISATION DES COMBUSTIBLES MÉNAGERS

Il ne faut pas oublier qu'en dépit des carburants liquides et autres sources d'énergie, le charbon représente en France plus de 80 % de la production totale de cette énergie. Pour lutter contre les concurrences qui s'affirment, les houillères françaises ont perfectionné non seulement les procédés d'utilisation du charbon (rendement thermique, automaticité, pulvérisation, etc.), mais encore ont su « valoriser » les combustibles destinés au chauffage domestique et aux usages industriels. C'est ainsi que, non seulement on a mis au point les moyens d'utilisation des charbons « inférieurs », mais, de plus, on est parvenu à transformer en combustibles à

(1) Voir les procédés de synthèse décrits dans *La Science et la Vie*, n° 209, page 359.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 179, page 397.

pouvoir calorifique élevé certains charbons, grâce à un traitement approprié (procédés de distillation et de carbonisation à basse température).

C'est ainsi qu'on a, depuis peu, obtenu ces « semi-cokes » qui, sous des dénominations commerciales variées, sont présentés actuellement pour le chauffage domestique au grand public, qui ne se rend pas toujours compte des avantages ainsi offerts, par suite de l'absence d'une propagande technique bien appropriée et suffisamment démonstrative.

LA CULTURE DES ARBRES FRUITIERS EN AMÉRIQUE

Les méthodes de production et de vente des fruits, aux Etats-Unis, pourraient, à bien des égards, servir de modèles aux agriculteurs de notre pays. Malgré des conditions naturelles souvent moins favorables que les nôtres, les Américains parviennent à produire en quantité des fruits impeccables, dont la « standardisation » est une garantie pour l'acheteur. Chez nous, les expéditeurs comprennent mal leurs intérêts, recourent encore trop souvent au « fardage » des colis, pratique déloyale qui justifie la désaffection de la clientèle étrangère.

La lutte contre les parasites (1), particulièrement nombreux et nuisibles aux Etats-Unis, s'appuie sur une législation très stricte, qui interdit, notamment, la circulation des fruits contaminés et rend parfois obligatoires certaines mesures draconiennes de défense, telles que la destruction de la récolte.

Comme a pu le constater M. Serge Héranger, au cours d'une récente mission en Amérique, la culture du pommier y atteint un degré de perfection comparable à celui de la culture de la vigne en France. L'emploi des produits insecticides et anticryptogamiques y est général. Dans les grandes exploitations même, des réseaux de canalisations fixes répartissent la « bouillie » sous pression dans tout le verger, et on peut alors la répandre sans peine et rapidement à l'aide de lances pulvérisatrices. Signalons encore, à côté d'une méthode particulièrement efficace d'élague, qui permet à l'arbre d'acquiescer son développement maximum, la pratique généralisée des « engrais verts ». Ce sont des prairies naturelles, que l'on fauche sans les récolter jamais et qui fournissent ainsi au sol du verger un humus riche en matières azotées.

En 1934, les importations de pommes américaines en France ont atteint 267.000 quintaux, et celles des poires 81.000 quintaux. C'est beaucoup trop pour un pays comme la France, renommé depuis toujours pour la qualité de sa production et la fertilité de ses vergers. Cela tient au manque de discipline et de méthode de la part de nos producteurs, sans omettre la routine.

POUR QUE NE MEURE PAS LA FORÊT FRANÇAISE

La Science et la Vie a, depuis longtemps déjà (1), signalé l'importance capitale que présente pour l'économie nationale l'utilisation du gaz des forêts. Non seulement il y va de l'intérêt de nos industries des bois (mévente croissante), mais encore de l'indépendance de notre ravitaillement en carburants en cas de guerre. Lors d'un voyage récent dans les Landes, nous avons constaté avec stupeur que le bois (pin, sapin, etc.) n'atteignait pas, par rapport à 1914, le coefficient 1, comme prix de vente actuel ! Pendant ce temps, les bois de papeterie importés de l'étranger entrent en France en acquittant seulement la taxe dérisoire de 0,2 % de leur valeur ! Et cela sans contingentements ! Il en est, du reste, de même pour les bois introduits sous forme de *pâtes* à papier. Le résultat, le voici : bon an mal an, 1.500.000 tonnes de bois « papetiers » étrangers sont vendus à la France (qui les paye en or), alors que notre bois national intervient pour moins de 150.000 tonnes. Notre pays, à lui seul, pourrait fournir près de 1 million de tonnes (800.000 sont indispensables annuellement) d'excellents bois convenant à la fabrication des papiers (pin, sapin, tremble, châtaignier, épicéa, etc.). Or, nos usines à base de cellulose fonctionnent pendant ce

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 220, page 324. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 503.

temps au ralenti et la production forestière est en chômage. Qu'attend le gouvernement pour protéger producteurs et industriels en établissant des droits de douane comparables à ceux qui frappent, à nos frontières, les bois en grumes, les sciages, les poteaux qui, en outre, sont contingentés. De telles mesures non seulement atténueraient la mévente des bois « papetiers », mais encore auraient une répercussion heureuse sur les prix de vente des papiers pour le plus grand bien de l'édition française (livres et périodiques), qui paye son papier trop cher.

LE MONDE CONSOMME PLUS QUE JAMAIS DE PAPIER JOURNAL

Périodiquement, mais irrégulièrement, la revue *Paper Maker* publie l'état de la consommation du papier « journal » dans le monde. Depuis 1927, nous n'avions pas vu de statistique sérieuse à ce sujet. Voici celle qui vient de paraître pour 1934 :

L'Angleterre vient en tête avec 26 kg par habitant, alors qu'elle consommait moins de 17 kg en 1927. Puis, dans l'ordre décroissant de consommation, nous trouvons les Etats-Unis d'Amérique, 21 kg 750 (en diminution de 4 kg 500 par rapport à 1927) ; l'Australie, 19 kg environ ; l'Argentine, 12 kg environ ; la Hollande, un peu plus de 11 kg ; la France 8 kg 60 (au lieu de 5 kg environ en 1927) ; la Scandinavie, 8 kg environ ; le Japon, 5 kg ; l'Allemagne, 3 kg 25 ; l'Italie, moins de 2 kg ; l'U.R.S.S., moins de 1 kg (sous toute réserve).

POUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA TRACTION MÉCANIQUE A GAZOGÈNE

Il importe de signaler — une fois de plus — le péril qui menace la forêt française. Pour contribuer à atténuer la mévente désastreuse de nos bois nationaux, tout en ménageant les intérêts de notre balance commerciale et de notre défense nationale, il est temps de développer en France les applications des gazogènes (à bois, ou mieux à charbon de bois) à la traction mécanique. Qu'on se souvienne de ce que nous avons déjà affirmé ici (1) : 6 kilogrammes de charbon de bois équivalent à peu près à 5 litres d'essence importée !

Récemment, des expériences concluantes ont convaincu les plus indifférents : un camion (8 tonnes) fonctionnant au gaz de bois consomme moins de 18 francs pour 100 kilomètres parcourus, alors qu'il dépenserait en essence 80 francs environ, et plus de 35 francs environ avec un moteur à huile lourde. Les consommations respectives étaient de 32 litres d'essence et de 25 litres de gas-oil. Or, pour alimenter le gazogène à bois du camion précité, il faut 50 kilogrammes environ d'un combustible solide qui coûte à peine 350 francs la tonne. Il va de soi que tout un programme d'exploitation forestière devrait être établi pour fournir, en quantité suffisante, le combustible solide nécessaire à la traction mécanique à gazogène et organiser un service de distribution en installant sur les routes des points de ravitaillement appropriés à la circulation routière.

LES ARMÉES POURRONT ÊTRE VRAIMENT MOTORISÉES QUAND ELLES POURRONT SE PASSER DE PÉTROLE

La motorisation des armées est conditionnée par la possibilité de s'approvisionner en combustible pour la traction mécanique. Les pays dépourvus de carburants liquides ont donc intérêt à se procurer sur leur propre sol un combustible susceptible d'être employé dans les gazogènes, par exemple. C'est ainsi que l'armée suisse met au point actuellement des gazogènes d'origine française, qui emploieront le charbon de bois des forêts si abondantes de l'Helvétie. Il est évident que les oligarchies pétrolières voient d'un très mauvais œil tous ces carburants de remplacement, — nationaux ou non, — qui ne sont que des « ersatz » de l'essence. Les détenteurs du précieux

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 374.

naphte se demandent même si un jour le moteur à explosion ou à combustion interne ne parviendra pas à s'affranchir de cette source d'énergie internationale que constitue le pétrole ; mais cette révolution est encore lointaine.

TOKYO AUSSI VA AVOIR UN VASTE " MÉTRO "

Le gouvernement japonais vient d'approuver le programme des travaux du réseau métropolitain de Tokyo, qui mesurera au total 64 kilomètres de long. La première ligne, de 13 kilomètres, a été entreprise dès 1925, et est actuellement ouverte au public sur 8 kilomètres, soit 10 stations. Le tunnel est à double voie et les stations mesurent 90 mètres de longueur. Les trains de cinq voitures se succèdent à l'intervalle de 90 secondes, grâce à un système très perfectionné de signalisation automatique. Nous sommes loin de cette cadence à Paris. Rappelons que les villes dotées d'un chemin de fer métropolitain sont, dans le monde : Paris, 145 km (1) ; Londres, 366 km ; Berlin, 76 km ; Moscou, 12 km sur 80 prévus (2) ; New-York, 432 km ; Buenos-Aires, 8 km 5 ; et maintenant, Tokyo (qui en aura 64 km).

COMMENT ON FABRIQUE LA LAINE ARTIFICIELLE A PARTIR DU LAIT

Avant la mise en vigueur des sanctions économiques, l'Italie importait, par an, une moyenne de 30.000 tonnes de laine propre au tissage. Grâce à un procédé mis au point par l'ingénieur Antonio Ferretti, il sera possible, dans un avenir assez rapproché, de subvenir entièrement aux besoins de la péninsule, en substituant au textile naturel une laine artificielle comparable — au point de vue de l'aspect, de la résistance, du pouvoir isolant, de l'aptitude à la teinture — au produit naturel.

D'après M. Georges Ray, de l'Institut international d'Agriculture de Rome, l'extension de cette fabrication serait susceptible de modifier sensiblement l'économie agricole italienne, puisque le lait (babeurre) en constitue la matière première. Un hectolitre de lait écrémé donnerait ainsi 3 kilogrammes de laine artificielle. Pour libérer l'Italie des importations de laine étrangère, il faudrait 10 millions d'hectolitres, alors qu'elle n'en produit que 4 millions au maximum. Il faudrait donc développer l'élevage d'environ 450.000 vaches de plus, soit le cinquième du troupeau bovin actuel. Quant au beurre, qui deviendrait alors un résidu de fabrication, il trouverait aisément un débouché dans l'alimentation pour remplacer l'huile d'olive importée de notre Afrique du Nord (Tunisie).

C'est dans la région de Milan qu'a été réalisée la première exploitation industrielle : au centre de ramassage, la caséine du lait est coagulée (acide sulfurique), lavée, pressée et séchée. Les usines de la *Snia Viscosa*, à Cesano Maderno, traitent alors les « flocons » de caséine ainsi obtenus et les transforment en fibres textiles.

La caséine extraite du lait a déjà reçu de nombreuses applications : elle sert notamment à préparer la galalithe, les peintures, les colles, etc.

LES PNEUMATIQUES ARTIFICIELS EN U. R. S. S.

La Science et la Vie a signalé (3) la première la mise au point en U. R. S. S. de la fabrication synthétique du caoutchouc, afin de se libérer des importations de la gomme tropicale. Les résultats sont assez encourageants ; en 1934, cette industrie a fourni plus de 11.000 tonnes ; en 1935, elle dépasse déjà 20.000 tonnes. Le rendement du procédé s'est, en outre, amélioré de plus de 30 %. Enfin, rappelons que les enveloppes en caoutchouc artificiel présentent une résistance d'usure comparable à celle des pneumatiques américains, qui sont, comme on le sait, réputés comme les meilleurs.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 135, page 177. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 251. —

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 197, page 395, et dans ce numéro page 115.

VERS LA CARBURATION SANS CARBURATEUR

Par Jean MARCHAND

INGÉNIEUR I. E. G. — LICENCIÉ ÈS SCIENCES

L'emploi du carburateur, surtout en aviation, présente certains inconvénients : le givrage (1) (dépôt de glace) qui, en troublant la régularité de la carburation et gênant la manœuvre du papillon d'admission, compromet la sécurité ; le retour de flamme, qui peut provoquer l'incendie. Aussi, depuis déjà longtemps, les techniciens de la carburation cherchent-ils à introduire directement le mélange combustible et air dans les cylindres moteurs. Voici l'un des dispositifs les plus ingénieux imaginé par l'ingénieur Lauret. Il consiste à assurer automatiquement le réglage de la quantité de carburant introduit en fonction de l'admission d'air. Dans ces conditions, lorsque l'avion s'élève, la diminution de densité de l'air modifie automatiquement le volume d'essence injecté, afin de maintenir la carburation au taux optimum. Le même phénomène se produit quand le pilote fait varier le régime du moteur en agissant uniquement sur l'admission d'air. Un tel dispositif améliore, en outre, le rendement du moteur ; il constitue un progrès certain sur les procédés utilisés, notamment en Amérique, où le réglage de la carburation s'effectue à la main, ce qui constitue, évidemment, une opération délicate beaucoup moins pratique que l'automatisme réalisé — avec succès — par l'inventeur français.

LE fonctionnement d'un moteur à explosions est fondé, on le sait, sur la combustion quasi instantanée (explosion) d'un combustible liquide, la pression et la détente des gaz qui résultent de cette combustion fournissant, sur la tête des pistons, l'énergie nécessaire à la propulsion. Or, toute combustion suppose deux facteurs essentiels : le combustible (matière qui brûle) et le comburant, qui apporte la quantité d'oxygène nécessaire à cette réaction chimique. Dans les moteurs, le combustible est constitué par l'essence (carburant), et le comburant par l'oxygène de l'air atmosphérique. Il est donc indispensable d'admettre, dans la chambre d'explosion, un mélange convenablement dosé des deux facteurs : essence et air. De plus, ce mélange doit être aussi intime que possible. C'est le rôle du carburateur de délivrer par son gicleur un jet d'essence finement pulvérisée qui se mélange à l'air aspiré par le moteur. Cet air est dit alors carburé, c'est-à-dire qu'il tient en suspension les fines gouttelettes d'essence.

Le carburateur est un appareil bien connu, dont la mise au point n'est plus à faire. Cependant, il présente, notamment sur les avions, certains inconvénients, qui se traduisent immédiatement par des dangers plus ou moins graves, dont certains, d'ailleurs, peuvent être aujourd'hui évités. Ce sont,

notamment, le givrage (dépôt de glace) dont nous avons parlé (1) et le retour de flamme.

La suppression du carburateur accroît la sécurité de la locomotion aérienne

Le givrage, ou dépôt de glace, trouble la régularité de la carburation, la glace formée obstruant le passage de l'air. Il constitue aussi une gêne dans la manœuvre du papillon d'admission, quand celui-ci s'est recouvert de glace. Le pilote ne peut alors maintenir correctement le vol de l'avion. On sait que l'on remédie à cet inconvénient par le réchauffage du carburateur et de la tuyauterie d'admission au moyen soit des gaz d'échappement, soit de l'eau de refroidissement du moteur, soit de l'huile de graissage. Supprimer le carburateur annulerait donc, du même fait, le danger du givrage.

Le retour de flamme de la chambre d'explosion vers le carburateur constitue un danger non moins grave, puisqu'il est la cause de l'incendie dont de trop nombreux aviateurs ont été victimes. L'absence de carburateur supprimerait également ce danger.

D'ailleurs, les recherches concernant l'emploi du Diesel en aviation, recherches qui ont déjà abouti à d'intéressantes réalisations (2), ne doivent-elles pas donner à l'avion une plus grande sécurité, par suite,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 411.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 233.

à la fois, du combustible employé, moins volatil que l'essence, et de la suppression du carburateur ?

Dans le même ordre d'idées, on a pensé que l'injection mécanique de l'essence dans un moteur, au moyen d'une pompe, devait être susceptible d'écarter les dangers du carburateur. Ce problème, dont l'idée remonte déjà à plus de vingt-cinq ans, est, d'ailleurs, très difficile à résoudre. En effet, il faut que l'injection mécanique assure automatiquement la carburation exacte de l'air. Or, celle-ci doit varier avec l'altitude à laquelle évolue l'avion, puisque la densité de l'air ambiant est elle-même variable. On sait que cet automatisme est depuis longtemps réalisé, en automobile, par le carburateur.

Enfin, le moteur d'avion doit fonctionner dans toutes les positions, notamment pendant les loopings, tonneaux, vols sur le dos, piqués, etc. Le flotteur du carburateur, qui assure le niveau constant de l'essence, ne peut, dans ces conditions, donner des résultats précis. Ici encore, l'injection mécanique par pompe semble nous réserver une solution sûre.

Les recherches effectuées pour l'alimentation du moteur d'avion par pompe d'injection d'essence

Nous l'avons signalé, l'idée de l'alimentation du moteur d'avion sans carburateur n'est pas nouvelle. Déjà, en 1908, le moteur « Antoinette » était équipé d'une installation de ce genre, qui donna, à l'époque, des résultats intéressants, bien qu'elle nous paraisse aujourd'hui incomplète, notamment en ce qui concerne le réglage automatique de la carburation de l'air. La question fut

reprise, en France, après 1918, par des spécialistes du moteur d'avion (Renault, Hispano), sans, toutefois, aboutir à une solution définitive. On se servit également de pompes pour les moteurs Diesel, en mélangeant 20 % d'huile dans le combustible.

En Amérique, les services de l'« Army Air Corps » se sont préoccupés aussi de cette question. Après avoir essayé divers types de pompes, il apparut que la pompe à piston semblait devoir convenir le mieux.

En 1927, une pompe à course variable, inventée par M. Chandler, fut construite par Marvel pour l'« Air Corps ». Des expériences effectuées, il ressort que l'injection d'essence dans le cylindre au temps d'aspiration donne des résultats comparables à ceux obtenus avec les carburateurs, bien que l'arrêt de l'injection ne se fasse pas avec toute la précision désirable. Signalons encore un essai d'endurance

de 53 h 30 en 1930, un essai de réglage automatique de la pompe en 1931, puis, en 1932, des essais en vol. L'année suivante (1933), Pratt et Whitney étudièrent un nouveau moteur adapté à l'injection d'essence ; quarante-cinq de ces moteurs sont en construction.

Le réglage automatique de la carburation sans carburateur est réalisé par M. Lauret

Les moteurs à injection d'essence fonctionnent ; mais la partie la plus délicate du problème, celle du réglage automatique de la richesse du mélange air-essence, n'était pas encore résolue. On a tenté de conjuguer le débit d'air et celui de l'essence par une seule commande ; on a imaginé un mouvement de manette qui ouvre les gaz et règle

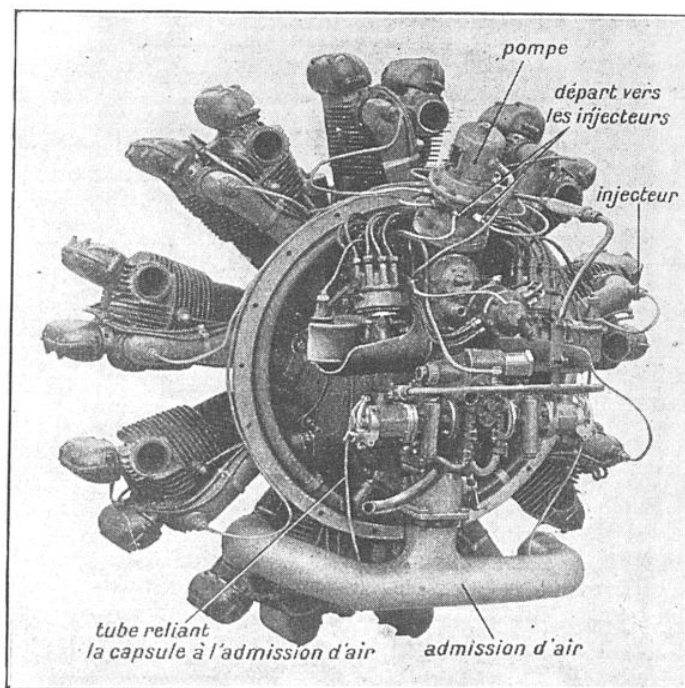


FIG. 1. — LE MOTEUR LORRAINE « ALGOL » 9 CYLINDRES, 350 CH, ÉQUIPÉ AVEC LA POMPE D'INJECTION « LAURET »

en même temps la richesse du mélange par la rotation d'une poignée portée par la même manette. Cette solution ne réalise pas, cependant, l'automatisme complète.

Il semble que l'honneur d'avoir mis au point un système vraiment automatique doit revenir à un ingénieur français, M. Lauret, bien connu pour ses travaux sur la carburation. L'appareil d'alimentation du dernier modèle vient de terminer ses essais aux Usines Lorraine, sur le moteur « Algol », à neuf cylindres en étoile (fig. 1). Il est cons-

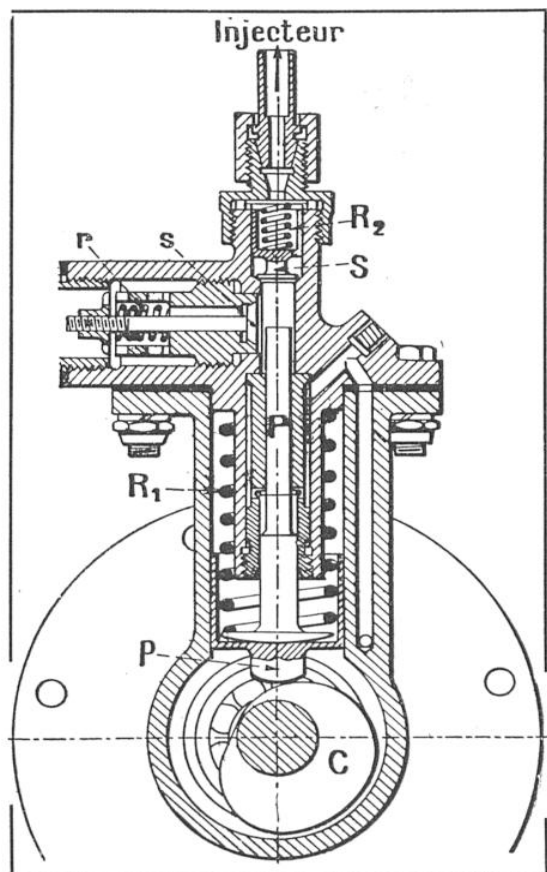


FIG. 2. — COUPE D'UN CORPS DE LA POMPE « LAURET » POUR L'INJECTION D'ESSENCE DANS LES CYLINDRES

P, piston dont le pied *p* est appuyé, par le ressort R_1 , sur la came C ; S, soupape d'injection avec son ressort R_2 ; s, soupape auxiliaire avec son ressort r . Le carburant, arrivant par la soupape s, est refoulé par P vers l'injecteur correspondant au cylindre alimenté par le corps de pompe représenté. Le réglage de l'ouverture de la soupape d'admission s, effectué comme le montre la figure 3, permet de faire varier la quantité d'essence envoyée à l'injecteur (fig. 4). La course du piston P est, en effet, constante et dépend de la came C.

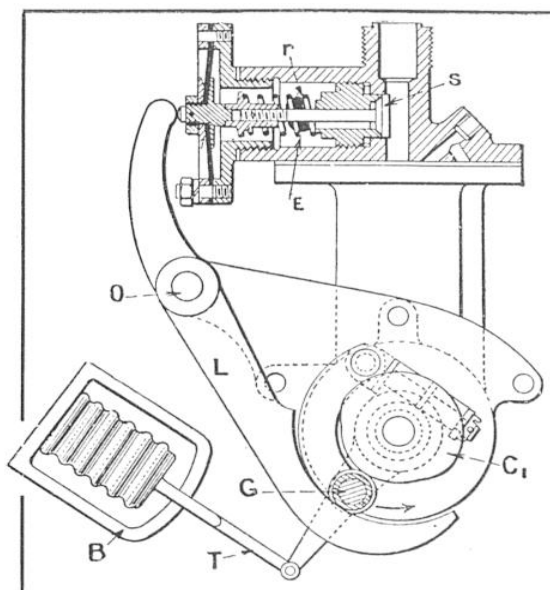


FIG. 3. — SCHÉMA DU SYSTÈME DE RÉGLAGE AUTOMATIQUE DE LA CARBURATION DANS LE DISPOSITIF « LAURET »

Lorsque l'avion s'élève, la pression atmosphérique diminue dans la boîte B. La capsule barométrique se dilate et, par la tige T, déplace le galet G vers la droite. Le levier L, mobile autour de O, est attaqué plus tard par la came C_1 . La fermeture de la soupape d'admission s se fait donc plus tard aussi et, tant que cette soupape n'est pas fermée, l'essence refoulée par le piston P (fig. 2) retourne à l'admission. La quantité d'essence passant à l'injecteur diminue donc. Le même phénomène se passe si l'on ferme l'admission d'air avec laquelle B est également en liaison. La dépression produite fait diminuer la quantité d'essence injectée au cylindre moteur. Le réglage de la carburation est donc automatique.

titué par une pompe « à barillet » à neuf corps (un pour chaque cylindre). Sur chaque cylindre, et près de la soupape d'admission (donc, en dehors du cylindre et de la culasse, comme pour les Diesel), se trouve l'injecteur.

Sans entrer dans le détail de la description du dispositif, voici le principe de son fonctionnement.

Considérons un des corps de la pompe à barillet (fig. 2). Cette pompe comprend un piston P, à course invariable, dont un ressort R_1 applique constamment le pied *p* sur une came C. Lorsque la tête du piston P descend au-dessous de la soupape s, l'essence, envoyée par une autre pompe auxiliaire, pénètre au-dessus de P. En remontant sous l'action de la came C, le piston P comprime l'essence. La soupape S se soulève, laissant libre le passage vers l'injecteur. Cependant,

— et nous verrons tout à l'heure pourquoi, — sous l'action d'un levier, la soupape *s* s'ouvre en cours d'injection, laissant passer une certaine quantité d'essence vers le réservoir de la pompe auxiliaire, ce qui permet de régler le volume du combustible injecté dans le cylindre. Donc, la quantité totale d'essence admise au-dessus du piston *P* étant constante, la quantité refoulée vers l'injecteur peut varier.

Lorsque la soupape d'admission *s*, commandée par le levier *L* (fig. 3), est fermée dès le début de la course de refoulement du piston *P* (fig. 2), l'essence jaillit par l'injecteur dans le cylindre moteur en quantité déterminée par la cylindrée de la pompe.

Reste à réaliser le réglage automatique de cette quantité d'essence en fonction de la densité de l'air pour corriger la diminution de celle-ci au fur et à mesure que l'avion s'élève, ou en fonction de la dépression produite par le moteur, selon le régime auquel il fonctionne. M. Lauret a apporté à

ce problème une fort ingénieuse solution (fig. 3). Sur l'arbre de la pompe est montée une autre came *C*₁, autour de laquelle peut coulisser un galet *G*. Un levier *L* (celui que nous avons mentionné plus haut), mobile autour du point *O*, est constamment appuyé sur ce galet par le ressort *r* de la soupape *s*. Suivant la position du galet sur la came *C*₁, on voit que le levier *L* est attaqué plus ou moins tôt par la came *C*₁ au moyen du galet. Si celui-ci se déplace dans le sens de la flèche, la came *C*₁ attaque le levier *L* plus tard. La fermeture de la soupape d'admission *s* se fait donc plus tard aussi, et tant que cette soupape n'est pas fermée, l'essence refoulée par le piston *P* qui remonte, retourne à l'admission plutôt que de sortir par le clapet d'échappement *S* et l'injecteur, la pression étant moins grande dans l'admission que vers l'injection.

Le problème revient donc à commander automatiquement le déplacement du galet *G*. M. Lauret utilise, dans ce but, une capsule barométrique *B*. Lorsque l'avion s'élève,

la raréfaction de l'air autour de la capsule fait dilater celle-ci, et la tige *T* fait déplacer le galet *G* dans le sens de la flèche. L'injection dans le cylindre-moteur diminue. La quantité d'essence admise se trouve donc réduite proportionnellement à la diminution de densité de l'air. Le problème du réglage automatique de la carburation avec l'altitude est donc résolu.

Ce réglage se fait de même automatiquement avec les variations de régime du moteur, qui ne sont commandées, dans le dispo-

sitif de M. Lauret, que par l'action sur le papillon d'admission d'air. A cet effet, la capsule barométrique, qui est en liaison avec l'atmosphère pour tenir compte des variations d'altitude, est également en liaison avec la tuyauterie d'admission d'air aux cylindres. Si on diminue l'admission d'air pour faire bais-

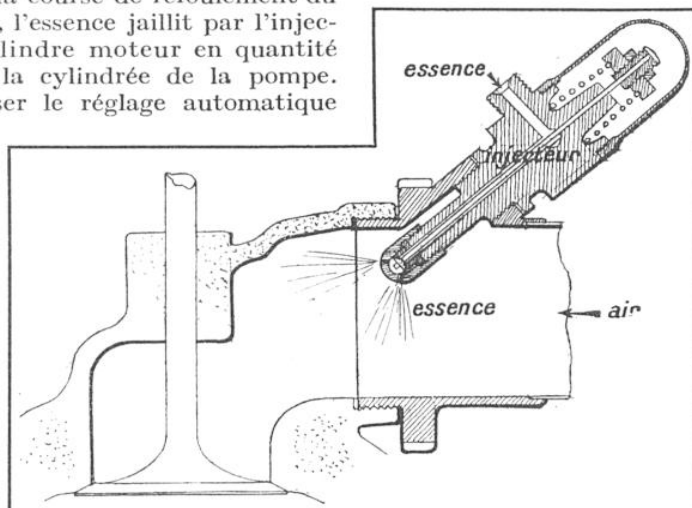


FIG. 4. — COUPE D'UN INJECTEUR D'ESSENCE DANS UN CYLINDRE DU MOTEUR LORRAINE « ALGOL »

ser le régime du moteur, la dépression augmente, la capsule se dilate, et le galet *G* se déplace dans le sens de la flèche (fig. 3). La quantité d'essence injectée est, de ce fait, diminuée, comme nous l'avons expliqué.

On voit l'ingéniosité du dispositif, qui, aux essais, a donné de très bons résultats. Il va de soi que le point délicat réside dans le réglage de toutes les pièces mécaniques (cames, ressorts, etc.) qui le constituent. Une très grande précision doit, en effet, être obtenue. Songez que le combustible doit être refoulé à 1 mm³ près (volume d'une tête d'épingle). De plus, dans un moteur « Algol », le débit doit pouvoir varier entre 235 mm³ à pleine charge et 100 mm³ au ralenti.

Parmi tous les détails d'exécution de ce système, — détails dans lesquels nous ne pouvons entrer, — citons cependant un joint hydraulique et simple, qui a pour but d'éviter toute diffusion de l'essence dans l'huile de graissage. Citons également la grande sensibilité de la transmission des

dilatations de la capsule barométrique au collier commandant le déplacement des galets qui assurent les variations de la carburation.

Plus de chevaux pour une moindre consommation

En dehors des avantages que nous avons signalés, et concernant la sécurité par suppression du carburateur, d'autres ont été constatés aux essais. Ainsi, on peut compter sur un gain de puissance d'au moins 5 %. Cette amélioration du rendement provient, d'une part, de la précision et de la régularité de la répartition de l'essence dans les cylindres moteurs, ainsi que de la pulvérisation sous pression, plus complète que celle obtenue par dépression dans le carburateur classique. Elle résulte, d'autre part, de l'absence de la buse du carburateur, buse qui constitue un obstacle non négligeable à l'écoulement de la veine d'air (1).

Ainsi, le moteur « Algol » Lorraine, alimenté par injection d'essence, donne 369 ch à 1.800 tours par minute et consomme 219 grammes d'essence au cheval-heure. Le même moteur, muni d'un carburateur, ne fournit que 352 ch et consomme 240 grammes pour le même régime.

(1) On sait que l'avantage du « down-draft » (carburation à aspiration par le bas) est dû à la possibilité d'utiliser une buse plus grande que dans le carburateur normal à aspiration par le haut.

L'avenir de la carburation sans carburateur

Il est encore trop tôt pour établir avec certitude l'avenir du système d'injection d'essence par pompe. Si le mélange essence-air est, en effet, plus intime, si le rendement est amélioré, le prix de ce dispositif est nettement plus élevé que celui d'un carburateur.

Son emploi se justifie, cependant, dans certains cas. Notamment, outre les avions, pour les autos et canots de records, où le gain de quelques chevaux ou de quelques grammes de combustible est précieux.

De même pour les chars d'assaut, bateaux, dans lesquels les retours de flamme constituent un danger permanent.

Cependant, pour l'automobile et, en particulier, pour l'automobile populaire, le bon marché actuel des carburateurs ne permet pas d'envisager encore l'adoption de l'injection par pompe.

Quoi qu'il en soit, si les Américains ont été les premiers à effectuer des vols sur des avions alimentés par injection, si même l'« Army Air Corps » a décrété obligatoire l'emploi de la pompe sur tous les monomoteurs, ils en sont encore à la période du réglage de la carburation commandé à la main. Le réglage automatique de cette carburation demeure vraiment une conquête de la technique française.

J. MARCHAND.

Il ne suffit pas d'améliorer le confort des véhicules de chemins de fer (suspensions, etc...), il faut encore améliorer la voie, qui contribue pour beaucoup à compromettre ce confort. On sait combien les éclisses déterminent, au passage des roues, des chocs fort désagréables, tant du point de vue de la réaction que du bruit irritant qu'ils engendrent. Tout d'abord, les réseaux ont estimé pouvoir remédier à ces inconvénients en utilisant des rails de plus en plus longs, de façon à réduire le nombre de chocs. C'est ainsi que l'on est passé successivement aux rails de 30, 40 et même 60 mètres (une ligne de 60 kilomètres en essai en Angleterre). Il va de soi que les poids ont augmenté parallèlement, pour atteindre les chiffres de 36 et 46 kilogrammes au mètre courant (47 kg sur le P.-L.-M.).

Ces dépenses engagées n'ont pas été pour rien dans l'accroissement des frais d'exploitation des réseaux. L'emploi des rails de grandes dimensions permet une pose plus rapide de la voie et une diminution du nombre d'éclisses, d'où une usure moindre pour le matériel roulant.

Cette évolution a logiquement conduit à envisager la suppression des éclisses, pour les remplacer par la soudure électrique en bout « par résistance ». Dans ce but, des soudeuses spéciales à grande puissance viennent d'être mises au point et utilisées sur certains réseaux.

Il paraît que les essais auxquels on procède actuellement et les résultats déjà obtenus sont des plus encourageants.

VERS LA FIXATION DE L'« ÉTALON DE LUMIÈRE » INTERNATIONAL

Par A. GOUFFÉ

INGÉNIEUR AU LABORATOIRE
DE RECHERCHES PHYSIQUES DE LA SOCIÉTÉ DU GAZ DE PARIS

La Science et la Vie a récemment exposé (1) comment, à côté de la technique perfectionnée de l'incandescence, celle de la luminescence était actuellement en plein essor. Mais il semble paradoxal de constater que ces innombrables applications pratiques de la science du rayonnement se sont pratiquement développées sans que les savants aient su jusqu'à présent se mettre d'accord sur le choix d'un « étalon de lumière ». Accepté de tous, il servirait alors de base internationale pour les mesures et les comparaisons photométriques. Le « corps-noir platine », laborieusement mis au point par le « Bureau of Standards » des Etats-Unis, sera prochainement adopté par la Commission internationale de l'Eclairage comme étalon primaire. Emettant un rayonnement sensiblement de même couleur que les lampes à filament de carbone, il permet de contrôler avec le maximum de précision les étalons secondaires de ce type. Cependant, de sérieuses difficultés demeurent pour passer aux « engins » d'éclairage moderne tels que : lampes à incandescence monovolt à filament de tungstène à haute température, et surtout tubes luminescents à gaz rares ou à vapeur de mercure ou de sodium, qui donnent une lumière de composition spectrale tout à fait différente. Afin de résoudre un problème aussi délicat de photométrie hétérochrome, diverses méthodes ont été proposées à la récente session de la Commission Internationale de l'Eclairage, à Berlin-Karlsruhe. Sans doute, tous ces travaux aboutiront — à bref délai — à l'unification internationale des méthodes de mesure dans le domaine de la lumière.

MALGRÉ le développement considérable de l'éclairage depuis une vingtaine d'années, les savants en sont encore à chercher à mettre au point un « étalon de lumière » convenable, qui, accepté par tous, puisse servir de base internationale pour toutes les mesures et les comparaisons photométriques. Cette situation paradoxale tient à la fois aux difficultés très grandes, et généralement insoupçonnées, du problème et aussi aux hésitations dans le choix de la meilleure solution à adopter.

Chacun sait que l'intensité lumineuse d'une lampe s'évalue en *bougies*. La *bougie internationale* a une définition fort précise — en principe. En pratique, il est bien difficile de se mettre d'accord sur la réalisation d'un étalon qui, en cette qualité, doit demeurer indéfiniment comparable à lui-même et, en même temps, être aisément reproductible par tous ceux qui ont à en faire usage. Qu'est-ce donc que la *bougie* ?

Le nom même de cette unité indique qu'à l'origine, les premiers étalons de lumière furent de simples bougies à base de stéarine (France), de paraffine (Allemagne) ou de blanc de baleine (Angleterre). Malgré les

soins apportés à leur fabrication, ces sources lumineuses étaient très inconstantes. Aussi, dès 1860, mit-on au point la *lampe Carcel*, qui brûlait de l'huile de colza et dont l'intensité — le *carcel* — valait sensiblement dix anciennes bougies. On admettait, à cette époque, que cette nouvelle unité était définie à 5 % près.

En 1884, le physicien français Violle proposa une définition nouvelle de l'unité d'intensité lumineuse qui, pour la première fois, reposait sur une base scientifique et fut adoptée internationalement : c'était « l'intensité du rayonnement émis normalement par 1 centimètre carré de la surface d'un bain de platine pur en cours de solidification ». Le *violle* valait, environ, 2.08 carcels et devint, en France, unité légale.

En 1889 fut adoptée comme unité *pratique* la *bougie décimale*, égale par définition, au vingtième du violle.

Cependant, les mesures entreprises dans les divers pays pour reproduire l'étalon Violle montrèrent que sa constance était loin d'être satisfaisante ; l'état de la surface du platine, la valeur du facteur de réflexion de l'enceinte de chaux à l'intérieur de laquelle le métal était fondu, avaient une très grande

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 3.

influence sur le rayonnement émis ; on trouva des écarts atteignant 25 % avec les valeurs données par Violle, et bientôt cet étalon fut abandonné pratiquement.

En France, on revint à la lampe Carcel. En Angleterre, on utilisa, jusqu'au début de ce siècle, la lampe Vernon-Harcourt au pentane, d'intensité égale à 10 bougies anglaises, et, en Allemagne, on emploie actuellement encore la lampe Hefner, alimentée à l'acétate d'amyle. La bougie décimale française valait sensiblement la bougie anglaise et 1/0,9 bougie hefner (à 2 % près)

Les lampes électriques à filament de carbone ne peuvent suffire comme étalons de lumière

Dès que la technique de fabrication des lampes électriques commença à se perfectionner, on se rendit compte que l'on pouvait, à l'aide de lampes à incandescence à filament de carbone, reproduire l'unité d'intensité lumineuse avec une précision bien meilleure qu'avec les étalons à flamme (lampes Carcel, Vernon-Harcourt, Hefner).

En 1909, le *Laboratoire central d'Electricité* de Paris, le *National Physical Laboratory* anglais et le *Bureau of Standards* des Etats-Unis confrontèrent les divers étalons à flamme avec des groupes de lampes à incandescence et définirent une unité commune : la *bougie internationale*, égale à l'ancienne bougie décimale française, et conservée depuis lors dans ces trois laboratoires à l'aide de lots de lampes à filaments de carbone. Seuls, les Allemands restèrent fidèles à l'étalon Hefner.

Cette manière de garder l'unité d'intensité lumineuse au moyen de lampes électriques, comme on gardait autrefois, avec un jeu de chronomètres, l'heure à bord des navires, était loin de satisfaire tous les esprits. La vérification, à intervalles plus ou moins éloignés, de la constance des intensités relatives des lampes n'assurait pas, en effet, contre une évolution d'ensemble avec le temps, improbable sans doute, mais néanmoins possible. De plus, l'usage de lampes à température de plus en plus élevée (1)

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 5.

révéla vite l'insuffisance des étalons à filament de carbone. L'œil humain ne peut, en effet, comparer avec précision que des flux lumineux de couleurs très voisines ; la plage d'un photomètre illuminée par une lampe demi-watt paraîtra bleue, alors que l'autre plage, éclairée par la lampe à filament de carbone, semblera orangée, et un observateur, même très exercé, aura beaucoup de peine à apprécier l'égalité d'éclairement des deux plages. En outre, la sensibilité de l'œil aux diverses couleurs étant très variable d'un individu à l'autre, des écarts importants apparaîtront toujours entre les appréciations de cette égalité par des observateurs différents. Ceci suffit à montrer toutes les difficultés et toutes les incertitudes de la *photométrie hétérochrome*.

Pour y remédier, on a été amené à faire usage, soit de filtres colorés pour corriger les différences de teintes, soit d'étalons de travail à filament de tungstène (1). On ne fait ainsi que reculer la difficulté, car il faut toujours, en dernière analyse, déterminer, soit le facteur de transmission du filtre coloré, soit l'intensité lumineuse de la lampe à filament de tungstène.

Or, le calcul du facteur de transmission exige la connaissance de

deux choses : d'une part, la *courbe spectrale de transmission* de l'écran coloré, qui transmet inégalement, comme c'est son rôle, les diverses couleurs ; d'autre part, la *composition spectrale* du rayonnement de la source devant laquelle cet écran est placé. C'est ainsi qu'est apparue la nécessité de rechercher un *étalon primaire* de lumière, dont le rayonnement non seulement ne varierait pas avec le temps, mais encore aurait une composition spectrale parfaitement connue.

Une telle source lumineuse existe : c'est le *corps-noir*.

Qu'est-ce que le « corps-noir » ?

Le *corps-noir* est, en principe, un système qui absorbe complètement tout rayonnement

(1) Nous ne mentionnerons ici que pour mémoire les photomètres à scintillation, surtout employés aux Etats-Unis, qui peuvent rendre des services pour la photométrie hétérochrome, mais dont la sensibilité et la précision sont encore assez discutées.

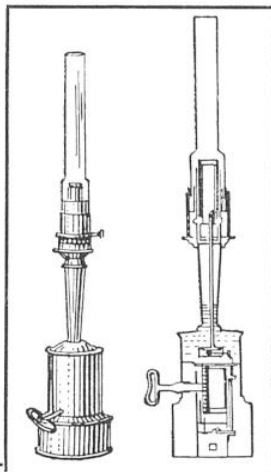


FIG. 1. — LA LAMPE « CARCEL » DE 1860, BRULANT 42 GRAMMES D'HUILE DE COLZA ÉPURÉE À L'HEURE, POSSÉDAIT UNE INTENSITÉ LUMINEUSE D'ENVIRON 10 BOUGIES

qui tombe sur lui. Puisque, conformément à cette définition, il ne réfléchit aucune lumière, il apparaît parfaitement noir — à la température ordinaire tout au moins D'où son nom.

C'est le physicien allemand Kirchhoff qui a mis en évidence les propriétés remarquables de ce corps-noir. Lorsqu'on le chauffe, il rayonne de l'énergie, comme toute autre substance, d'ailleurs. Mais, à une température donnée, c'est lui dont le rayonnement est maximum. Ce rayonnement est donc le même pour tous les corps-noirs quels qu'ils soient et ne dépend que de la température (1).

Comment le réaliser en pratique ?

En 1895, Lummer et Wien ont montré qu'il suffisait de prendre une enceinte fermée, à température uniforme, et percée d'un très petit orifice. Un tel système répond bien à la définition donnée plus haut. En effet, tout rayon lumineux pénétrant dans l'enceinte est entièrement absorbé en pratique dans ses réflexions successives contre les parois. Réciproquement, le rayonnement émis par l'orifice est celui

du corps-noir et, à ce titre, *ne dépend que de la température de l'enceinte et non de la nature des matériaux qui la constituent*. Ces qualités sont extrêmement précieuses pour la réalisation d'un étalon de lumière (2).

Aussi, dès 1896, le physicien français Blondel proposa-t-il de reprendre le principe de l'étalon Violle en utilisant comme source de lumière non pas la surface du platine elle-même, mais un corps-noir à la température de solidification du platine. A cette température, le rayonnement pré-

(1) Le rayonnement total, ainsi que l'ont établi Stefan et Boltzmann, est proportionnel à la quatrième puissance de la température absolue (température centésimale plus 273). Quant à la loi de variation du rayonnement monochromatique avec la longueur d'onde et avec la température, c'est Max Planck qui l'a précisée de façon rigoureuse, à l'aide de sa théorie si féconde des « quanta ».

(2) Il faut remarquer que le corps-noir constitue un étalon de *brillance* (la brillance est l'intensité par unité de surface apparente de la source.)

Pour en faire un étalon d'intensité lumineuse, il faut former, à l'aide d'un système optique, une image de l'orifice sur un diaphragme calibré, qui permet d'isoler une surface déterminée de l'image.

sente l'avantage d'avoir à peu près la même couleur que les lampes à filament de carbone. De plus, le platine est l'un des métaux que l'on peut obtenir dans le plus grand état de pureté.

L'Américain Ives, puis les Allemands Brodhun et Hofmann s'efforcèrent de réaliser ce programme ; mais ce sont les physiciens du *Bureau of Standards* américain qui semblent avoir réalisé, en 1930, le *corps-noir platine* sous la forme la plus pratique (fig. 3).

Le « corps-noir platine »

Le platine est fondu dans un creuset en oxyde de thorium, substance qui est sans action sur le platine, même à haute température.

Le corps-noir lui-même est un tube en oxyde de thorium, long de 45 millimètres et de 3 millimètres de diamètre extérieur, fermé à un bout et plongeant dans le platine. L'orifice supérieur constitue la source de lumière. Grâce à la très faible épaisseur du tube (un quart de millimètre environ), la paroi interne est pratiquement à la même température que la paroi exté-

rieure en contact avec le platine en fusion.

Le platine est chauffé par courants de haute fréquence, procédé qui présente le très gros avantage de produire les calories au sein même du métal à fondre. Les parois du creuset sont ainsi à une température plutôt inférieure à celle du platine, alors qu'elles seraient à une température plus élevée par toute autre méthode de chauffage. Au bout de quelques opérations, le creuset se fendille, mais comme il est noyé dans de la poudre d'oxyde de thorium, aucune perte de métal n'est à craindre.

A la suite des mesures effectuées par cette méthode en Amérique, en Angleterre et en France par le professeur Ribaud, la moyenne adoptée pour la brillance est de 58,91 bougies par centimètre carré ; elle semble exacte à 0,4 % près.

Il y a loin de cette valeur à la brillance de 20 bougies par centimètre carré attribuée à l'étalon Violle. C'est ce qui explique les écarts considérables observés dans les tentatives de reproduction de cet étalon, suivant

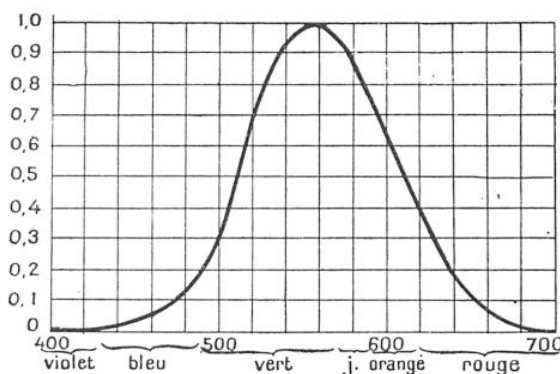


FIG. 2. — VOICI LA COURBE DES FACTEURS DE VISIBILITÉ DES COULEURS DU SPECTRE DÉTERMINÉE, EN 1924, PAR GIBSON ET TYNDALL

que l'enceinte où l'on fondait le platine se comportait plus ou moins comme un corps-noir, à un degré impossible à prévoir.

Les filtres bleus

Le corps-noir platine émet, comme nous l'avons dit, un rayonnement sensiblement de même couleur que celui des lampes à filament de carbone. Il permet donc de contrôler avec le maximum de précision ces étalons secondaires. Mais le problème de la photométrie hétérochrome reste entier, pour passer de ces étalons aux lampes modernes à filament de tungstène, monowatt et demi-watt.

Une première solution, très simple mais incomplète, consiste dans l'emploi des filtres en verre bleu établis par la Maison Schott, d'Iéna. Placés devant une lampe à filament de carbone, ils laissent passer une lumière de même couleur que celle des lampes à filament de tungstène dans le vide. Placés devant ces dernières, ils donnent un flux filtré de même couleur que la lampe demi-watt à 2.600 degrés absolus.

Des mesures internationales très précises ont permis de déterminer les courbes de transmission spectrale de quatre de ces filtres et, puisqu'on connaît bien la composition du rayonnement du corps-noir platine, étalon primaire, on peut calculer le facteur de transmission totale du filtre, compte tenu de la courbe de sensibilité de l'œil moyen pour les différentes couleurs du spectre, telle qu'elle a été déterminée, en 1924, par Gibson et Tyndall, à l'aide de mesures auxquelles participèrent plus de deux cents observateurs. Connaissant le facteur de transmission totale du filtre, on peut alors déduire, des comparaisons photométriques, l'intensité lumineuse des lampes à filament de tungstène.

Le procédé des filtres bleus exige donc que l'on ait affaire à des sources de températures bien déterminées, et il faudrait une collection considérable de ces verres colorés pour satisfaire à tous les besoins de la pratique.

Les étalons à double corps-noir

Mais n'est-il pas possible par d'autres procédés d'éviter les mesures de photométrie hétérochrome ? Dès 1924, le professeur Fleury, de la Faculté des Sciences de Lille, avait proposé d'utiliser dans ce but un étalon comprenant deux corps-noirs : le premier, constituant l'étalon de lumière proprement dit, pouvait être porté à des températures variées, telles que son rayonnement ait identiquement même couleur que les sources à étalonner ; le second corps-noir servait à déterminer avec précision la température du premier. Pour cela, on le maintenait à une température bien connue et déterminée, en l'espèce celle de fusion de l'or, 1.336 degrés absolus ; à l'aide d'un photomètre spécial — un *spectrophotomètre* permettant de comparer les rayonnements monochromatiques de deux sources — on mesurait le rapport de la brillance des deux corps-noirs pour une même longueur d'onde. On pouvait ainsi, par la simple application des lois du rayonnement du corps-noir, établies par Planck et par Wien et dont nous avons parlé plus haut, calculer la température inconnue.

Les expériences, interrompues en 1925, ont été reprises au Laboratoire de Recherches Physiques de la Société du Gaz de Paris, sous la direction d'abord du profes-

seur Chappuis, puis du professeur Ribaud, son successeur. La quantité de lumière émise par le corps-noir à la température de fusion de l'or étant très faible, on choisit successivement comme température de référence le point de solidification du palladium, puis celui du platine suivant la technique du Bureau of Standards.

Quant au corps-noir principal, qui, avec M. Fleury, était constitué par une enceinte en graphite placée au centre d'un four électrique horizontal à résistance de carbone, on le remplaça d'abord par un four de même type, mais de plus grande puissance pour obtenir une meilleure stabilité de régime, puis par un four vertical dans le vide à résis-

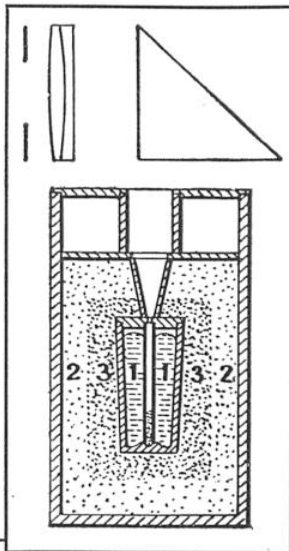


FIG. 3. — LE « CORPS-NOIR PLATINE » RÉALISÉ, APRÈS DE LONGUES RECHERCHES, AU « BUREAU OF STANDARDS » DES ÉTATS-UNIS

Le corps-noir est constitué par un tube d'oxyde de thorium plongeant dans le platine 1. Le creuset 3 est noyé dans de la poudre d'oxyde de thorium 2, qui permet de récupérer le platine lorsque, au bout de quelques mesures, le creuset se fendille.

tance de carbone. La précision de ces mesures est légèrement supérieure à 1 %.

Il semble difficile d'obtenir beaucoup mieux, car on voit que chaque étalonnage de lampe nécessite trois mesures dont les

erreurs s'ajoutent : 1° une comparaison du corps-noir principal à température variable et de la lampe à étalonner ; 2° une mesure au spectrophotomètre sur ce corps-noir principal ; 3° une mesure au spectrophotomètre sur le corps-noir repère.

Pour simplifier ce dispositif, le professeur Ribaud a proposé, au récent Congrès de Berlin de la Commission Internationale de l'Eclairage, de supprimer le corps-noir principal à température variable. C'est la lampe à étalonner que l'on amène alors à identité de couleur avec le corps-noir platine ; pour cela, on la dévolte et on peut, dans ces conditions, évaluer par une mesure photométrique son intensité lumineuse à bas régime. Pour

passer au régime normal, on fait appel au spectrophotomètre, grâce auquel on compare les intensités monochromatiques de la lampe à bas régime et à régime normal pour une même longueur d'onde. Mais ici nous n'avons plus affaire à un corps-noir et les lois du rayonnement qui le concernent ne s'appliquent plus en toute rigueur. On peut cependant calculer l'intensité de la lampe à régime normal, comme si l'on

avait opéré sur un corps-noir, à condition de choisir une longueur d'onde particulière que l'on appelle la « longueur d'onde de Crova ».

Quelle que soit la méthode adoptée, on se heurtera, tant que l'on devra se conten-

ter de l'œil comme instrument d'observation, à sa médiocre faculté d'appréciation de l'égalité de deux brillances (1/200^e seulement). Pour gagner en exactitude, il faudrait remplacer l'œil humain par un récepteur plus sensible, une cellule photo-électrique, par exemple. Mais les flux lumineux monochromatiques utilisés sont trop faibles pour permettre jusqu'à présent l'emploi de ces récepteurs dans les mesures spectrophotométriques.

En résumé, nous voyons que tout le monde est à peu près d'accord maintenant pour adopter comme étalon primaire de lumière le corps-noir platine du Bureau of Standards américain. Pour le contrôle des étalons secondaires

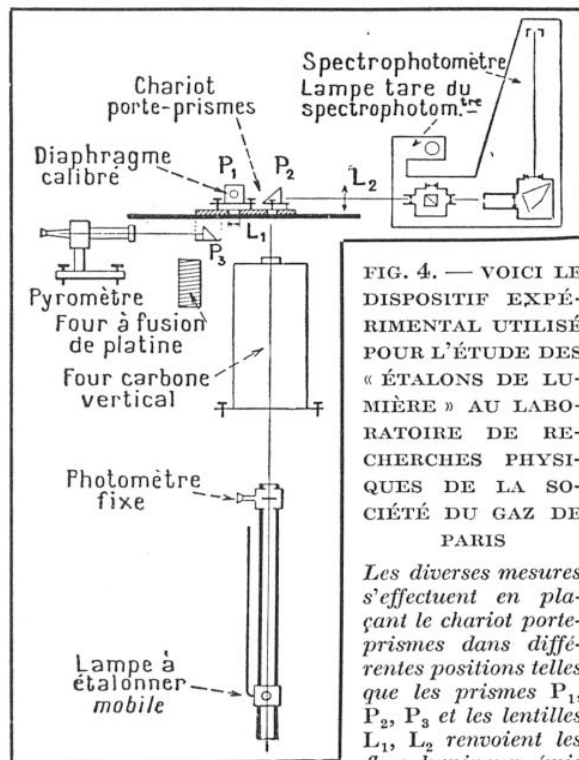


FIG. 4. — VOICI LE DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL UTILISÉ POUR L'ÉTUDE DES « ÉTALONS DE LUMIÈRE » AU LABORATOIRE DE RECHERCHES PHYSIQUES DE LA SOCIÉTÉ DU GAZ DE PARIS

Les diverses mesures s'effectuent en plaçant le chariot porte-prismes dans différentes positions telles que les prismes P_1 , P_2 , P_3 et les lentilles L_1 , L_2 renvoient les flux lumineux émis

par le four à fusion de platine et le four carbone vertical, suivant les cas, dans le pyromètre, le photomètre fixe ou le spectrophotomètre. Pour la clarté du croquis, l'ensemble des fours et du chariot porte-prismes est représenté en élévation, tandis que les photomètres sont vus en projection horizontale.

à haute température, subsiste encore une certaine hésitation. Quelles que soient les difficultés rencontrées, il est probable que la Commission Internationale de l'Eclairage pourra prochainement prendre une décision qui réalisera enfin l'unification des méthodes de mesure dans tous les pays du monde et permettra des comparaisons plus précises entre les sources modernes de lumière dont la diversité s'accroît sans cesse. A. GOUFFÉ.

Le gouvernement anglais, déchargé du souci de la consultation électorale, va se consacrer maintenant à la réalisation de son vaste programme relatif aux constructions navales, au matériel des forces aériennes, à l'électrification des voies ferrées, à la réfection du réseau routier. Rien que pour ce dernier département, le budget prévu serait de 100 millions de livres (environ 7 milliards et demi de francs).

QUELQUES RÉFLEXIONS D'UN SAVANT SUR LA RADIESTHÉSIE

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Ils sont nombreux les lecteurs qui nous ont demandé de leur parler de radiesthésie. Celle-ci ne constitue pas encore, selon nous, une « science » qui mérite droit de cité au même titre que celles dont nous analysons chaque mois les réalisations concrètes, vérifiées dans leurs conceptions théoriques comme dans leurs applications. Cependant, pour déférer à leur désir, nous avons confié à notre éminent collaborateur, le professeur Houllévigue, le soin d'exposer ce sujet en toute objectivité. Pour l'explication des « faits radiesthésiques », — ou prétendus tels, — des théories très diverses ont été proposées. Certaines supposent l'existence d'un rayonnement inconnu que d'aucuns veulent d'allure ondulatoire ; d'autres préfèrent abandonner le domaine de la physique pour accorder, avec M. Henri Bergson, à l'esprit humain des facultés « paranormales », dont il ne saurait être question ici de discuter l'existence. Dans l'état actuel de nos connaissances, de tels efforts d'interprétation semblent vains et prématurés. On verra, dans les quelques réflexions suivantes, que l'on n'exige pas des radiesthésistes de faire des miracles, mais simplement de se soumettre au contrôle de la science expérimentale, dont les méthodes rigoureuses et les essais dans les laboratoires de mesure sont à la base de la connaissance. L'objectivité seule conduit à la vérité scientifique, alors que le subjectif mène trop souvent à l'erreur.

LES pratiques des sourciers remontent très loin, et leur développement actuel, en concurrence avec la science triomphante, n'est pas une des moindres curiosités de notre temps ; bien des gens se demandent s'il s'agit d'une « mystique », voire même d'une mystification, ou bien d'un mode de mise en contact de l'esprit humain avec le monde extérieur qui, tout en échappant aux règles consacrées de la science, n'est pas moins capable de nous rendre d'éminents services. Il nous a paru que les hommes de science n'avaient plus le droit d'écarter dédaigneusement un tel problème, qu'ils se devaient d'en étudier loyalement les données, et de suggérer les moyens de le résoudre. Méfions-nous, surtout, des opinions toutes faites, et disons-nous, avec Hamlet, qu'il y a plus de choses dans l'Univers que nos philosophes (et nos savants) ne l'enseignent.

Opinions contradictoires

Faites l'expérience suivante : demandez à l'un de ces grands universitaires, qui sont les représentants attitrés de la science officielle, son opinion sur la radiesthésie ; neuf

fois sur dix, il se dérobera en alléguant que sa seule ambition est de tirer au clair tel ou tel problème, auquel il a voué toutes ses activités ; mais on a dit que le silence était une opinion ; peut-être, si on allait au fond de cette conscience universitaire, y décou-

vrirait-on le jugement exprimé par Voltaire : « On trouve les sources au moyen d'une baguette de coudrier qui ne manque pas de forcer un peu la main à un imbécile qui la serre trop fort, et qui tourne aisément dans celle d'un fripon. » Pourtant, un heureux hasard peut faire tomber l'enquêteur sur un de ces esprits qui, tout en restant nourris de la culture scientifique, aiment à élargir leur horizon ; voici alors, sans

doute, quelle serait sa réponse : « Les pratiques des sourciers ne présentent aucun caractère scientifique ; en effet, le propre du *fait scientifique*, c'est d'être contrôlable par tout homme normal, opérant dans des conditions bien définies ; toute science est édiflée, depuis les lois jusqu'aux hypothèses les plus audacieuses, sur ces faits bien établis. Le *fait radiesthésique*, c'est une contraction musculaire provoquée soit par autosuggestion,

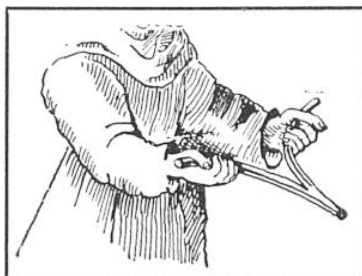


FIG. 1. — COMMENT UN SOURCIER MANIE LA BAGUETTE

soit par une cause extérieure ; mais ce qui lui ôte tout caractère scientifique, c'est qu'il est individuel ; chaque baguettisant a ses appareils personnels, ses méthodes et même ses explications ; chacun réagit d'une façon différente ; par conséquent, le fait radiesthésique n'est ni général, ni contrôlable ; et c'est pour cela qu'il est impossible d'assembler ces faits pour en tirer une science. »

A quoi baguettisants et pendulisants répondent, par la bouche de leurs chefs de file (et il en est de notoires, docteurs-ès-sciences, polytechniciens, médecins dressés aux méthodes scientifiques) . « Il est vrai que chacun de nous réagit différemment en présence d'un même phénomène extérieur, source ou gîte minéral, mais *tous réagissent* : tout se passe comme si des physiciens voulaient mesurer une même température avec des thermomètres porteurs d'échelles différentes ; ils n'obtiendraient pas tous les mêmes nombres, mais tous s'accorderaient pour repérer l'existence d'une source de chaleur ou de froid. Nous regrettons comme vous, et plus que vous, de n'être pas en possession d'un appareil plus parfait que nos baguettes et nos pendules ; est-ce une raison suffisante pour nier l'intérêt des résultats obtenus ? L'autosuggestion n'est pas en cause, car les mouvements observés sont involontaires, et souvent opposés à ceux que nous attendions ; ils sont déterminés par une cause extérieure, et cette cause, ceux d'entre nous qui ont su se discipliner par une longue série d'épreuves la repèrent avec un maximum d'erreurs qui ne dépasse pas 10 %. Les attestations foisonnent, surtout en ce qui concerne les recherches hydrologiques : pense-t-on que l'administration algérienne eût organisé, avec le concours de ses hauts fonctionnaires, tout un programme d'études pour la recherche des eaux souterraines, si les sourciers n'avaient, par maints succès, fait la preuve de leurs capacités ? Que le service français des Ponts et Chaussées (pour établir un pont au Teil sur le Rhône), que la Compagnie du chemin de fer P.-L.-M. (pour un viaduc sur l'Ardèche) eussent songé à utiliser les services des rhabdomanciens, s'ils n'avaient pensé trouver dans leurs procédés un utile concours ?

« On nous reproche, disent-ils encore, d'utiliser des phénomènes nerveux et musculaires dont les lois et le fonctionnement nous échappent ; mais toutes les observations scientifiques n'obéissent-elles pas, par la porte des cinq sens, à ce même système nerveux, intermédiaire obligé entre le monde extérieur et notre esprit ? Les modes de sen-

sibilité que manifeste la baguette sont-ils plus extraordinaires que ceux dont le pigeon voyageur et d'autres animaux nous attestent la réalité ? Ne nous reprochez donc pas les moyens dont nous usons, et considérez plutôt l'importance des résultats : ils sont tels, qu'avec vos plus délicats instruments, vous ne sauriez y atteindre, et c'est pour cela que notre technique complète votre science, en même temps qu'elle pose à l'esprit des problèmes captivants. »

La radiesthésie et le contrôle de la science

On ne saurait, au pied levé, arbitrer un tel différend ; en tout cas, un silence méprisant est la plus mauvaise des solutions ; mais on peut se demander s'il n'est pas possible de concilier les points de vue en ramenant la technique radiesthésique dans les voies de la véritable science ; rien, par exemple, ne serait plus souhaitable qu'une association entre les géologues et les techniciens de la baguette ou du pendule ; M. Henry Defrance, président du dernier Congrès de Radiesthésie tenu à Lausanne sous les hauts patronages de MM. d'Arsonval et Branly, souhaitait cette collaboration ; mais elle ne peut se réaliser que si les baguettisants s'imposent certaines disciplines.

Je dirai d'abord, et pour n'y plus revenir, que l'audace de certains adeptes leur a grandement nui dans l'esprit des hommes habitués aux rigoureuses méthodes scientifiques. Rien n'arrête ces illuminés ; les uns pratiquent la téléradiesthésie, et leur chef de file, l'abbé Mermet, proclame ainsi leur foi : « Oui, il est absolument certain que je puis, de mon cabinet de travail, faire des prospections hydrologiques, minéralogiques, géologiques et autres, à n'importe quelle distance. Il suffit que j'aie sous les yeux un plan, ou un relevé de plan, bien à l'échelle et au 5/1.000^e au moins, avec orientation par rapport aux points cardinaux... Avec ces indications, je puis travailler chez moi comme si j'étais sur les lieux, et déterminer l'existence, l'emplacement, la profondeur et le volume. Je l'ai fait déjà des centaines de fois et dans les régions les plus éloignées, les plus diverses, Inde, Nippon, Océanie, Brésil, Maroc, Algérie, Galicie, Ukraine. » D'autres, non moins ambitieux, s'appliquent au diagnostic médical, et même à la thérapeutique, à la solution d'énigmes historiques, à la recherche des disparus, à la détection des « Auras » physique et psychique, à la mesure des facultés intellectuelles et des qualités morales. Ce sont,

paraît-il, des précurseurs ; laissons-les suivre leur chemin ; il n'y a aucune raison pour que la science s'occupe d'eux, sauf peut-être celle des psychiatres. Si la radiesthésie veut se raccorder à la science, il faut, loin de s'égarer dans les nuées, qu'elle se concentre et se simplifie, pour s'établir sur une base de faits incontestables. Pour en exposer les moyens, tels que je les entrevois, je dois d'abord rappeler l'essentiel de la doctrine radiesthésique.

Les théories et les faits

Les penseurs de la radiesthésie — qui ont organisé, pour y mettre un peu d'ordre, les Congrès d'Avignon, de Paris et de Lau-

par le prospecteur et sa baguette en y déterminant les mouvements que l'on sait ; l'ampleur de ces mouvements est particulièrement marquée lorsque le prospecteur s'est mis, par un effort de sa volonté, dans un état spécial, qu'on peut dire être en syntonie, ou en résonance avec le rayonnement extérieur ; ainsi, l'intensité des manifestations radiesthésiques dépend à la fois du rayonnement extérieur et du système récepteur constitué par le prospecteur et sa baguette. L'ensemble des phénomènes présente donc certaines analogies avec la réception de T. S. F. en hétérodyne, mais il reste entendu que les phénomènes sont d'une essence différente, et sûrement plus com-

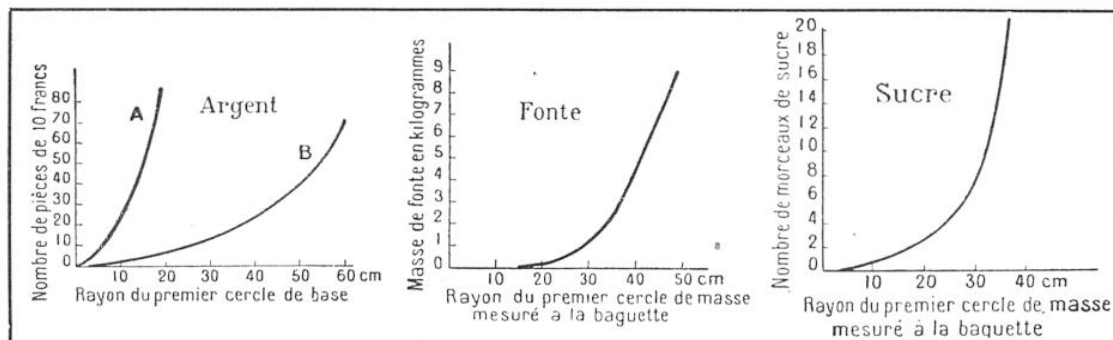


FIG. 2. — EXEMPLE DE COURBES QUE DES RADIESTHÉSISTES AURAIENT PU ÉTABLIR

La courbe de gauche marquée A a été obtenue à l'aide d'un pendule à bille d'ivoire de 10 mm de diamètre et fil noir de 8 cm. Celle marquée B correspond à une baguette en tiges de baleine noires de 35 cm, diamètre 4 mm, et ligature blanche (voir le texte).

sanne — affirment en parfait accord que, pour eux, les théories ne sont rien et que seuls, les faits comptent ; n'empêche que, pour exposer ces faits, ils sont obligés de dire, à l'exemple de Newton, « les choses se passent comme si... » et de recourir à certaines formes de langage, de même que, pour décrire les phénomènes électriques, on se sert encore des fluides positif et négatif auxquels personne n'accorde plus créance. J'emprunterai cet exposé, en le réduisant à son squelette, au livre récemment paru (1) de M. A.-Martin Laval, qui me paraît, de tous ceux qu'on a publiés sur cette matière, le plus imprégné d'esprit scientifique.

Tous les corps modifient l'espace qui les entoure, en lui donnant des propriétés révélées par la baguette ou le pendule ; le plus simple est d'attribuer cette modification à un rayonnement spécifique émané de chaque corps ; tout se passe comme si le rayonnement réagissait sur le circuit formé

plexes que ceux qu'on étudie en électricité. Quant au rayonnement émis par chaque corps, il dépend d'un certain nombre de facteurs, dont voici les principaux :

- La masse de substance active ;
- Sa nature chimique ;
- Son état de densité ou de dilution ;
- Son état de repos ou de mouvement ;
- Sa forme, sa couleur et, parfois, l'heure du jour...

Enfin, ce rayonnement spécifique peut être modifiée par d'autres corps rayonnants situés dans son champ d'action, et absorbé ou dissimulé, s'il s'agit d'un objet souterrain, par les couches supérieures du sol. D'ailleurs, j'ai dit que le récepteur exerçait son influence, et la multiplicité de ces facteurs explique les différences entre les résultats obtenus par un même prospecteur employant des instruments différents, ou par divers prospecteurs avec un même instrument.

A travers tous les éléments variables, les chefs de file de la radiesthésie croient distin-

(1) *Le rayonnement de la Matière*, J.-B. Baillière, éditeur, 1935.

guer certains caractères généraux ; dans le faisceau des rayonnements qui émanent de chaque corps, ils en distinguent trois principaux : le premier, qui porte le nom de *rayonnement fondamental*, a une direction constante pour chaque corps, par exemple, le sud pour fer et le sud-ouest pour le phosphore. Le *rayon solaire*, qui l'accompagne, part de chaque corps dans la direction du soleil ; d'où la nécessité, pour l'opérateur, de passer entre le corps et le soleil pour en déceler l'existence : c'est la loi de l'abbé Bouly. Enfin, le *rayon capital* joint le corps rayonnant à la tête de l'opérateur, et son intensité est réglée par la loi de syntonie, énoncée par Abrams, d'après laquelle entre deux corps voisins s'établit instantanément un échange permanent de radiations semblables.

Je n'oserais affirmer que ces diverses propositions aient été soumises à des vérifications probantes, ni même que l'accord à leur sujet soit complet entre les radiesthésistes. Aussi me paraît-il préférable d'attirer l'attention sur un phénomène plus simple et plus aisément vérifiable, dans lequel, laissant invariables tous les autres éléments, on étudie l'action d'un seul d'entre eux, qui est la masse du corps actif ; pour cela, j'imaginerai, sous l'autorité de M. Martin Laval, une expérience concrète, en opérant avec un métal bien défini, l'argent, ou, plus exactement, avec l'alliage monétaire argent-cuivre qu'on peut se procurer aisément sous forme de pièces de dix francs, identiques de forme et de poids.

Ayant disposé un certain nombre de ces pièces en tas sur un guéridon, l'opérateur s'en éloigne lentement, en maintenant sa baguette dans le plan horizontal défini par le guéridon. A un certain moment, il constate que sa baguette se cabre ; il note alors la distance entre le sommet de cette fourche et le centre du bloc métallique ; cet effet se manifeste en tous les points du plan horizontal qui sont à une même distance du métal, sur une circonférence que nous appellerons, avec l'auteur, le premier cercle de masse ; si on continue à s'éloigner du guéridon, on observera d'autres zones sensibles entourant la première, et dont le nombre caractérise la nature chimique du métal ; mais tenons-nous-en à ce premier résultat simple, et répétons l'expérience avec un nombre différent de pièces métalliques. Nous observerons le même phénomène de redressement le long d'un nouveau cercle de base, et constaterons que, plus grande est la masse du métal, plus grand est le rayon de ce cercle de

base, qui semble marquer la zone d'influence du rayonnement métallique. L'expérience a été répétée un grand nombre de fois, en variant le nombre de pièces d'argent, et les résultats, tant avec la baguette qu'avec le pendule, peuvent être représentés par les deux courbes de la figure 2 (à gauche) ; on y voit que le rayon du premier cercle de base s'accroît avec le nombre de pièces accumulées, mais non pas proportionnellement ; la courbe est, suivant l'expression familière aux mathématiciens, d'allure exponentielle, et le rayon du cercle de base tend vers une limite supérieure, qui correspond, si on veut, à une sorte de saturation de l'espace par le rayonnement de l'argent.

Les phénomènes peuvent être reproduits avec une baguette de dimension différente, ou faite avec d'autres matériaux ; elle peut être exécutée avec des pendules différents ; chaque fois, on obtiendra une courbe distincte, mais toujours de même allure exponentielle. On peut choisir, comme métal, du fer, du cuivre, du plomb, ou même opérer avec des corps composés, comme du sucre, ou avec une solution à titre variable : l'action se présente toujours avec le même caractère.

Une vérification

J'indique ces résultats tels qu'ils ont été publiés, sans en prendre aucunement la responsabilité. Toutes les recherches des radiesthésistes, effectuées en ordre dispersé et avec l'unique désir d'aller plus loin que les devanciers, laissent le public inquiet et sceptique ; il se demande encore : « s'il y a quelque chose » dans la radiesthésie, c'est-à-dire si les mouvements de la baguette sont, ou non, déterminés par une cause extérieure ; si on lui en apporte la preuve, il ira avec enthousiasme aux nouvelles recherches, et les savants professionnels suivront. Mais cette certitude ne peut résulter que d'*expériences simples, effectuées au laboratoire*, de façon à éliminer les parasites qui viennent compliquer l'observation des phénomènes naturels.

Il m'apparaît que la loi de masse, mieux que toute autre, se prêterait à une telle vérification, et voici comment elle pourrait être conduite : l'opérateur, muni de la baguette ou du pendule de son choix, serait averti de la nature du corps soumis à son expertise, afin de pouvoir se mettre « en état de syntonie » avec la matière sur laquelle il opère ; imaginons qu'il s'agisse de l'alliage monétaire indiqué ci-dessus ; les pièces de monnaie, placées dans une enveloppe opaque, seraient en nombre variable,

par exemple 50, 25, 30, 5, 45, etc., et l'opérateur, ignorant ce nombre, serait invité à mesurer chaque fois le rayon du premier cercle de masse. Si la loi énoncée est exacte, tous les points ainsi obtenus devront se placer, au moins approximativement, sur une courbe présentant l'allure exponentielle figurée plus haut. Si, au contraire, les points se présentent au hasard, il faudra conclure que la loi est suspecte, et probablement fautive. On voit que, dans une telle vérification, tous les éléments autres que la masse restent rigoureusement fixes : ainsi est réalisé le maximum de simplicité.

Je souhaite que les radiesthésistes veuillent bien se soumettre à une telle épreuve, ou à telle autre équivalente qu'on pourra suggérer ; qu'ils ne voient pas dans cette proposition une tentative de brimade, mais un effort sincère de compréhension ; le doute, qui ronge la foi, nourrit la science ; celle-ci ne demande pas aux radiesthésistes de faire des miracles, mais d'établir des faits incontestables, dont l'analyse se prête aux méthodes scientifiques.

Tout ceci, en attendant qu'on ait trouvé un indicateur indépendant de la sensibilité humaine : au temps où Galvani manifestait les actions électriques par les contractions musculaires des grenouilles, les théories les plus abracadabrantes se succédaient sans que la question avançât d'un pas ; le jour où Volta supprima la grenouille, tout s'ordonna scientifiquement. La radiesthésie attend son Volta.

Le concours de « La Vie catholique »

Cet article était déjà rédigé lorsque j'ai eu précisément connaissance d'une épreuve hautement suggestive ; elle rentre dans le cadre de ces expériences scientifiquement conduites que j'appelle, plus haut, de tous mes vœux, parce que, seule, elles permettront de porter un jugement définitif sur la radiesthésie. Je suis heureux d'en faire connaître ici le principe et les conclusions.

D'accord avec le journal *la Vie catholique*, le docteur Robert Rendu, de Lyon, avait organisé le concours dans les conditions suivantes, d'ailleurs acceptées par l'*Association des Amis de la Radiesthésie* : une masse d'argent monnayé, pesant 850 grammes, serait entreposée successivement dans chacune des dix pièces d'un appartement, et les sourciers, opérant par tels procédés qui leur conviendraient, seraient invités à désigner ces emplacements successifs ; les dix solutions du concours avaient été déposées à l'avance chez un huissier, et dix témoins

constataient que la masse d'argent occupait bien, chaque fois, l'emplacement spécifié.

Le concours eut lieu du 15 août au 15 septembre 1935. Cent dix-sept personnes y prirent part, dont quatre-vingt-six en qualité de radiesthésistes et trente et une autres procédant au hasard. Avant d'en faire connaître les résultats, demandons au calcul des probabilités ce qu'auraient donné les seules lois du hasard.

Pour cela, numérotions les 10 pièces de l'appartement de 0 à 9 ; la masse métallique avait été déposée successivement dans les pièces 5, 6, 0, 8, 2, 4, 3, 9, 1, 7 ; la solution exacte était donc représentée par le nombre 5.608.243.917. Cherchons maintenant combien de solutions étaient possibles, et également possibles : leur nombre est celui des *arrangements* de dix lettres, chiffres ou caractères distincts, dix par dix ; une formule mathématique, dont la démonstration est, d'ailleurs, fort simple, nous apprend que le nombre de ces arrangements s'obtient en effectuant le produit

$$10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 3.628.800$$

Ainsi, pour trouver les dix solutions exactes, en choisissant au hasard, l'opérateur a une seule chance sur 3.628.800 de tomber juste, un peu moins que de gagner le gros lot, avec un seul billet, à la Loterie nationale.

Mais ce même calcul des probabilités permet encore de déterminer le nombre des solutions justes qui seraient obtenues, toujours par le simple effet du hasard ; ce calcul, rapporté aux 86 opérateurs baguettisants ou pendulisants du concours actuel, donne les résultats suivants :

31,562 d'entre eux ne devraient trouver aucune solution juste ;
31,562 devraient trouver 1 solution juste, sur 10 ;
15,824 devraient trouver 2 solutions justes, sur 10 ;
5,332 devraient trouver 3 solutions justes, sur 10 ;
1,720 devraient trouver 4 solutions justes ou plus de quatre.

Confrontons ces résultats théoriques, donnés par les lois des grands nombres, avec ceux qui ont été effectivement obtenus par les 86 radiesthésistes :

31 d'entre eux n'ont obtenu aucune solution juste ;
33 en ont obtenu 1 ;
14 en ont obtenu 2 ;
7 en ont obtenu 3 ;
1 seul en a eu quatre, et aucun n'en a obtenu davantage.

On peut encore présenter ces résultats sous une autre forme : en faisant le total des réussites, on trouve $33 + 14 \times 2 + 7 \times 3 + 4 = 86$, c'est-à-dire exactement le nombre des opérateurs. Ceux-ci, en cas de succès complet, eussent dû totaliser 860 réponses

justes ; la proportion moyenne du succès est donc $1/10^6$, c'est-à-dire rigoureusement celle qu'indique le calcul des probabilités. Les concurrents seraient arrivés exactement à la même moyenne si chacun d'eux, au lieu d'interroger sa baguette ou son pendule, s'était contenté de désigner dix fois de suite le même emplacement.

On ne peut manquer d'être frappé par la remarquable concordance des nombres donnés par le calcul et par l'expérience ; on ne pouvait, d'ailleurs, exiger une identité absolue, puisque le calcul suppose un nombre infini d'opérateurs, tandis que le nombre réel était seulement de 86.

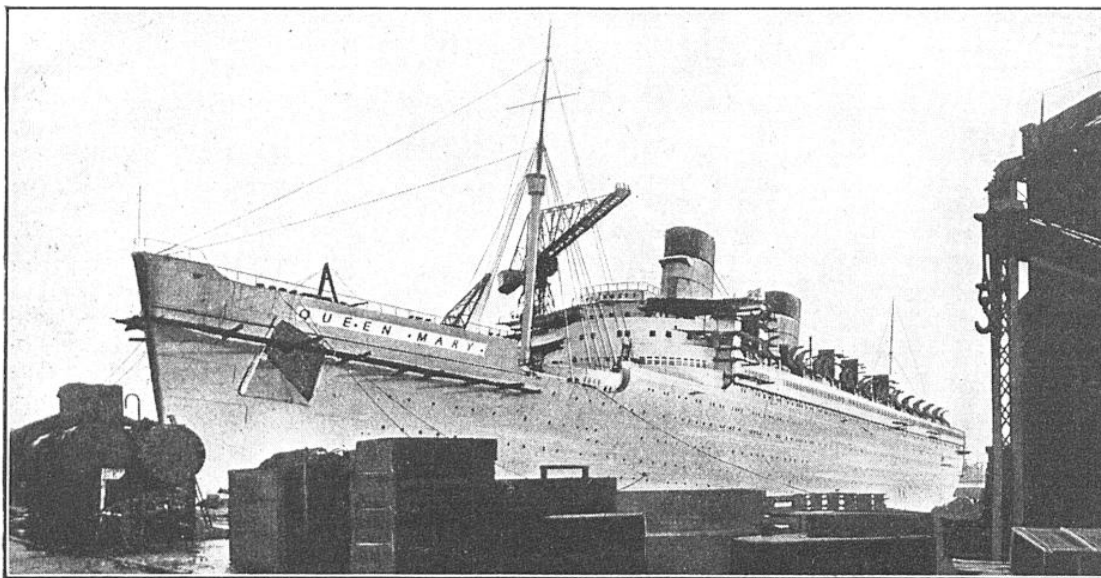
Ces conclusions sont encore renforcées par les résultats des 31 concurrents opérant au petit bonheur : ceux-ci ont apporté, au

total, 25 solutions justes, alors que le calcul des probabilités en prévoyait 31 ; mais on conçoit, sans difficulté, que ce nombre 31 est insuffisant pour que le calcul des probabilités s'applique en parfaite rigueur.

On ne peut donc s'empêcher de conclure, avec le docteur Rendu, que « tout s'est passé, dans ce concours, comme si le pendule avait obéi uniquement aux lois du hasard, et non à des radiations émises par la masse d'argent déplacée ». Je veux bien admettre que d'autres épreuves restent nécessaires pour conclure, définitivement, à l'inefficacité des procédés radiesthésiques ; ces épreuves sont, d'ailleurs, projetées.

L'important, c'est que le problème ait été enfin abordé par des méthodes véritablement scientifiques. L. HOULLEVIGUE.

LA « QUEEN MARY » VA BIENTOT PRENDRE LA MER



Le mercredi 27 mai 1936, le super-paquebot britannique Queen-Mary (1) quittera Southampton pour entreprendre, après une courte escale à Cherbourg, sa première traversée transatlantique. Lancée le 26 septembre 1934 à Clydebank, près de Glasgow, la Queen Mary — que l'on a appelée pendant toute sa construction le « 534 » — termine actuellement ses aménagements intérieurs dans les chantiers de la grande firme écossaise John Brown and Co. Dans ses dimensions générales, — longueur totale, 310 mètres ; tonnage approximatif, 73.000 tonnes, — elle équivaut sensiblement à notre super-liner Normandie (2) — longueur totale, 313 mètres ; tonnage, 75.000 tonnes. Comme le montre la photographie ci-dessus, sa ligne générale diffère au contraire notablement. Les ingénieurs navals britanniques sont restés fidèles à la forme classique des coques, dont la Normandie s'est écartée. Il faut noter, en particulier, l'absence de « bulbe » dont sont dotées les étraves de nombreux paquebots de construction récente. Plus de 7.000 essais ont été effectués au bassin des carènes (3), avec des modèles réduits, pour déterminer la forme de coque la plus favorable. Les superstructures accusent également peu d'innovations au point de vue aérodynamique. Seule, la partie avant, à l'aplomb de la passerelle, a reçu un profilage très étudié. L'appareil propulseur, d'une puissance de 200.000 ch, comprend quatre turbines à engrenages alimentées par vingt-quatre chaudières « Yarrow » à tubes d'eau, timbrées à 28 kg par cm². On sait que l'on a adopté pour la Normandie la propulsion turbo-électrique (4). Chacune des hélices a quatre ailes et pèse 35 tonnes ; le gouvernail pèse 150 tonnes. La Queen Mary est la propriété d'une compagnie nouvelle : la « Cunard-White Star », constituée par la réunion des deux puissantes sociétés d'armement, jusqu'ici concurrentes, « Cunard » et « White Star ». Ses départs alterneront avec ceux de Normandie pour éviter une concurrence ruineuse aussi bien pour les armateurs français que britanniques, et assurer à la clientèle un départ régulier, dans les deux sens, chaque semaine.

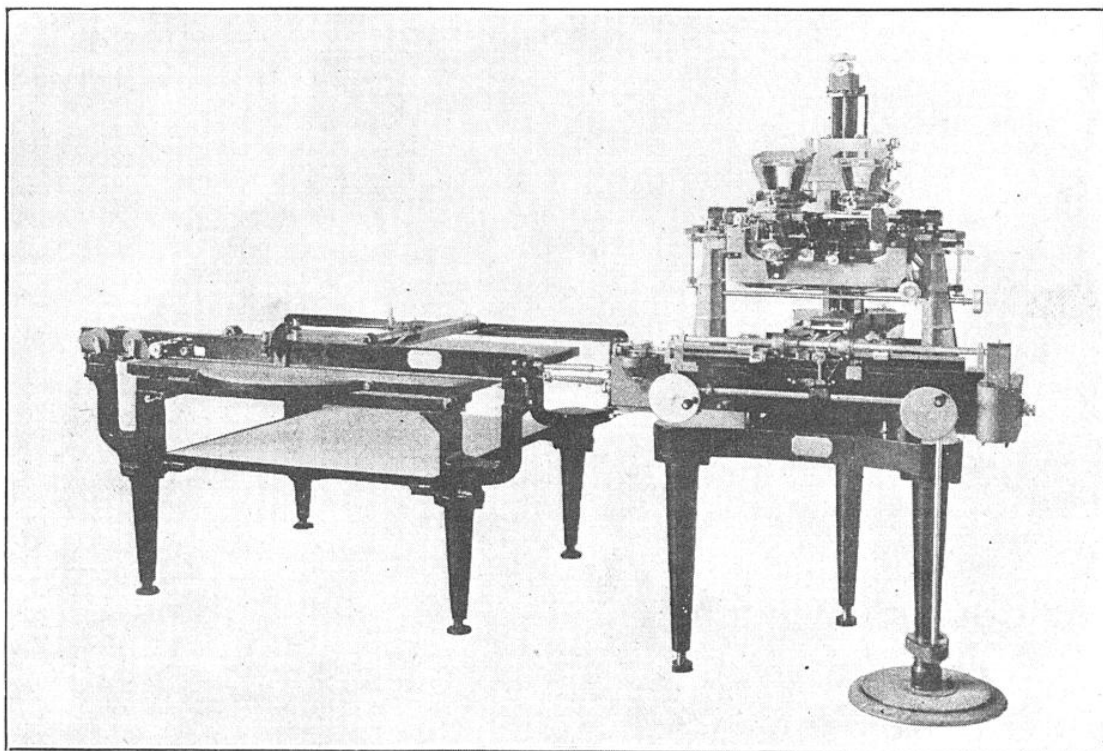
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 210, page 445. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 216, page 511. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 195. — (4) Voir *La Science et la Vie*, n° 207, page 181.

L'APPAREIL DE RESTITUTION « WILD » PERMET DE TRACER AUTOMATIQUEMENT LES CARTES

On sait que la photogrammétrie est une science nouvelle qui consiste à utiliser les photographies pour effectuer des mesures exactes grâce à des appareils de prise de vues et de restitution d'une grande précision. Dans l'étude consacrée aux nouvelles applications de la photogrammétrie (1), un exemple a notamment retenu l'attention des nombreux lecteurs intéressés par cet article. C'est celui de la carte des pyramides d'Egypte (page 146 du n° 218, août 1935, de *La Science et la Vie*), établie par restitution automatique de vues aériennes, dont celle de la Grande Pyramide figure à la page 147 de ce numéro. C'est certainement le meilleur témoignage des derniers progrès accomplis en photogrammétrie. Nous tenons à signaler que

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 218, page 141.

ces vues ont été prises au moyen de la *Chambre aérienne « Wild »* et que la restitution automatique a eu lieu sur l'*Autographe « Wild »* représenté ci-dessous. On sait que ces appareils sont basés sur la « fusion stéréoscopique », c'est-à-dire que les plaques étant placées dans leur position relative, on les observe par l'intermédiaire d'une jumelle binoculaire. Le terrain apparaît alors avec tout son relief, et l'on peut amener en coïncidence avec un point photographié un petit index qui se déplace dans le champ de la lunette. Les déplacements de l'index donnent immédiatement la position horizontale et l'altitude du point considéré. Les appareils « Wild », munis des derniers perfectionnements de la technique la plus moderne, peuvent ainsi fournir du terrain un modelé impeccable



VUE D'ENSEMBLE DE L'APPAREIL DE RESTITUTION AUTOGRAPHE « WILD »

La partie droite comprend les deux chambres dans lesquelles on place le couple de clichés à restituer et le stéréoscope dans lequel on observe l'image en relief fournie par ce couple. Un index, visible dans le champ de ce stéréoscope, peut être placé sur n'importe quel point de l'intersection d'un plan horizontal quelconque avec le terrain vu en relief, en manœuvrant les deux manivelles visibles sur la partie antérieure du bâti. En faisant tourner avec le pied le disque visible sous l'appareil, on fait varier l'altitude du plan horizontal considéré. Un stylet inscripteur, qui se déplace sur la table à dessin, visible à gauche, est relié au mouvement de l'index de telle façon qu'il reproduise à une certaine échelle, réglable, la projection verticale du chemin suivi par l'index. En conséquence, lorsqu'on suit avec ce dernier le terrain vu dans le stéréoscope en manœuvrant les deux manivelles, la courbe de niveau correspondant à l'altitude considérée se dessine automatiquement sur la table.

A TRAVERS NOTRE COURRIER...

Chaque mois, des milliers de lettres arrivent à « La Science et la Vie » de tous les points du monde. Nous nous efforçons toujours d'y répondre avec précision. Mais ce courrier abondant et varié aborde parfois des questions d'ordre scientifique, qui peuvent être portées à la connaissance de tous. Aussi, sous cette rubrique, nous nous proposons de sélectionner les plus intéressantes d'entre elles pour la majorité de nos lecteurs.

La Suisse et l'électrification

DÉPOURVUE de charbon et de pétrole, la Suisse est, par contre, très riche en ressources hydrauliques. La puissance totale susceptible d'être retirée des chutes relativement faciles à aménager étant donné le relief très accidenté du pays est, en effet, évaluée à 1.900.000 kilowatts. Cela représente, pour une superficie de 31.000 km², une puissance de 35 kW par kilomètre carré, qui dépasse considérablement la richesse des autres pays. La Norvège, qui vient immédiatement après la Suisse, ne dispose que de 21,6 kW par kilomètre carré. La France, cependant assez avantagée sous ce rapport, ne pourrait équiper au maximum que 6,7 kW par kilomètre carré.

Le régime des cours d'eau étant différent suivant qu'il s'agit des rivières alpestres, pour lesquelles le glacier joue un rôle prédominant, ou de celles du Jura plus soumises à l'action des pluies et à la fonte des neiges au printemps, le problème de la régularisation de l'énergie se posa rapidement en Suisse. Le grand nombre de lacs devait faciliter la solution de ce problème. La capacité des bassins naturels d'accumulation dépasse, en effet, 1.600 millions de mètres cubes. Leur action bienfaisante a été d'ailleurs complétée par la création de réservoirs artificiels au moyen de barrages.

La puissance aménagée a connu une rapide ascension. De 1891 à 1900 (dix ans), elle ne fut que de 90.000 kW. Puis, en cinq ans (1921-1925), 380.000 kW furent installés. En trois ans (1931-1933), 200.000 kW furent aménagés. De sorte que la puissance totale utilisée dépasse aujourd'hui 1.600.000 kW. De nombreuses centrales sont d'ailleurs en construction. Quant aux usines thermiques, beaucoup moins importantes, elles ne fournissent que 100.000 kW environ.

Les réseaux de distribution se sont développés parallèlement à la production d'énergie. On compte près de 60.000 km de lignes dont 18.600 à haute tension et 45.200 à basse tension. La tension adoptée pour l'interconnexion des centrales est de 150.000 volts qui paraît largement suffisante étant donné les faibles distances reliant les centrales.

La production d'énergie électrique a atteint 5.355 millions de kilowatts-heure en

1933. Quant à la consommation, qui s'est accrue de 8,5 % au cours des deux derniers exercices, elle utilise surtout l'électricité pour les usages domestiques et l'artisanat (1.228 millions de kW h). Au total 4.159 millions de kW h ont été consommés dans le pays et 1.140 millions ont été exportés (56 millions ont été utilisés pour le remplissage des bassins d'accumulation).

La Suisse a su ainsi tirer admirablement parti de ses richesses hydrauliques. Elle n'a pas hésité à investir d'importants capitaux (9,3 milliards de francs en 1933) pour faire bénéficier tout le pays des bienfaits de l'électricité tant au point de vue domestique qu'industriel.

A propos des nouveaux hydravions transocéaniques

VOICI les caractéristiques essentielles de l'hydravion américain (Glenn-Martin) *China Clipper*, qui vient d'accomplir le trajet San Francisco-Philippines (Manille) en cinq étapes, soit au total 12.875 kilomètres en 59 h 37 m, et le même parcours au retour en 64 h 28 m. C'est un quadrimoteur (Pratt et Whitney) de 13 cylindres de 800 ch avec demi-compresseurs et hélices à pas variable. Deux appareils de même type sont en construction. Ainsi, grâce à une organisation méthodique de la « Panamerican Airways », la ligne transpacifique est déjà ouverte sur 13.000 kilomètres. Elle sera bientôt prolongée vers les Philippines et la Chine. Un autre hydravion — le *Sikorsky S.-42* — à 3 moteurs de 700 ch à demi-compresseurs, à hélices à pas variable, à dispositifs hypersustentateurs, exploitera la même ligne. De son côté, l'Allemagne ne reste pas inactive dans ce domaine : les nouveaux hydravions *Dornier (Do.-18)* à huile lourde se préparent à assurer le service sur l'Atlantique Sud. Aux essais, ils atteignent 230 kilomètres à l'heure, alors que les appareils français ne dépassent pas 180. Dans de telles conditions, nous attendrons les résultats de la croisière du *Lieutenant-de-Vaisseau-Paris* (1), qui serait destiné plus tard aux lignes transatlantiques, pour juger de ses possibilités.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 317.

L'artillerie du nouveau cuirassé « Dunkerque »

LES marines militaires sont à l'ordre du jour.

Au moment où le cuirassé s'affirme à nouveau « comme l'expression la plus concrète de la puissance maritime », voici quelques précisions concernant l'artillerie du cuirassé *Dunkerque*, de 26.500 tonnes. Les huit pièces de 330 mm tirent des projectiles de 540 kilogrammes à la vitesse initiale de 1.000 mètres par seconde, alors que, précédemment, le calibre adopté n'était que 305 mm (obus de 410 kilogrammes seulement). L'artillerie de défense contre avions est, d'autre part, l'une des plus perfectionnées qui soit avec pièces automatiques de 12 à 30 mm groupées, pouvant tirer jusqu'à 1.000 coups à la minute.

Sa haute tour de commandement, ses huit grosses pièces massées en tourelles quadruples, constituent une véritable forteresse flottante capable de concentrer les salves sur un même objectif afin de « frapper le premier et de frapper vite avec toute sa force ». C'est de la première salve au but que dépend, le plus souvent, le succès. Il n'y a pas de tourelle de grosse artillerie à l'arrière comme sur les cuirassés anglais.

L'aérodynamisme et les navires

ON sait à quel point les études aérodynamiques ont permis d'améliorer le rendement des avions, des automobiles, des chemins de fer. Ces recherches vont-elles s'appliquer également pour les navires ? Il peut sembler, en effet, que la résistance offerte par l'air à la partie émergée soit négligeable par rapport à celle offerte par l'eau à la partie immergée. Cependant, les superstructures des paquebots rapides se sont considérablement modifiées pour accroître la vitesse. A ce point de vue, un navire à moteurs américain, le *Kalakala*, a été complètement caréné. L'absence de cheminées (on sait que, sur les motorships, on place des fausses cheminées pour conserver aux navires leur ligne habituelle) devait faciliter la tâche. Le *Kalakala* n'est qu'un transbordeur pour voyageurs et automobiles, propulsé par un moteur à 10 cylindres de 3.000 ch, à une vitesse de 18 nœuds.

Le carénage des superstructures a eu non seulement pour effet de diminuer la résistance à l'avancement, mais encore il a permis d'alléger le navire de 215 tonnes. En effet, on a pu utiliser, pour l'enveloppe, la soudure électrique. Dans ces conditions, on a constaté aux essais une diminution de 5 % dans la puissance nécessaire à la propulsion.

Signalons encore que le navire ne contient aucun élément en bois, sauf les sièges ; que la coque et l'enveloppe ont reçu une

double couche de peinture à l'aluminium, et que les soutes contiennent 68 tonnes d'huile lourde, réserve suffisante pour une semaine de service entre les villes de Seattle et de Bremerton, situées sur le Puget-Sound (fjord de la côte américaine du Pacifique, Etat de Washington).

Pourquoi les bombes à oxygène liquide ne furent pas employées pendant la guerre

DANS l'article consacré aux moteurs à air liquide (1) et démontrant leur peu d'intérêt, nous avons signalé, en note, qu'au début de la guerre de 1914 on essaya même d'employer les bombes à air liquide et que les essais n'eurent pas de suite à cause du danger de leur manipulation.

Notre éminent collaborateur, M. Georges Claude, membre de l'Institut, a bien voulu nous adresser quelques précisions au sujet des terribles engins qu'il avait inventés avant 1914 et dont les effets vraiment terrifiants n'ont été égalés que par ceux qui furent réalisés vers la fin de la guerre. Ces bombes, destinées à être lancées par avions, n'étaient pas à air liquide, dont l'effet eût été négligeable pour les raisons mêmes développées à propos des moteurs à air liquide, mais à oxygène liquide et noir de fumée. M. Georges Claude les avait étudiées avant la guerre avec M. d'Arsonval. La pâte explosive était simplement obtenue en plongeant dans un bac plein d'oxygène liquide un certain nombre de sacs en toile contenant du noir de fumée au degré de tassement voulu. Au moment où la France souffrait d'une lourde disette d'explosifs, ces bombes devaient contribuer puissamment, par l'intensité de leurs effets et l'imprévu de leur mise en service, à la démoralisation de l'ennemi. Elles avaient été étudiées et expérimentées devant la Commission supérieure des Inventions (*efficacité, sécurité*) et eussent pu, sans les retards suscités à M. Georges Claude, tomber sur l'ennemi dès la bataille de la Marne. D'ailleurs, pour démontrer l'inanité des objections formulées contre ces bombes, l'auteur, alors officier d'artillerie, tint à exécuter lui-même, dans les Flandres, à Reims et en Champagne, des lancements pendant plusieurs mois, atterrissant plusieurs fois, sans le moindre incident, avec des bombes *non tirées*. Seul, un accident terrible, dont il serait impossible de tirer argument, puisqu'il fut causé par la chute d'une fléchette enflammée au milieu de ces bombes, découragea M. Georges Claude de continuer plus longtemps des efforts pénibles devant l'hostilité officielle.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, page 503.

Les armes antitanks deviennent plus efficaces

LES moyens de défense contre les chars d'assaut se divisent, de même que ceux mis en œuvre contre les gaz, en deux classes : la défense passive et la défense active.

La défense passive consiste à accumuler sur le passage des tanks le maximum d'obstacles constitués par des tranchées, des talus, etc., ou par des mines enterrées (fougasses) qui explosent automatiquement sous les chars. On compte, en Angleterre, que 100 tonnes d'explosif seraient capables de barrer ainsi un front de 7 kilomètres.

Pour la défense active, on utilise des armes spéciales, canons de petit calibre, mitrailleuses et fusils-mitrailleurs de gros calibre. Citons les canons de 47 mm anglais et suédois ; un canon américain de 37 mm ; un canon hollandais à deux tubes interchangeables de 75 et 47 mm ; une mitrailleuse suisse de 20 mm ; une anglaise de 40 mm sur affût ; un canon tchécoslovaque de 70 mm pouvant tirer des balles de 32 mm par adjonction d'un tube spécial.

En France, on distingue actuellement pour ces armes : un fusil spécial de 20 mm, poids 38 kg, épaisseur de blindage traversée, 15 à 16 mm à 500 mètres ; deux mitrailleuses, l'une de 13 mm (110 à 130 kg, 15 à 16 mm à 500 mètres), l'autre de 20 mm (150 à 170 kg, 20 mm à 500 mètres) ; des canons de 31 à 40 mm (200 kg, 20 à 25 mm, à 500 mètres, 15 à 16 mm à 1.000 mètres), et de 44 à 47 mm (250 à 300 kg, 40 mm à 500 mètres, 25 mm, à 1.000 mètres).

Toutes les armes antitanks doivent évidemment lancer leurs projectiles avec une grande vitesse initiale pour accroître leur pouvoir de pénétration. On pourrait envisager d'après l'Allemand von Xylander, une vitesse initiale de 1.500 mètres par seconde pour un fusil de guerre de calibre courant !

A propos des automobiles américaines

IL est vrai que, dans les automobiles américaines fabriquées en France, n'entrent pas d'aciers ou d'alliages en provenance des Etats-Unis. Vous nous demandez si ces voitures sont aussi solides que celles importées : il faudra attendre que les véhicules de marque étrangère construits dans les usines françaises aient subi l'épreuve du temps. C'est à l'usage qu'on se rend compte de la valeur d'une fabrication. Il est non moins exact que des automobiles de marques américaines présentent, en effet, moins de stabilité sur nos routes de France qu'en Amérique, lorsque leur vitesse dépasse 100 km-heure. Les causes techniques qui

engendrent ce phénomène sont multiples. Parmi celles-ci figure au premier chef l'étude de la direction.

Voici un bel exemple, au Japon, de travail ferroviaire

NOUS avons signalé (1) la modification de l'écartement de la voie ferrée entre Hsin-King et Kharbine (Mandchoukovo), qui fut réalisée en trois heures seulement sur une distance de 240 kilomètres. Ce travail était destiné à éviter un long transbordement et à mettre le port japonais de Dairen, sur le Pacifique, en liaison directe avec Kharbine, centre du réseau des chemins de fer de la Mandchourie du Nord. Voici quelques détails sur la méthode de mise en œuvre pour effectuer ce travail.

L'ancien écartement ne dépassant le nouveau (1 m 44) que de 9 millimètres, on ne pouvait songer à installer un troisième rail. Les travaux préliminaires consistèrent, sans arrêter le trafic : à vérifier les traverses et à remplacer les mauvaises ; à recouper les rails dans les courbes pour tenir compte des modifications de longueurs ; à enlever le maximum de « tirefonds » maintenant le rail à déplacer ; à graisser tous les écrous pour faciliter leur démontage.

A l'heure prévue, 4.000 agents des chemins de fer mandchous, assistés de 600 sapeurs de l'armée japonaise et de 900 manœuvres auxiliaires, commencèrent le travail. Les rails russes, de 25 à 30 kilogrammes par mètre, ont été remplacés par des rails de 45 kilogrammes. Sur les ponts (à voie unique), les deux rails ont été déplacés pour maintenir l'axe de la voie à son emplacement.

Cette modification a permis de réduire à 12 h 28 m la durée du trajet de Dairen à Kharbine (934 kilomètres), soit un gain de 6 heures. Le trajet Hsin-King-Kharbine (240 kilomètres) n'exige plus que 3 h 58 m au lieu de 7 h 30 m.

Avion contre cuirassé

IL est exact qu'aux dernières manœuvres exécutées (fin 1935) par la flotte britannique devant Alexandrie, la défense des bâtiments de combat eut à s'exercer contre les attaques aériennes. Non seulement la mobilité des navires attaqués se révéla efficace, mais surtout le camouflage perfectionné, grâce aux nouveaux procédés d'émissions fumigènes, contribua à « dérober » l'escadre anglaise aux « vues » des escadrilles aériennes de la « Royal Air Force ». Le duel entre l'arme aérienne et l'arme navale va mettre en œuvre des moyens techniques d'attaque et de défense de plus en plus perfectionnés et de plus en plus puissants. Nous ne manquerons pas d'en enregistrer les phases.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 57.

VOICI « GUIDONIA », CENTRE AERONAUTIQUE ITALIEN LE MIEUX OUTILLÉ DU MONDE !

Par le général du génie aéronautique FERRARI

DIRECTEUR SUPÉRIEUR
DES ÉTUDES ET DES EXPÉRIENCES AU MINISTÈRE DE L'AÉRONAUTIQUE (ROME)

L'aviation — malgré des progrès aussi rapides que prodigieux — constitue une « science » encore jeune, qui, pour progresser, a besoin du concours permanent du laboratoire de recherches où se poursuivent méthodiquement les études expérimentales et les essais de contrôle qui doivent aboutir à « fixer » successivement les étapes de cette technique aéronautique toute nouvelle en voie d'évolution. C'est pour permettre aux nombreux techniciens spécialisés dans les domaines si variés et si complexes de la construction des appareils aériens que le gouvernement italien vient d'établir, à grands frais, le plus puissant organisme centralisé pour les recherches aéronautiques. C'est le « centre » de Guidonia, construit aux portes de Rome, qui renferme l'outillage le plus perfectionné — parce que le plus précis — pour étudier scientifiquement et pratiquement tout ce qui concerne l'aérodynamique et l'hydrodynamique, aussi bien au point de vue de la propulsion mécanique qu'à celui des formes les mieux appropriées à cette propulsion. Les vitesses atteintes aujourd'hui par des machines aériennes volant à plus de 700 kilomètres à l'heure posent, en effet, à l'ingénieur, des problèmes particulièrement difficiles à résoudre et lui imposent, par suite, des solutions rigoureuses dont dépendent les qualités mêmes de l'avion de demain, de plus en plus rapide : super-vitesse, sécurité, résistance des matériaux (mécanique et chimique), rendement thermodynamique, autonomie, appareils de précision pour le pilotage comme pour le tir (instruments optiques de visée), photographie aérienne et cinématographie, conditions de résistance physiologique des pilotes, etc. Cette simple énumération suffit à montrer l'immensité du champ ouvert à l'imagination créatrice dont l'aboutissement logique doit être la machine la plus parfaite — à tous points de vue. Le général Ferrari a bien voulu présenter lui-même, pour La Science et la Vie, l'œuvre magistrale qui fait honneur à l'Aéronautique italienne, l'une des premières du monde.

G. B.

Le problème du vol mécanique, une des grandes conquêtes de l'humanité, a été réellement résolu depuis peu, alors que la science et l'industrie avaient déjà atteint les remarquables progrès que tout le monde connaît. Si les premières solutions du problème furent imparfaites, la science et la technique, grâce à leurs nombreuses ressources, ont vite accéléré le rythme des perfectionnements apportés à « la machine volante ». Cette évolution a été, pendant la guerre européenne 1914-1918, particulièrement favorisée par les applications militaires et, tout de suite après, par le développement, dans des buts civils, de la navigation aérienne. Voilà comment on est arrivé, aujourd'hui, à la création d'armées aériennes de plus en plus importantes, à la constitution et au grand développement des entreprises de navigation aérienne.

En Italie, comme en France et dans la

plupart des grandes nations, les appareils, leurs moteurs — comme leurs accessoires — sont presque exclusivement conçus, construits, mis au point par l'industrie privée. Néanmoins, de très grandes institutions et établissements techniques d'Etat ont été partout créés pour les recherches, les applications, les épreuves, les contrôles, la surveillance technique de la production industrielle. En effet, l'établissement rationnel des machines volantes, militaires ou civiles, présente de grandes difficultés faisant appel, pour leur solution, aux problèmes les plus complexes de l'art de l'ingénieur. Citons notamment le choix des matériaux, la perfection dans la fabrication, la limitation du poids et de l'encombrement, la recherche de la puissance, de la sécurité, de la vitesse, du rayon d'action, etc.

Les installations techniques italiennes étant devenues insuffisantes, le gouverne-

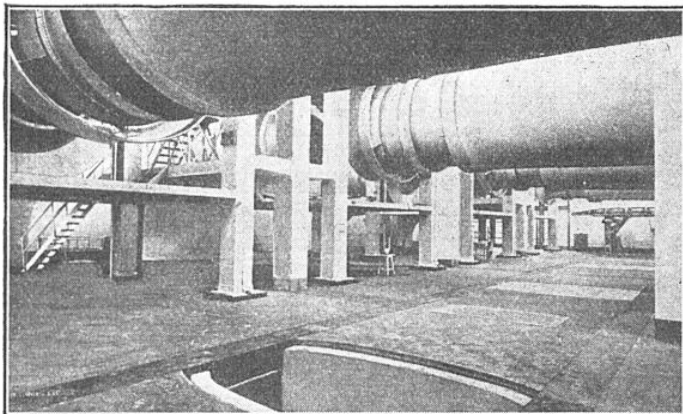


FIG. 1. - LES DIFFUSEURS DES QUATRE GALERIES IDENTIQUES DE LA SOUFFLERIE DU CENTRE EXPÉRIMENTAL DE GUIDONIA

ment fasciste a décidé la création (1932-1935) du Centre d'études et d'expériences aéronautiques de Guidonia (à 27 kilomètres de Rome). Il a voulu établir un organisme complet et capable de s'agrandir pour suivre le développement de la technique moderne et étudier les perfectionnements de l'avenir.

S. E. Mussolini inaugura le Centre le 27 avril 1935, lui donnant le nom de « Guidonia », en souvenir de l'œuvre remarquable du général du génie aéronautique Alexandre Guidoni, mort le 27 avril 1928 à la suite d'un accident d'aviation. Cette véritable « cité aéronautique » comprend :

1° Le centre expérimental de Montecelio, destiné aux essais en vol des prototypes d'avions et des moteurs ;

2° Le centre d'études proprement dit, qui n'est autre que le nouveau siège de la Direction supérieure des Etudes et des

Expériences du Ministère de l'Aéronautique ;

3° L'établissement des Constructions aéronautiques, réservé à la production de quelques prototypes d'avions et aux réparations du matériel d'aviation de toutes sortes. Il a remplacé l'ancien établissement de Rome, qui portait le même nom et qui construisait les ballons sphériques, les « drachen », et presque tous les dirigeables italiens ;

4° Une petite ville destinée à la résidence du personnel militaire et civil en service à Guidonia.

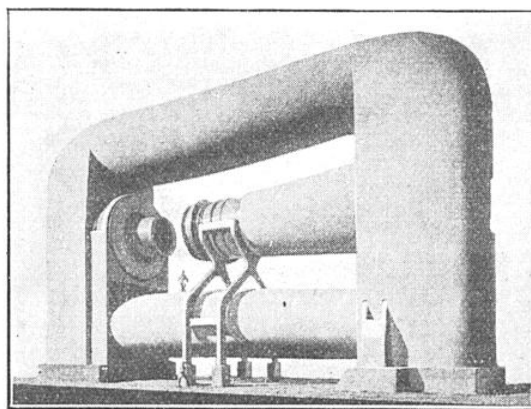


FIG. 3. — MODÈLE DE LA GRANDE GALERIE, TYPE « CROCCO », DU CENTRE DE GUIDONIA

Diamètre de la galerie, 3 m ; vitesse de l'air, 360 km/heure ; puissance utilisée, 1.800 ch.

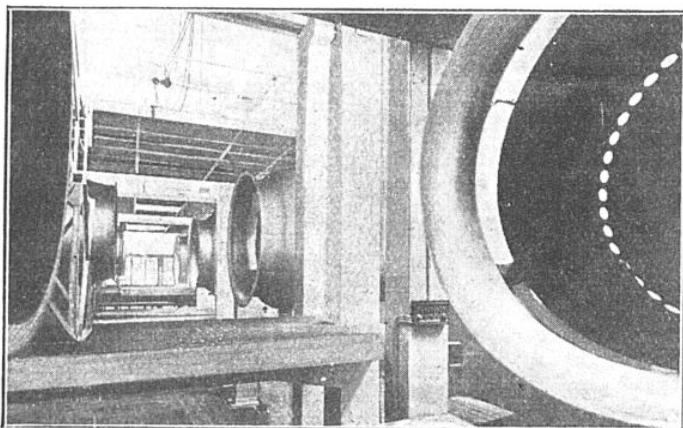


FIG. 2. — SALLES D'EXPÉRIENCES DES QUATRE GALERIES
Diamètre, 2 m ; vitesse du vent, 250 km/heure ; puissance, 450 ch.

La radio et l'aviation

Le département de la radio joue un rôle de plus en plus important en aviation. Aussi dispose-t-il, pour ses recherches, de vastes locaux, laboratoires, ateliers, bureaux et magasins judicieusement aménagés.

Une installation complète de générateurs électriques (haute et basse tension), un réseau abondant de conducteurs électriques fournissent aux laboratoires et aux ateliers de montage du courant continu à basse et haute tension (de 4 à 10.000 volts) et du courant alternatif à tension variable, ainsi que du courant

à fréquence « musicale » (1) de 500 périodes.

L'outillage de ces laboratoires est le plus perfectionné qui soit actuellement. La technique radioélectrique et électroacoustique permet d'y effectuer les mesures, le contrôle des appareils émetteurs et récepteurs de bord ou à terre, — qu'ils soient à ondes longues ou à ondes courtes et même ultra-courtes, — des tubes électroniques de petite et grande puissance, des matériaux isolants, etc. On y effectue également les recherches pour les appareils spéciaux (radiogoniomètres), les dispositifs d'atterrissage par temps de brume, de radiotélécommande, de transmission des images ; on y examine les matériaux les plus variés utilisés, pour se rendre compte de leurs propriétés du point de vue de l'absorption du son de différentes origines.

Optique photographique

Les laboratoires d'optique, merveilleusement équipés, sont destinés aux études théoriques et pratiques des objectifs pour la photographie aérienne, des filtres optiques, des lunettes, des collimateurs et appareils de pointage, des phares et signaux, etc. On y a logiquement adjoint les mesures photométriques et les applications de la photogrammétrie à l'aéronautique. Quant aux laboratoires de photochimie et de sensimétrie, ils s'occupent plus particulièrement des produits utilisés en photographie, des émulsions sensibles et des filtres de

lumière. Grâce à cette organisation scientifique, on peut mettre au point, sous le contrôle éclairé de la direction des études, les prototypes des appareils et des installations de bord, la photographie nocturne, la photographie à grande altitude et par rayons infrarouges, c'est-à-dire toutes les inventions nouvelles relatives à l'optique.

Les instruments de bord

Tous les problèmes concernant le contrôle du vol, la respiration et le réchauffement à haute altitude, la lutte contre l'incendie, les vibrations, font l'objet d'études spéciales. Altimètres, barographes, inhalateurs d'oxygène, indicateurs de vitesse, téléthermomètres (eau et huile), manomètres (pour l'huile et l'essence), indicateurs de niveau d'essence, boussoles, sextants, chronomètres,

vibrographes, etc., sont ainsi minutieusement essayés avant d'être utilisés.

Une magnifique collection des meilleurs et des plus modernes instruments de bord et de navigation, aussi

bien italiens qu'étrangers, est réunie dans une salle d'exposition particulière.

La chimie et la technologie des matériaux

Les carburants, les lubrifiants, les vernis, en un mot tous les matériaux utilisés dans les constructions aéronautiques sont scientifiquement étudiés au laboratoire. Particulièrement développées sont les installations

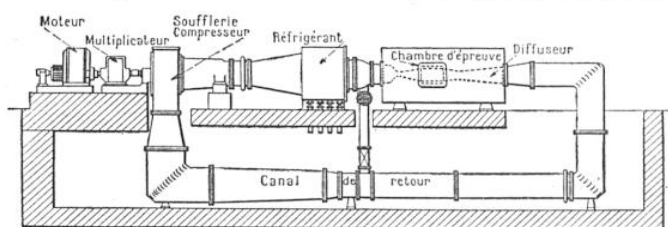


FIG. 4. - SCHÉMA DE LA SOUFFLERIE A VITESSE SUPERSONIQUE (2) DU CENTRE AÉRONAUTIQUE DE GUIDONIA

(1) L'ensemble des fréquences musicales est constitué par l'intervalle entre 16 et 5.000 périodes.

(2) N. D. L. R. — Les tunnels à très hautes vitesses présentent un intérêt tout particulier aussi bien au point de vue théorique que pratique. En effet, l'écoulement d'un fluide, par exemple de l'air, possédant, par rapport aux parois qui le limitent ou aux obstacles qu'il rencontre, une vitesse supérieure à celle du son (340 mètres par seconde) présente des particularités nettement distinctes de celles observées aux faibles vitesses. On le conçoit, c'est la balistique qui se trouva la première en présence de ce problème, pour l'étude de la résistance offerte par l'air aux projectiles et au comportement de ceux-ci sur leur trajectoire. Or, il faut convenir que l'aérodynamique « supersonique » ne constitue pas encore un domaine bien exploré, d'où la nécessité d'établir des tunnels spéciaux où le courant d'air ait une vitesse égale ou supérieure à celle du son. Il ne faudrait pas croire, en effet, que ces vitesses ne soient jamais atteintes dans la pratique. Ainsi les extrémités des pales des hélices d'avions se déplacent à plus de 300 mètres par

seconde; de même la vitesse des gaz d'échappement d'un moteur dépasse 400 mètres par seconde.

Les anomalies constatées dans l'aérodynamique « supersonique » proviennent du fait suivant : dans les calculs établis pour des vitesses « subsoniques », on admet que l'air est incompressible, et voici pourquoi : la vitesse de propagation de la compression d'une couche d'air au voisinage d'un objet qui se déplace est précisément égale à celle du son. Il n'y a donc pas, en réalité, de compression, mais propagation d'une onde en avant de l'objet, à raison de 340 mètres par seconde. Si cet objet atteint la vitesse du son, la compression se produit et il faut faire intervenir la compressibilité de l'air. Parmi ces anomalies, signalons, par exemple, que la vitesse d'écoulement d'un fluide — qui varie en raison inverse de la section de passage qui lui est offerte, pour des vitesses « subsoniques » — varie au contraire dans le même sens que la section, pour des vitesses « supersoniques ». Autre anomalie : aux vitesses supérieures à celle du son, le fluide réchauffe un obstacle rencontré au lieu de le refroidir, comme dans le cas des vitesses inférieures

pour les essais technologiques des matériaux, où l'on peut exécuter des épreuves statiques et des épreuves à la fatigue, relever les caractéristiques des matériaux à haute et basse température. Citons encore des laboratoires physico-chimiques de radioscopie, de radioactivité, de photométrie ; des laboratoires de métallographie (pour micro et macro-structures, pour les traitements thermiques, pour les soudures, pour les épreuves à la corrosion, pour les revêtements protecteurs des métaux, etc.).

Voici l'aérodynamique

Les installations concernant les études aérodynamiques comprennent six souffleries :

(360 km/heure) avec un groupe électrique de 1.800 ch, est employée pour des recherches spéciales avec des modèles plus grands.

La sixième galerie (verticale), en ciment armé, 3 mètres de diamètre dans la veine, 30 mètres à la seconde (108 km/heure) obtenus avec un groupe électrique de 150 ch, est exclusivement réservée aux études du comportement des avions aux grandes incidences, en autorotation et dans la vrille.

Soufflerie aérodynamique à vitesse supersonique

La tendance de l'aviation vers les vitesses toujours plus élevées, plus aisément réalisables aux grandes altitudes, par suite de

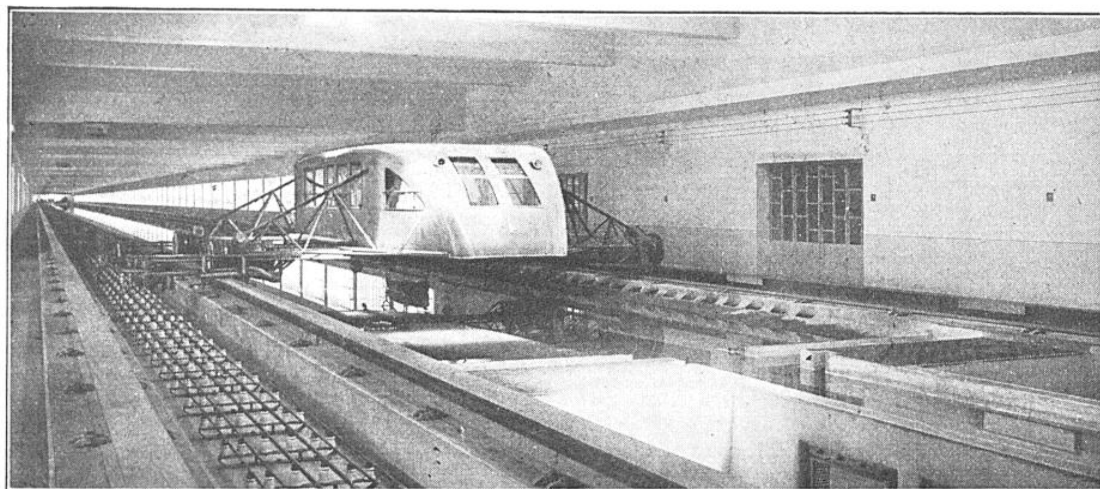


FIG. 5. — ENSEMBLE DU BASSIN HYDRODYNAMIQUE DU CENTRE DE GUIDONIA ET DU CHARIOT SERVANT A ENTRAINER LES MODÈLES DE COQUES OU DE FLOTTEURS A ESSAYER.

quatre galeries en ciment armé, identiques, permettent d'obtenir, d'après les calculs, rapidement les résultats des recherches poursuivies sur les modèles d'avions. Le diamètre de chaque galerie est de 2 mètres dans la veine d'air ; la vitesse du vent, de 70 mètres à la seconde, soit à peu près 250 km/heure, obtenue par un groupe électrique de 450 ch.

La cinquième galerie en ciment armé, à double retour, 3 mètres de diamètre dans la veine, 100 mètres de vitesse à la seconde

la réduction de la densité de l'air, met à l'ordre du jour la navigation stratosphérique, qui se propose de voyager au-dessus de 10.000 mètres. On a donc étudié une galerie capable de réaliser en même temps, soit des vitesses très élevées, soit des dépressions correspondantes aux grandes altitudes. Cette galerie est presque achevée à Guidonia. Elle permettra d'examiner les modifications des phénomènes aérodynamiques provenant de la compressibilité de l'air lorsqu'on atteint des vitesses de l'ordre de celle du son

Comment serait alors résolu le refroidissement du moteur d'un avion à de très grandes vitesses ? Nous reviendrons d'ailleurs prochainement sur l'étude fort curieuse et inédite de ces phénomènes.

Toutes ces raisons militent en faveur de l'organisation d'études systématiques de l'aérodynamique « supersonique » et, par suite, de l'établissement de tunnels spéciaux comme celui du centre « Guidonia ».

truit une soufflerie où la vitesse atteint 1,5 et 2 fois celle du son ; que Briggs, Hull et Dryden, en Amérique, Prandtl et Ackeret en Allemagne, ont également établi des souffleries de ce genre. En France, M. Santon a entrepris l'étude de l'avant-projet d'une soufflerie où la vitesse de l'air atteindrait 205 fois celle du son, ainsi que celle des méthodes d'observation fort ingénieuses des phénomènes enre-

et même supérieures. Avec une soufflerie à circuit fermé (dans laquelle le même air est toujours ramené dans le circuit par l'intermédiaire d'un conduit de retour), il est possible, au moyen d'une pompe à vide, d'obtenir la basse dépression voulue et aussi une réduction des puissances nécessaires à l'obtention des vitesses supersoniques. Les parties spéciales de cette installation sont : un compresseur (1), un réfrigérant, un canal de transformation thermodynamique et le

bassin de 442 m 50 de long, 6 m 50 de large, 3 m 75 de profondeur, d'une capacité de 10.800 mètres cubes, que représente la composition en couleurs sur la couverture de ce numéro.

Véritable bassin des carènes (1), il comporte d'abord un chariot formant un pont roulant circulant au-dessus de l'eau et entraînant dans sa course les modèles de coques ou de flotteurs soumis aux essais (fig. 6). La longueur du bassin est suffisante pour que

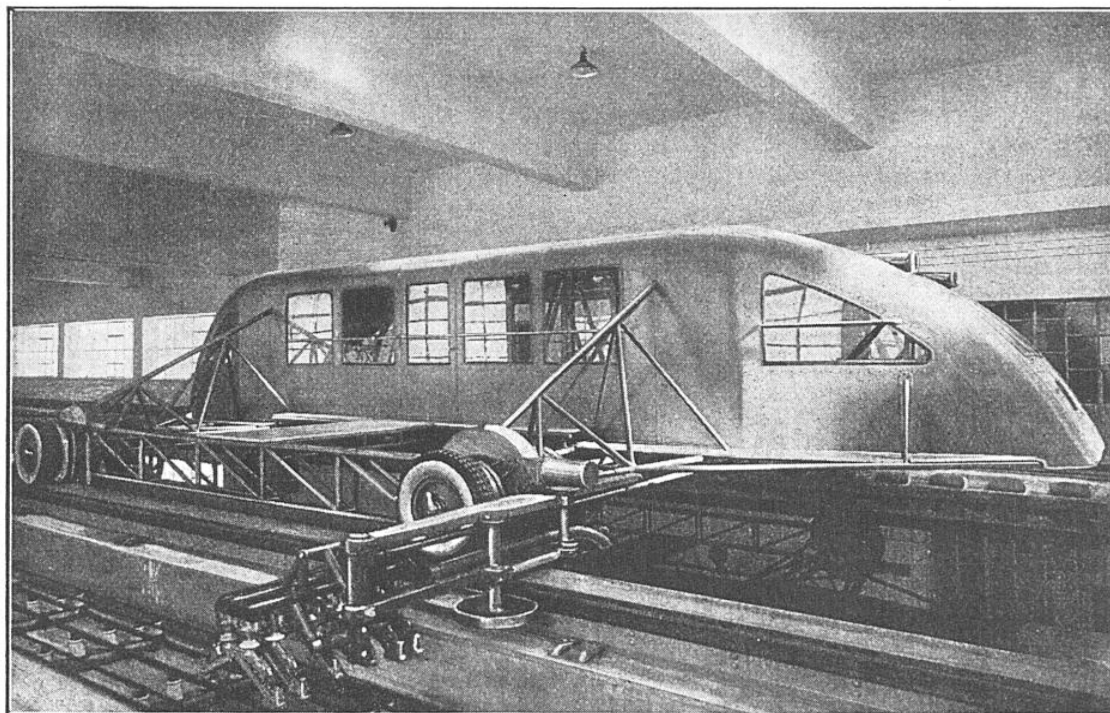


FIG. 6. — VUE LATÉRALE DU CHARIOT DU BASSIN HYDRODYNAMIQUE, DANS LEQUEL LA VITESSE DE DÉPLACEMENT PEUT ATTEINDRE 54 KILOMÈTRES À L'HEURE

conduit de retour. Avec une puissance de 3.100 ch et un vide de $1/5^{\circ}$ d'atmosphère, on peut obtenir, dans une section de surface de $1/4$ de mètre carré, une vitesse supérieure à 2.000 km/heure. Cette installation peut être considérée comme la plus importante et puissante qui existe dans le monde.

Le bassin hydrodynamique

Voyons maintenant comment on peut étudier au centre Guidonia la résistance et la forme des coques ou flotteurs d'hydravions. Pour cela, on a creusé un vaste

(1) L'air est comprimé « adiabatiquement », c'est-à-dire sans échange de chaleur avec l'extérieur. Le travail de la compression se retrouve donc sous forme de chaleur et la température de l'air s'élève.

la vitesse de déplacement du chariot atteigne 15 mètres par seconde (54 km/heure).

Un autre chariot, plus petit, est destiné aux essais de maquettes d'hydravions complets pouvant mesurer jusqu'à 5 mètres d'envergure (fig. 7). A cet effet, la voie sur laquelle il roule est située d'un côté du bassin et la maquette est suspendue à l'extrémité d'un bras. La vitesse de ce chariot est le double de celle du précédent, soit 30 mètres par seconde (108 km/heure).

Le laboratoire hydrodynamique est équipé aussi d'un bassin circulaire (9 mètres de diamètre, 2 m 65 de profondeur) dans lequel, au moyen d'un manège, il est possible d'étu-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 195.

dier les qualités de stabilité et les évolutions des modèles de flotteurs ou de corps immergés.

Une autre installation du laboratoire consiste en une cuve d'eau à circulation, qui a été construite d'après les idées du général Guidoni et qui est destinée aux essais de coques, d'ailes et de corps fuselés en comparaison avec les essais aérodynamiques.

Les deux chariots et les installations qui leur fournissent l'énergie, étudiés et réalisés avec le plus grand soin, sont complétés par des dispositifs de freinage des chariots, de mesure de leur vitesse.

stifs de vol ; des systèmes d'alimentation, de lubrification, de refroidissement (huile et eau) des divers carburants et lubrifiants ; des hélices au banc, etc.

Toutes ces installations sont desservies par une sous-station électrique de transformation et de distribution d'énergie ; une station de distribution de carburant permettant d'effectuer tous les mélanges binaires et ternaires de diverses teneurs ; une station de distribution des lubrifiants de différentes catégories ; un système de distribution d'eau froide et de refroidissement de l'eau chaude ; un dispositif pour éliminer les gaz d'échap-

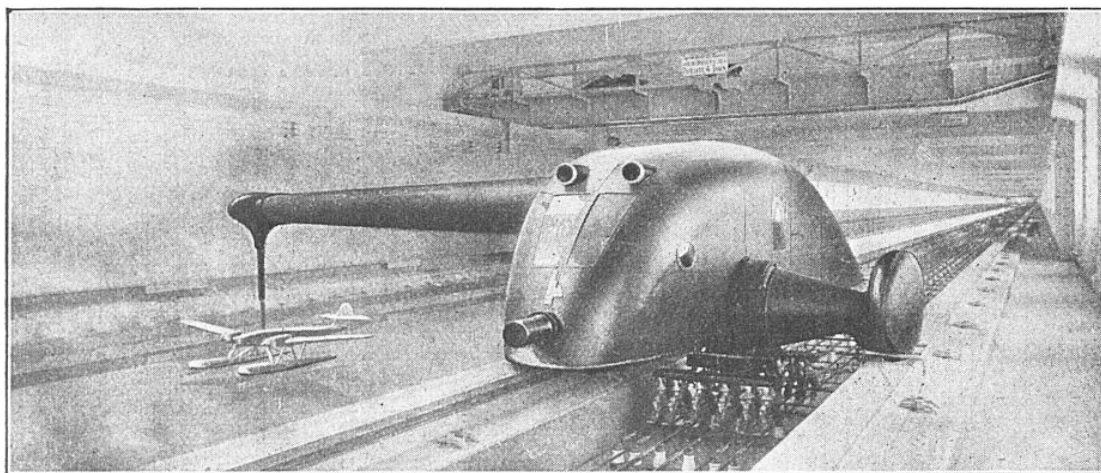


FIG. 7. — DANS CE BASSIN HYDRODYNAMIQUE SPÉCIAL, LES MAQUETTES D'HYDRAVIONS A ESSAYER SONT SUPPORTÉES PAR UN BRAS DU CHARIOT ROULANT LATÉRALEMENT AU BASSIN ET DONT LA VITESSE EST DE 108 KILOMÈTRES A L'HEURE

Au point de vue de la construction en maçonnerie, le bassin n'est pas continu, mais il est divisé en plusieurs tronçons séparés entre eux par des jonctions déformables, dont l'étanchéité est assurée par du plomb. Au milieu du bassin, on peut placer une porte étanche, grâce à laquelle une moitié du bassin peut être vidée, tandis que l'autre moitié peut rester en activité ; ou bien il est possible de maintenir en fonction les deux chariots, chacun sur une moitié du bassin, mais à vitesse modérée.

L'amortissement des vagues soulevées par les modèles en mouvement est assurée par des surfaces inclinées, situées tout le long des bords du bassin.

Les essais de moteurs

A environ un kilomètre, nous trouvons le pavillon des essais des moteurs de tous modèles et de toutes puissances ; des dispo-

pement des moteurs aux essais ; enfin, un service d'extinction d'incendie permanent.

Cet ensemble se complète par des installations de bancs d'essais au frein hydraulique (caractéristiques des moteurs) ; une salle spécialement réservée aux essais de durée des moteurs au banc ; une grande soufflerie pour les essais de moteur refroidis à l'air ; une salle de moteurs monocylindriques pour les essais de carburants ; d'autres encore pour l'examen des petits moteurs, des magnétos, des bougies, des pompes, des tuyauteries, des hélices, etc...

Cette description permet de comprendre pourquoi la cité aéronautique Guidonia constitue — pour la première fois — un ensemble coordonné et complet où les savants et les techniciens pourront étudier scientifiquement tous les progrès réalisés et à réaliser dans tous les domaines de l'aéronautique.

Général FERRARI.

A PROPOS DES DERNIERES EXPÉRIENCES PUBLIQUES DE TÉLÉVISION

Par Charles BRACHET

Les expériences publiques de télévision, poursuivies actuellement à Paris, permettent d'affirmer que les problèmes — si complexes — soulevés aussi bien pour la mise au point du studio d'émission (intensité de l'éclairage, ventilation) que pour le transport des courants modulés à très haute fréquence du studio à l'antenne de la Tour Eiffel et pour l'émission par l'antenne spéciale, sur ondes ultra-courtes (8 mètres), sont loin d'être pratiquement résolus. Dans l'étude ci-dessous, l'auteur commente les résultats déjà obtenus et montre les difficultés techniques qu'il faut vaincre. C'est à cette tâche scientifique que les savants du monde entier consacrent leurs patientes et minutieuses recherches au début de cette année 1936.

JUSQU'ICI perdue dans les balbutiements de l'enfance, la télévision entre dans l'adolescence. M. Mandel, ministre des P. T. T., vient de l'autoriser à faire ses premiers pas dans les rues de Paris. En avril, elle aura, nous dit-on, licence de parcourir à peu près toute l'Ile-de-France, c'est-à-dire un rayon de 60 kilomètres autour de la Tour Eiffel — dont les 300 mètres d'altitude sont les bienvenus pour élonger, autant que faire se peut, les lisières de la jeune technique.

Ces lisières sont de trois sortes.

L'une, la fréquence d'exploration de l'image, est définitivement dénouée. Les procédés d'exploration dépassent en agilité tout ce qu'on pouvait attendre il y a dix ans. L'autre, l'onde hertzienne porteuse, qui doit être « ultracourte », donne encore beaucoup de mal aux techniciens pour être débrouillée. La troisième, le câble destiné à relier le studio à l'antenne, donne lieu à des problèmes assez spéciaux qui, s'ils étaient résolus totalement, permettraient à la télévision de doubler le téléphone privé — idéal imaginé par tous les romanciers de la science et que le public prend à la lettre, avec raison sans doute, encore que prématurément.

Pourquoi l'étranger nous a-t-il distancés ?

L'étranger nous a, d'ailleurs, précédés dans les premiers essais de télévision radiodiffusée. L'Allemagne, les Etats-Unis, l'Angleterre ont déjà éprouvé sur le public des techniques plus ou moins variées (1). Mais cela n'a pas grande valeur démonstrative : c'est dans les laboratoires, non dans les services publics, que, pour l'instant, se couvent

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 179.

encore lentement la plupart des progrès à venir. L'éclosion semble prochaine. Logiquement, tout de suite après, viendra l'essor.

Le grand mérite de notre ministre sera d'avoir tout agencé pour que la France puisse suivre le train sans trop de retard.

L'on rechercherait, en effet, vainement, dans notre pays, les merveilleux laboratoires aux centaines d'ingénieurs-chercheurs (ceux de l'américaine *Bell Telephone Co*, par exemple), qui ont permis à l'étranger de mettre au point certains procédés dont ils gardent ou vendent fort cher l'avantage. Grâce à la ténacité d'un inventeur français, M. Barthélemy, une firme française, la *Compagnie des Compteurs*, a pris, voilà quelques années, l'initiative de recherches pratiques en matière de télévision. D'autres ont suivi l'exemple, parmi lesquelles il faut citer *Le Matériel téléphonique*. Chacun avec ses moyens, chacun cédant aux tendances de sa spécialité, on est arrivé, comme toujours, par la méthode bien française du système « débrouille ». On a créé des caméras à « roues de Nipkow » (1) et des systèmes d'exploration à miroirs tournants, tant pour la prise de vue que pour la réception. Puis on a réservé ces « mécaniques » à la seule émission, tandis qu'à la réception tout le monde adoptait le fameux « tube cathodique de Braun » (2) — à peu près universellement utilisé, après qu'un physicien de pure roche française, M. Hollweck, l'eût adapté de toutes pièces à cette fonction de récepteur. Seulement, Hollweck travaillait avec son collaborateur Chevalier à l'*Institut du Radium*, M. Barthélemy à Montrouge et d'au-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 26.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 188, page 92.

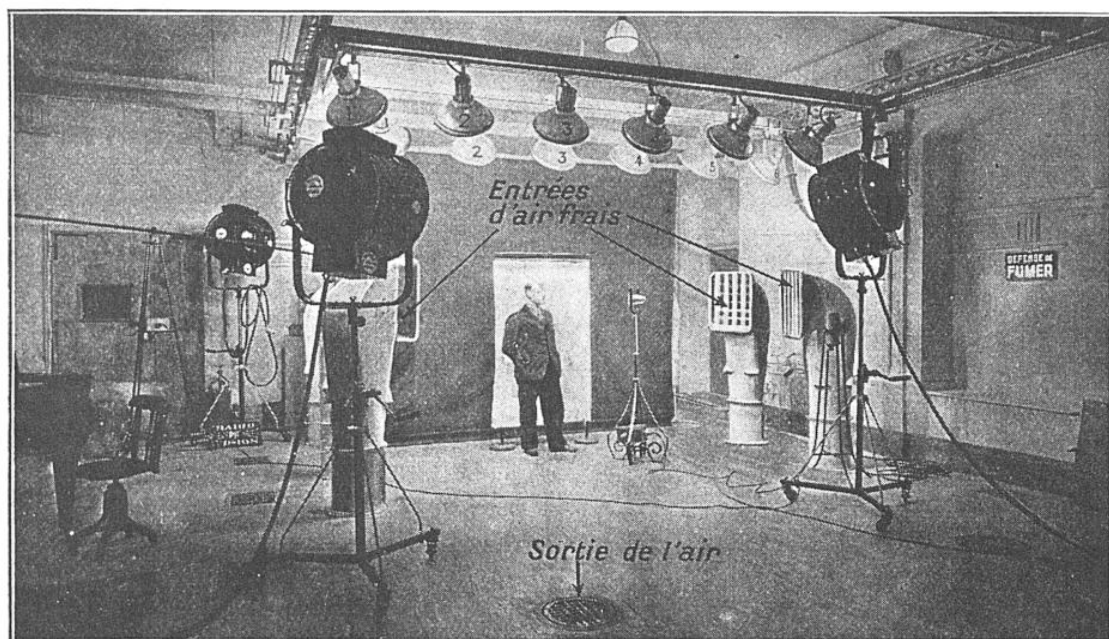


FIG. 1. — LE STUDIO DE TÉLÉVISION DU MINISTÈRE DES P. T. T.

On aperçoit les puissants projecteurs mobiles, les uns isolés, les autres formant une rampe sur « pont roulant ». La ventilation est également indiquée par la situation des manches d'entrée de l'air frais. Le second plan (avec un personnage) forme la « grande scène » pouvant encadrer plusieurs acteurs. La « petite scène » est au premier plan. La photographie a été prise du « point de vue » de la camera, placée dans une pièce séparée par une glace formant cloison.

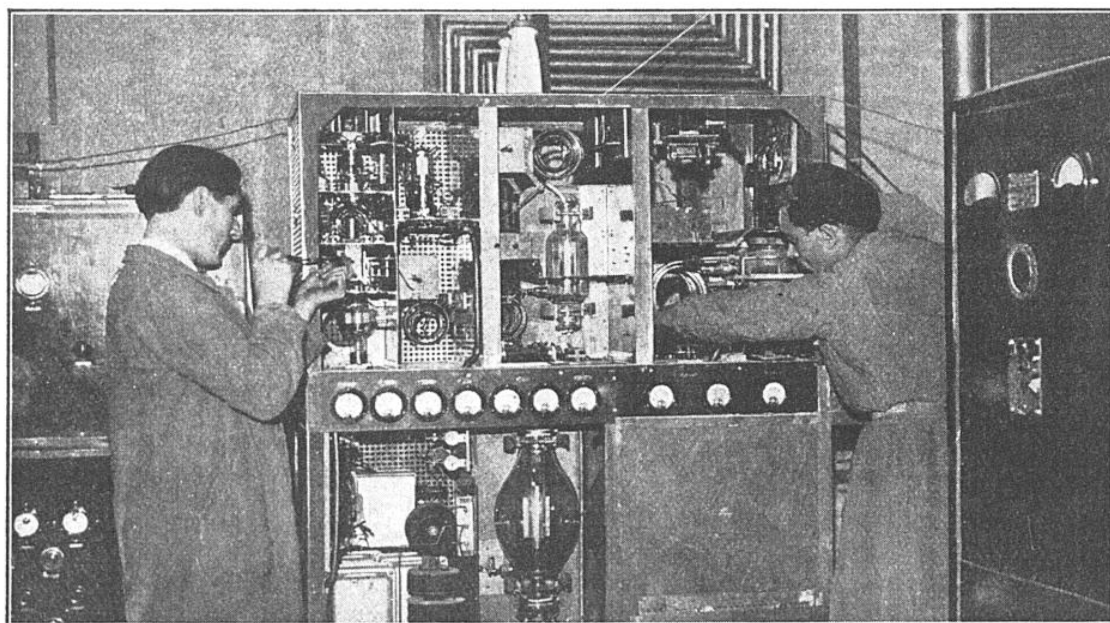


FIG. 2. — LE POSTE D'ÉMISSION PROPREMENT DIT, AU PIED DE LA TOUR EIFFEL

L'un des appareils qui reçoivent les courants modulés amenés par câble depuis le studio des prises de vues, les amplifient et les envoient à l'antenne.

tres ailleurs. On ne cite même plus Hollweck comme le créateur du système. Toutefois, il y a un progrès : MM. Chevalier et Barthélemy ont pu collaborer.

Demain, ou après-demain, on s'apercevra que le système purement électromagnétique Farnsworth ou l'iconoscope Zworykine, décrits ici même (1), sont infiniment supérieurs à l'antique « roue de Nipkow » pour la prise de vue, comme le tube de Braun, adapté par Hollweck, l'était pour la livraison de l'image aux yeux du spectateur-amateur. On verra cela. Mais nous n'aurons toujours pas de grand laboratoire spécialisé, travaillant dans l'harmonie de tous les efforts, avec des moyens qu'il faudrait grands, à défaut de grandioses.

Ceci étant dit, reconnaissons que les services publics ont bien fait tout ce qu'ils pouvaient, que leur initiative est louable. Aussi bien, marquons le point où ils ont porté la télévision en France, en décrivant succinctement leur œuvre.

Le studio-modèle de la rue de Grenelle

Le studio d'émission, d'abord.

Etabli au rez-de-chaussée du ministère des Postes, rue de Grenelle, le studio de prises de vue a été agencé avec une rapidité exemplaire dès qu'au mois d'avril dernier M. Mandel eut décidé d'inaugurer la télévision par des émissions à 60 lignes, transmises par une onde de 160 mètres, avec une puissance réduite de 200 watts. Ces émissions ne prétendaient être que des essais.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 215.

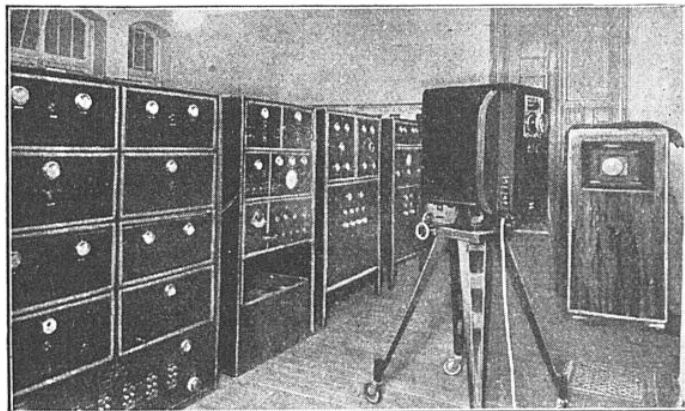


FIG. 3. — AU STUDIO DE TÉLÉVISION

Au centre : la camera de prises de vues. — A gauche : le poste d'amplification et de modulation du courant destiné au câble qui relie le studio et la Tour Eiffel. — A droite : un poste récepteur de contrôle. (L'image télévisée se forme au fond de la lucarne ménagée vers la partie supérieure du meuble.)

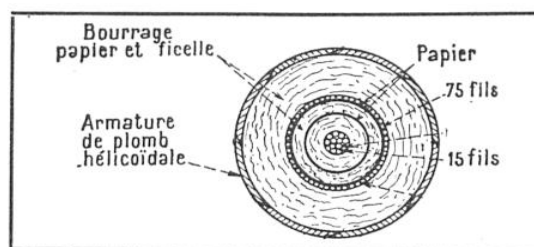


FIG. 4. — COUPE DU CABLE DE « MODULATION » QUI RELIE LE STUDIO A LA TOUR Cette coupe ne nécessite aucune autre explication que celles contenues dans le texte de l'article. Une seule remarque : le rapport du diamètre du conducteur central (à 15 fils) et du diamètre du conducteur concentrique (75 fils) constitue essentiellement la caractéristique du câble. Ce rapport est, ici, respecté à l'échelle du dessin.

Le matériel émetteur fut perfectionné. Comme il l'avait promis, M. Barthélemy livrait, en septembre, des appareils capables de transmettre l'image à 180 lignes. La camera comporte une roue de Nipkow à 180 trous, d'un diamètre de l'ordre du centième de millimètre, dont les rayons visuels balayent la scène à transmettre à raison de 25 images par seconde.

La roue tourne dans le vide. L'appareil est mécaniquement parfait. Si l'on songe que la moindre poussière suffit à obturer les trous minuscules de la roue, il faut admirer la réalisation qui permet à une même camera de tourner quasi indéfiniment, sans panne. Le système est robuste.

Le problème de l'éclairage devient, — on le conçoit, — dans ce système, absolument primordial. Le studio des P. T. T. est admirablement organisé à cet effet : il comprend d'abord six projecteurs de 5 kW chacun, dont deux sont affectés à l'éclairage de premier plan et les quatre autres à l'éclairage de second plan. Un pont roulant, supportant douze projecteurs de 1 kW permet d'éclairer les artistes à des distances variables de la camera, avec, toutefois, une « profondeur » de vision ne dépassant pas 9 mètres. C'est très bien pour un plateau de spectacles télévisés dont le programme ne saurait comporter, de longtemps, que de très menus sketches. La télévision spectaculaire directe n'est pas près de concurrencer le cinéma ; et, rappelons-

le, c'est l'argument essentiel des partisans du télécinéma transmis sur films préparés avec plus ou moins de retard entre l'événement et sa transmission télévisée. Cette technique est, probablement, la seule qui s'avérera *pratique* pour la diffusion publique des événements à grande échelle, bref, *réels*. Mais, pour l'instant, nous n'en sommes qu'aux scènes à deux acteurs — voire aux monologues, prestidigitations, etc.

La puissance totale de 48 kilowatts éclairant ces spectacles — non pour leur intérêt, mais à titre expérimental, ainsi qu'on voit — serait insupportable aux malheureux artistes et la température du studio atteindrait 58 degrés centésimaux sous le rayonnement des projecteurs, si un système de réfrigération ne la ramenait à 28 degrés, par ventilation d'air. Huit manches d'aération débouchent du parquet et insufflent l'air frais à la hauteur des visages (1 m 50); quatre de ces bouches jalonent une « petite scène » et les quatre autres, une « grande scène ». L'air entre à 9 degrés. Le volume de la salle est renouvelé quatorze fois par heure.

La camera de prises de vues est placée dans une salle extérieure au studio, sur lequel elle prend vue à travers une glace isolant les acteurs du bruit provenant des moteurs de la camera — car l'émission est, naturellement, sonorisée.

La camera, étant isolée du spectacle, se relie donc avec toute l'aisance possible aux appareils amplificateurs qui reçoivent le courant photoélectrique modulé par sa cellule et le transmettent par câble au poste émetteur situé au pied de la Tour Eiffel — dont le sommet porte les antennes rayonnant sur 8 mètres de longueur d'onde.

Le problème du transport de la modulation du studio à l'antenne

Au sortir des amplificateurs, le courant électrique modulé présente des fréquences variant constamment sur une marge d'environ 1 million de périodes : tel est, en effet, l'ordre de grandeur de la « bande de fréquences » dont il faut disposer en télévision

pour moduler convenablement une image à 180 lignes. Et c'est ce courant qui doit être porté sans déformation, par le câble, du studio à la Tour.

La fréquence zéro correspond aux plages blanches, ou tout au moins uniformes, de l'image. Dans l'instant où ces plages sont parcourues, le courant est donc *continu*. L'instant d'après, il sera alternatif à 10 périodes ou à 1 million.

On devine sans peine qu'un courant alternatif, dont la fréquence peut passer 25 fois par seconde par toutes les valeurs allant de zéro à 1 million, exige certaines conditions d'établissement assez délicates.

D'autre part, l'exploration lumineuse comporte des fréquences de divers ordres : il y a celle des changements de nuance le long d'une

ligne : c'est la *fréquence de ligne*. Viennent ensuite les *fréquences de changement de ligne*, comme celles de *changement d'image*. Ces 3 « composantes » compliquent encore le courant modulé qu'il faut transmettre par câble.

Nous n'étudierons pas aujourd'hui bien profondément ce problème, si complexe, des conducteurs destinés à porter des courants aussi variables. Contentons-nous de savoir que l'on installe d'abord sur le câble un *courant porteur* d'une fréquence de 2 millions, et que l'on module ensuite ce courant à

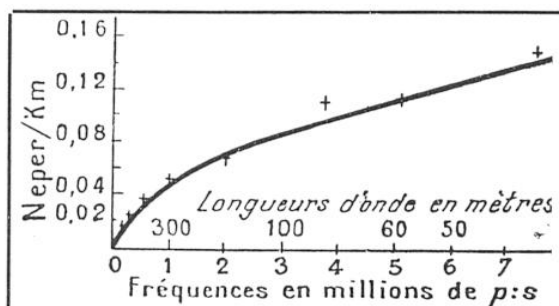


FIG. 5. — COURBE THÉORIQUE DE L'AFFAIBLISSEMENT DE L'INTENSITÉ TRANSMISE SUR UN « CÂBLE DE MODULATION », EN FONCTION DE LA FRÉQUENCE PORTEUSE

L'affaiblissement se note en « nepers par kilomètre ». Le « neper » est, à peu près, l'équivalent du « bel » (= dix décibels, unités adoptées en téléphonie). — 1° L'affaiblissement du courant modulé est proportionnel à la distance parcourue. C'est pourquoi on le mesure par unité de longueur (ici, le kilomètre). — 2° Cet affaiblissement croît géométriquement pour une décroissance simplement arithmétique de l'énergie (watts) mise en jeu à l'origine du câble. La mesure (au milliampermètre) de cette énergie décroît, par conséquent, comme le logarithme des énergies appliquées : le « neper » est donc une unité logarithmique (du nom de Neper, l'inventeur des logarithmes), et c'est la plus rationnelle étant donné ce que nous venons d'expliquer. — On voit sur cette courbe (tracée d'après des mesures pointées par des croix) que l'affaiblissement augmente très rapidement avec la fréquence utilisée. Ainsi apparaît toute la difficulté que l'on rencontre pour transmettre par câble avec une intensité suffisante des modulations à haute fréquence.

la façon d'une onde hertziennne, par le courant *amplifié* de la camera.

Cette modulation, intéressant, disons-nous, une « bande » de 1 million de périodes, ne saurait partir de zéro, comme il le faudrait. Aucune lampe n'aurait assez de souplesse pour suivre de telles alternances, dont le premier stade, le courant continu, exigerait qu'elle soit en même temps simple redresseuse. On ne peut construire des triodes qui soient aussi des diodes. Les techniciens sont donc tenus de *décaler* d'un seul bloc toute la bande de fréquences : au lieu d'opérer de 0 à 1.000.000, certains transposent cette bande de 25 à 1.000.025 périodes ; d'autres accentuent encore davantage le décalage et font commencer la bande de modulation à 350 par exemple.

Naturellement, le « courant porteur » du câble, ainsi modulé, devra être *rétabli* sur la bande « zéro-1 million » au poste modulateur de l'onde hertziennne, situé au pied de l'antenne, sinon l'image perdrait sa fidélité. Et c'est encore un feeder spécial qui portera cette modulation définitive aux antennes placées au sommet.

La technique adoptée par les P. T. T.

Les techniciens du Ministère des Postes ont adopté, pour résoudre le problème que nous venons d'exposer, la solution que nous allons brièvement décrire. Leurs travaux ont été réalisés sur les directives de M. Barthélemy, créateur de la camera.

Le câble porteur adopté est du type dit « concentrique ». Nous en donnons, ci-joint, la coupe schématique.

L'âme centrale comporte quinze fils de cuivre, isolés dans un bourrage diélectrique

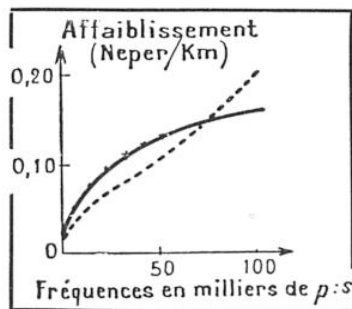


FIG. 6
AFFAIBLISSEMENT RÉEL DE L'INTENSITÉ TRANSMISE SUR UN CÂBLE DE MODULATION EN SERVICE RÉEL
La courbe « théorique » (voir schéma

précédent) étant tracée en trait plein, la courbe de l'affaiblissement réel figure ici en pointillés. On voit combien la réalisation technique de la transmission des hautes fréquences par câble comporte encore plus de difficultés que ne laissait penser la théorie. A partir de 550 kilocycles environ, l'affaiblissement monte « en chandelle ».

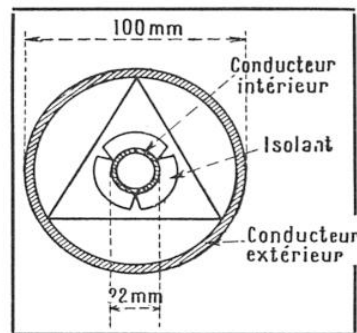


FIG. 7
COUPE DU « FEEDER » QUI RELIE LE POSTE ÉMETTEUR DU PIED DE LA TOUR AUX ANTENNES DU SOMMET

Ce conducteur concentrique étant destiné à

porter l'onde émettrice de 8 mètres, est d'un plus grand diamètre que le câble reliant le studio à la Tour. Vertical, aérien et rigide, il peut se dispenser de bourrage intérieur comme d'armature extérieure. Il lui suffit d'être armé, de loin en loin, de supports isolants pour conserver sa rigidité.

(ficelle et papier), assez lâche pour permettre une circulation d'air tout en isolant cette âme de la partie périphérique du conducteur : celle-ci est constituée par un cylindre comprenant soixante-quinze fils. L'ensemble est contenu dans un tube souple de plomb formé de lames spiralées. Ainsi constitué, le câble s'enroule sur une bobine et se déroule tout comme les conducteurs du réseau téléphonique et, comme eux, est posé dans la voie souterraine, très commode pour la surveillance, que présente, à Paris, le réseau des égouts.

Etant tubulaire, le câble reçoit de l'air sec, comprimé. En conséquence, la moindre fuite dans l'armature de plomb se traduira par un jet d'air fusant qui signalera le défaut tout en interdisant l'entrée d'eau qui serait désastreuse dans le circuit « concentrique ». D'autre part, l'air sec et comprimé étant un isolant excellent, tant électrique que thermique, les conducteurs se trouvent préservés de toute saute de température importante. Or, ceci est capital, car la résistance ohmique des conducteurs est fonction de la température, et toute variation de résistance modifierait les caractéristiques électriques du conducteur établi, de la manière complexe que nous venons de décrire, expressément en accord avec la propagation des fréquences hertziennes envisagées.

La caractéristique primordiale du câble, de ce point de vue « hertzien », se définit par le rapport des diamètres du conducteur central et du conducteur périphérique (ce dernier diamètre étant pris à l'intérieur du cylindre conducteur). En effet, ce qui importe au technicien du transport des

hautes fréquences modulées, ce sont uniquement les *surfaces cylindriques* (*externe* sur l'âme; *interne* sur le concentrique) *mises en présence*, à une distance précise, — les surfaces et leur distance dépendant d'ailleurs, en l'espèce, géométriquement, l'une de l'autre.

Les courants de haute fréquence se propagent, en effet, dans un tel conducteur, par les seules surfaces se faisant vis-à-vis à la manière des plaques d'un condensateur. Par suite de « l'effet pelliculaire », les électrons oscillant dans le conducteur central et ceux qui oscillent dans le conducteur périphérique se portent à la surface du métal. La propagation n'est plus une translation, de proche en proche, de ces électrons au sein du cuivre — comme dans les courants alternatifs de transport d'énergie qui, par là, échauffent le conducteur. Le courant de haute fré-

quence se propage *à la façon d'une perturbation électromagnétique*, entre l'une et l'autre surface métallique. Pour employer une analogie bien connue, les ondes hertziennes courtes, lancées dans l'atmosphère terrestre, se propagent par réflexions successives entre le sol et la couche stratosphérique d'Heaviside, — l'un et l'autre étant des surfaces conductrices, donc réfléchissantes. L'âme centrale du câble représente assez bien le sol terrestre, et le cylindre

concentrique, la couche d'Heaviside, — à cette différence près, toutefois, que la perturbation électromagnétique ne figure pas, dans le tube de cuivre, une onde libre. Sans quoi, il n'y aurait pas besoin de tube : l'onde serait libre, voilà tout. Elle rayonnerait dans

l'espace. Mais le câble est précisément établi pour tourner les obstacles que rencontrerait une transmission purement hertzienne du studio à l'antenne.

En résumé, le câble de modulation « canalisée » de véritables ondes.

D'ailleurs, les techniciens ont envisagé de substituer aux câbles modulateurs des faisceaux hertziens d'ondes dirigées par miroirs paraboliques. Ce seraient des ondes de l'ordre du décimètre (microondes), telles qu'on les utilise pour téléphoner par-dessus la Manche (1). Il est évident que la très haute fréquence de telles ondes supporterait parfaitement la

modulation à transmettre au poste de la Tour, qui émet, lui, sur 8 mètres, c'est-à-dire en ondes « ultracourtes » dont la fréquence est très inférieure à celle des microondes.

Cette technique n'est pas encore acceptable, au moins dans le cas général. Elle exige une liaison « visuelle » entre le départ et l'arrivée puisque les microondes se comportent comme la lumière relativement

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 201, page 252.

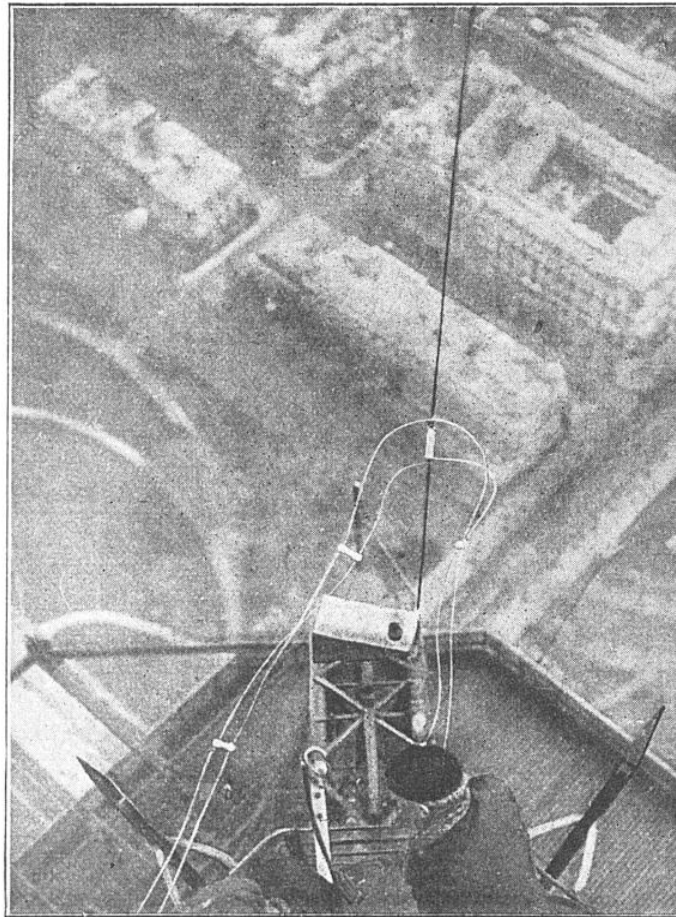


FIG. 8. - L'UNE DES QUATRE ANTENNES EN « DOUBLETS » INSTALLÉES AU SOMMET DE LA TOUR EIFFEL

On aperçoit le point milieu où se fait la jonction du câble d'alimentation (à deux conducteurs) qui relie l'antenne au « feeder » de caractéristiques spéciales du poste émetteur.

aux obstacles rencontrés. La puissance transmissible est, en outre, trop faible, en l'état actuel de la technique des émetteurs.

Le câble de modulation utilisé entre la rue de Grenelle et la Tour fournit au poste émetteur une tension de 10 volts, — ce qui est énorme pour un courant modulé sur une bande aussi grande.

L'émission sur antennes en doublets

¶ D'ailleurs, ce voltage doit encore subir une déperdition dans la modulation finale destinée à l'antenne, et tomber au-dessous de 2 volts.

Le poste émetteur, d'une puissance de 2,5 kilowatts, fonctionne avec des lampes alimentées sous 6.000 volts par des redresseurs.

Ici, nous sommes devant le courant alternatif définitif. Il est transmis aux antennes par un conducteur spécial, rigide comme un tuyau de poêle dont il a, d'ailleurs, l'aspect. Ce feeder est encore du type concentrique, mais, aérien et dressé quasi verticalement le long de la Tour. D'une longueur de 300 mètres seulement, il présente aux constructeurs toutes les facilités de réaliser les indications théoriques de la science des courants de haute fréquence. Ces indications sont du même ordre que celles rencontrées à propos du premier câble : un rapport superficiel. La fréquence porteuse correspondant ici à l'ordre de 8 mètres, soit 37.500 kilocycles, les dimensions respectives des surfaces concentriques sont plus grandes.

Les antennes, placées à l'extrême plate-forme de la Tour Eiffel, sont constituées par quatre «doublets» tendus entre le sommet et les quatre coins du sommet. Chaque doublet est alimenté, naturellement, par son milieu.

Il est facile de comprendre que les quatre fils ainsi tendus suivant les arêtes d'une pyramide quadrangulaire forment, deux à deux, un système réflecteur qui « diffuse » les ondes porteuses de la télévision aux quatre coins de l'horizon. Il s'agit, bien entendu, d'un simple renforcement d'intensité, suivant ces lignes spatiales, non d'un accaparement analogue à celui qui rassemble les microondes sur un étroit faisceau dans le cas des réflecteurs paraboliques. L'onde hertzienne de 8 mètres se « diffuse » assez largement pour que l'énergie rayonnée sur la ville soit pratiquement la même partout sur le même rayon.

La puissance réalisée dans l'antenne est de 1 kilowatt seulement, ce qui limite actuelle-

ment à 15 kilomètres la portée utile du rayonnement hertzien.

En avril, la puissance de l'émission sera élevée à 10 kilowatts-antenne. La portée atteindra probablement, dans ces conditions, 40 kilomètres. — c'est-à-dire presque tout l'horizon visible du haut de la Tour dont le rayon est, on le sait, de 60 kilomètres.

Comment la télévision pourra-t-elle se généraliser ?

Faudra-t-il, pour desservir l'ensemble du territoire, installer autant de Tours Eiffel qu'on peut tracer de tours de compas de 60 kilomètres sur la carte de France ?

Certes, on pourrait utiliser les éminences géographiques afin d'accroître le « rayon visuel » des ondes ultracourtes. Mais encore tous ces postes devraient être reliés entre eux. Par câbles, naturellement. Ou par micro-ondes dirigées... Et, dans cette dernière hypothèse, on peut se demander si, entre l'onde ultracourte et la microonde, les techniciens ne pourront pas trouver, un jour, une technique qui radiodiffuse convenablement sur la totalité du pays par de simples « tours-relais » qui ressusciteraient l'ancien télégraphe optique des frères Chappe. Non seulement la télévision, mais des services téléphoniques publics pourraient s'installer dans une telle organisation.

En attendant, c'est aux câbles porteurs de modulation que tous les spécialistes en appellent pour étendre la radiotélévision. En Allemagne, on tente de réaliser actuellement un câble de 120 kilomètres. A Birmingham, en Angleterre, la station émettrice est alimentée par un câble d'environ 70 kilomètres. Ces longs conducteurs de modulation comportent des relais, qui placent chacune de leurs sections dans des conditions techniques assez voisines du transport à 2 km 500 réalisé en France de la rue de Grenelle à la Tour Eiffel.

Sachons seulement que la télévision n'a pas démarré, qu'il ne saurait être parlé de l'« avance » ni du « retard » d'un pays sur l'autre et que seuls peuvent être comparés les résultats obtenus dans les laboratoires, non dans les essais publics. Et c'est une mesure rationnelle d'économie bien comprise qui incite les techniciens à se préparer longuement, par le labeur secret, tel un athlète qui s'entraîne dans le privé avant le grand jour de la compétition.

Pour les techniciens de la télévision, ce jour se rapproche — on n'en peut plus douter maintenant — à vive allure.

CHARLES BRACHET.

LE « DUNKERQUE » EST-IL A L'ABRI DES ATTAQUES DE L'AVIATION ?

EN se lançant, avec le *Dunkerque*, récemment mis à l'eau à Brest, et le *Strasbourg*, actuellement en achèvement à Penhoët, dans la construction de bâtiments de ligne, notre état-major suit les conceptions de toutes les autres marines. L'Angleterre a construit le *Nelson* et le *Rodney*, de 35.000 tonnes; l'Italie a mis en chantier le *Littorio* et le *Vittorio Veneto*, de 35.000 tonnes; les Allemands viennent de commencer deux bâtiments de 26.000 tonnes, et toutes les autres puissances n'attendent que l'expiration du traité de Washington pour se lancer dans la constitution d'escadres cuirassées du tonnage maximum fixé par les traités (actuellement 35.000 tonnes).

Or, le point névralgique du problème de la construction d'un bâtiment de ligne, c'est la recherche de l'efficacité de sa protection cuirassée.

Sur le *Dunkerque*, 11.000 tonnes sur les 26.500 constituant le poids total du cuirassé, soit 40 % du poids total, sont affectées à la protection. Sur ces 11.000 tonnes, 5.000 ont été réservées aux deux ponts cuirassés successifs, d'ailleurs inclinés en vue d'augmenter l'incidence des coups (c'est-à-dire les éloigner de la normale). Ces dispositions suffisent-elles ? La marine ne s'est pas contentée de plans théoriques.

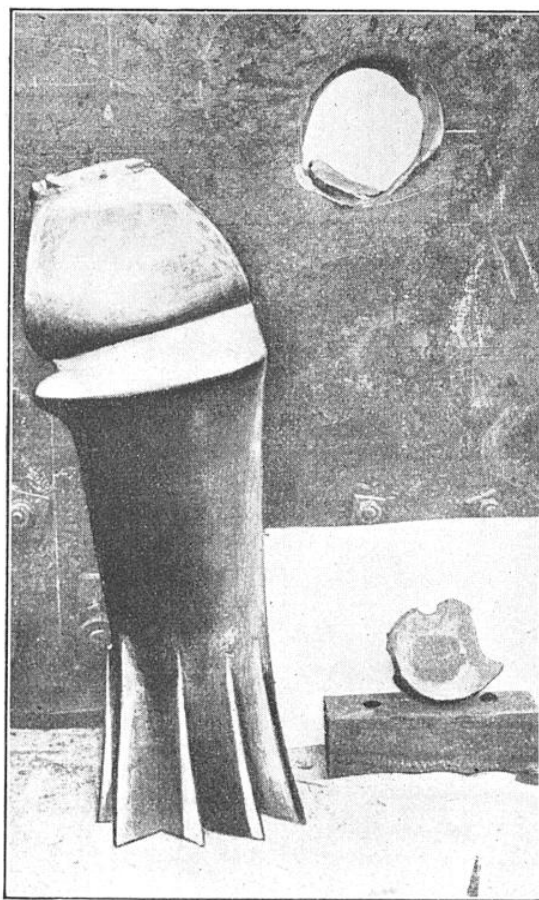
Avant de déterminer les épaisseurs de cuirasse du *Dunkerque* et d'adopter définitivement le système de protection contre les projectiles de l'artillerie et les bombes d'avions, on a procédé à des expériences méthodiques

à Gâvre, dans les polygones de la marine.

Voici les résultats de ces expériences, en ce qui concerne une bombe d'avion du plus gros modèle. Celle-ci a fait un trou dans une plaque de cuirasse sans la traverser : on aperçoit par terre la « débouchure » dont la projection à l'intérieur n'aurait produit que de faibles dégâts. La bombe, tirée par un obusier de façon à atteindre le blindage à une vitesse correspondant à celle de l'altitude normale du bombardement aérien (3.000 mètres environ), s'est seulement tassée.

Dans la pratique, elle aurait éclaté sur le pont, en dehors de la cuirasse, et l'explosion n'aurait intéressé aucun organe du navire d'une importance vitale pour sa sécurité ou sa propulsion (chambre des machines, chambres, soutes, auxiliaires, etc.). Tout

autres eussent été les effets de l'explosion si la bombe, traversant les deux ponts cuirassés (la tranche cellulaire), avait pénétré à l'intérieur du navire assez avant pour frapper les organes vitaux du bâtiment qui fonctionnent précisément à l'abri de cette double muraille de protection. R. LA BRUYÈRE.



LES EFFETS D'UNE BOMBE AÉRIENNE D'EXPÉRIENCE, TOMBANT DE 3.000 MÈTRES DE HAUTEUR SUR UN BLINDAGE DE CUIRASSÉ

L'ALUMINIUM ET LES ARTS MÉNAGERS

Les Arts Ménagers ont vu, depuis plusieurs années, leur domaine s'élargir considérablement.

Les Arts Ménagers englobent aujourd'hui, en effet, non seulement tout ce qui touche à la cuisine, mais encore tout ce qui concerne l'hygiène, le chauffage, les industries alimentaires, voire même le bâtiment et tout ce qui s'y rattache : mobilier, aménagements intérieurs, vitrines de magasins, etc... Avec l'extension de toutes ces branches relatives à la maison, nous devons constater parallèlement celle de l'emploi de l'aluminium et de ses alliages, qui ont déjà conquis de nombreuses industries.

L'aluminium à la cuisine

Un simple coup d'œil sur le stand remarquable de l'Aluminium français permet de mesurer le chemin parcouru depuis que ce métal léger fit son apparition pour la confection des ustensiles de cuisine les plus simples. Qui ne se souvient de ces casseroles ultra-légères, si minces que leur bord devait être retourné pour leur donner une certaine rigidité, qui se bosselaient avec une déconcertante facilité ? Aujourd'hui, la casserole d'aluminium est épaisse, tout en conservant sa légèreté. Et elle n'est plus qu'une simple unité parmi les innombrables ustensiles fabriqués avec ce métal.

Il faut bien constater d'abord que, malgré les progrès réalisés dans le domaine scientifique, on ne dispose que d'un petit nombre de substances susceptibles de répondre aux nombreuses exigences de la confection et de la conservation des aliments et des boissons : innocuité, inaltérabilité, propreté, solidité, légèreté, bonne conductibilité thermique et prix modéré.

Ainsi les objets en poterie sont très fragiles et sont souvent recouverts d'émaux plombifères pouvant donner lieu à la formation de composés vénéneux ; les objets en porcelaine ou en verre sont fragiles. Le cuivre est d'un

entretien très difficile et la toxicité de ses sels est bien connue ; le nickel est d'un prix élevé, de même que l'acier inoxydable. Enfin, la tôle d'acier émaillée présente les inconvénients inhérents à la fragilité de l'émail.

Rien de tout cela ne peut être reproché à l'aluminium. De plus, sa haute conductibilité calorifique permet de réaliser dans la cuisson de notables économies de combustible ; elle assure en même temps une excellente répartition de la chaleur, et diminue par suite le risque d'une excessive surchauffe locale, c'est-à-dire le risque de voir les aliments attacher au fond des récipients.

La conductibilité thermique de l'aluminium pur est trois ou quatre fois plus grande que celle du fer ; si elle n'est que la moitié de celle du cuivre pur, elle dépasse celle du laiton, et les alliages d'aluminium ont, d'une façon générale, une conductibilité égale ou supérieure à celle des alliages de cuivre. Enfin, si on considère le prix, l'aluminium est le moins cher à qualités thermiques égales. En effet, l'aluminium pur permet, à conductibilité égale, un allègement de 30 % par rapport au cuivre et de 90 % par rapport à la fonte ou à l'acier, différences compensant largement les écarts normaux entre les prix par unité de poids de ces métaux.

En ce qui concerne les propriétés de l'aluminium vis-à-vis des principaux agents chimiques, une brochure a été éditée sous les auspices du Bureau international des applications de l'aluminium (1).

Notons simplement la tenue de l'aluminium vis-à-vis des produits alimentaires (lait, bière, etc.), des produits de nettoyage et de désinfection. L'aluminium résiste

bien à l'action de l'eau gazeuse artificielle. De même, il présente une résistance supérieure à celle d'autres métaux à l'action des jus de fruits. Il n'est pas attaqué par la bière ou le lait. Aussi l'utilise-t-on pour fabriquer des presse-fruits et



FIG. 1. — LE CHROMAGE DE L'ALUMINIUM PERMET D'ÉTABLIR D'ÉLÉGANTS ENSEMBLES, TEL CE SERVICE À CAFÉ

(1) L'aluminium dans les industries chimiques et alimentaires.

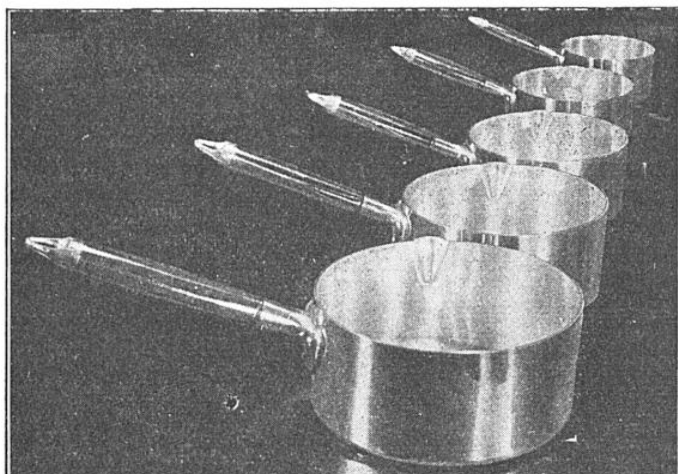


FIG. 2. — LA CASSEROLE EN ALUMINIUM ÉPAIS EST AUJOURD'HUI DE PLUS EN PLUS APPRÉCIÉE

pour le capsulage des bouteilles d'eaux minérales, de boissons gazeuses, de liqueurs, de bière, de lait. En ce qui concerne le beurre, les essais effectués pour son emballage avec du papier d'aluminium (1) ont montré que celui-ci protégeait parfaitement le beurre contre l'action de l'air, de l'humidité et de la lumière, cause de rancissement, pendant une durée quatre à cinq fois plus longue que le papier parcheminé ou la cellophane. On sait que de nombreux fromages sont enveloppés de papier d'aluminium.

Quant aux produits d'entretien, il faut signaler comme convenant parfaitement les préparations à base de soude avec addition de silicate, de phosphate et silicate, de carbonate de sodium avec addition de chromate, d'alcali avec addition de colloïdes, d'acides avec addition de produits oxydants ou de résines appropriées, etc. D'une manière générale, il semble que les produits liquides sont préférables aux produits en poudre ou aux savons. On peut également utiliser pour un entretien fréquent les tampons en laine d'acier très fine, genre tampons « Gex ».

Pour toutes ces raisons, les ustensiles de cuisine en aluminium connaissent à juste titre une vogue de plus en plus grande. Nous avons déjà mentionné les batteries de cuisine en tôle épaisse d'aluminium : les casseroles embouties en aluminium dépassant 99 ou 99,5 % de pureté; les cocottes en aluminium fondu. Citons encore : les pots à lait, les théières, cafetières qui, grâce au poli

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, page 509.

que peut recevoir le métal, présentent un agréable aspect. Le chromage est également très employé pour diminuer l'entretien des objets en aluminium et pour lui donner un aspect très luxueux, en mettant à la portée de toutes les bourses non seulement des casseroles très brillantes, mais aussi d'élégants services à thé ou à café avec plateaux, des corbeilles à pain ou des bouilloires de présentation irréprochable. On a réussi aujourd'hui à fabriquer en aluminium tous les ustensiles utilisés : cuillères, fourchettes, timbales, marmites à cuisson rapide sous pression, etc. Signalons, en particulier, les couteaux à manche d'aluminium coulé autour de la soie de la lame en acier inoxydable (lame et manche ne formant qu'un seul bloc), de sorte que le couteau, inaltérable, peut impunément séjourner dans l'eau bouillante.

De la cuisine à l'industrie

Les autres applications de l'aluminium sont nombreuses. Rappelons l'emballage avec le papier d'aluminium, avec sa nouvelle utilisation pour le beurre.

On l'emploie également de plus en plus pour le capsulage des bouteilles de bière et de lait. Dans ces deux cas, la ductilité de l'aluminium assure un sertissage parfait du goulot de la bouteille, gage d'une hygiène absolue, et le déchirement de la capsule garantit son impossibilité de réutilisation.

Malgré sa faible épaisseur, la capsule, dans le cas de la bière ou des eaux minérales gazeuses, résiste parfaitement à la pression intérieure. Dans la laiterie, les

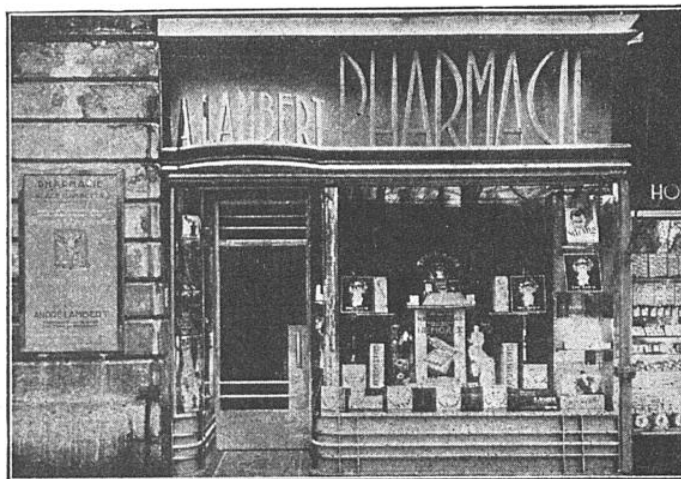


FIG. 3. — LA PRÉSENTATION DE CETTE PHARMACIE DE BORDEAUX DOIT SON ÉLÉGANCE À L'ALUMINIUM

seaux à traire, les bidons, filtres à lait, accessoires de manutention, les bassines à cailler, les moules à fromages en aluminium sont aujourd'hui nombreux. De même, les usines à margarine font appel à lui pour leur matériel. La boucherie (crochets à viande, récipients et bassines, couteaux à manche d'aluminium), la brasserie l'utilisent également sur une grande échelle. Cette dernière industrie l'emploie notamment pour les cuves de fermentation, les réservoirs de conservation de la bière et le matériel accessoire.

Enfin, dans le bâtiment, l'aluminium trouve aussi de nombreuses applications : toitures, revêtements de façades, quincaillerie, peinture à l'aluminium, structures métalliques, cadres de portes et de fenêtres, rampes d'escaliers, ascenseurs, décoration, etc. Il entre dans la fabrication de nombreuses devantures de magasins, tant à Paris qu'en province, sous forme de tôles, bandes, profilés entourant les vitrines, décorant les portes; mais son emploi s'est aussi développé dans les enseignes, soit sous forme de lettres découpées dans de la tôle d'aluminium unie ou matricée, soit sous forme de lettres d'aluminium fondu, procédé « Dreham »; certaines de ces lettres sont creuses et peuvent être rendues lumineuses la nuit. De nombreuses maisons ont également adopté les lettres d'aluminium pour inscrire leur raison sociale sur les voitures de livraison. Il entre également dans la construction des appareils de chauffage, soit sous forme de diffuseur dans le nouveau procédé de chauffage par le sol, brevet « Deriaz », qui a été appliqué dans certains salons de l'Hôtel Matignon, et à la brasserie Wepler, soit sous forme d'ailettes dans les radiateurs « Circalor » qui réalisent, par leur faible encombrement, un mode de chauffage très peu visible, ne déparant pas la décoration.

Le mobilier lui-même, quoique depuis moins longtemps, utilise l'aluminium. Les sièges en duralumin ou en almasilium légers, résistants, inaltérables, forcément incombustibles, sont maintenant bien connus. On fabrique, en outre, en aluminium des tables,

des bureaux, des classeurs, des armoires, du mobilier pour les écoles, pour les hôpitaux, hôtels, restaurants, cinémas, dont la réalisation en grande série a été entreprise en Amérique et dans différents pays étrangers et qui tend à se substituer en France aux autres catégories de mobilier métallique.

La protection de l'aluminium

On sait que la pellicule d'oxyde qui se forme naturellement à la surface de l'aluminium constitue un excellent revêtement protecteur. Aussi a-t-on cherché, dans le monde entier, à renforcer artificiellement cette couche. Nous aurons certainement l'occasion d'exposer les méthodes utilisées

à cet effet. On fait naturellement appel à ces procédés pour protéger les objets fabriqués contre la corrosion, qu'il s'agisse de matériel pour les industries alimentaires, de boutons de portes, de cadres de fenêtres, d'ustensiles de ménage, de machines à laver, ou qu'il s'agisse d'objets plus particulièrement exposés comme le mobilier destiné aux hydravions, paquebots, etc.

Dans la décoration, cette couche protectrice peut servir de support pour les vernis ou les peintures. Ainsi, à bord du paquebot

Normandie, tous les éléments de construction de deux cabines des six appartements en alliage léger ont été ainsi protégés et recouverts ensuite de deux couches de laques du plus bel effet. La pellicule d'oxyde peut être elle-même teinte par le procédé « alumilite », par exemple, qui permet d'obtenir directement des teintes variées très décoratives.

Ajoutons encore que cette couche protectrice procure une plus grande résistance au frottement, et que l'entretien des ustensiles de ménage s'en trouve facilité, à condition, bien entendu, de ne pas opérer de grattage par lames ou pailles métalliques tranchantes.

Ainsi, dans ce vaste domaine des Arts Ménagers, qui, par certains côtés, touche celui de l'industrie chimique et par d'autres celui de la grande métallurgie, l'aluminium — métal bien français — a conquis une place prépondérante.

J. M.

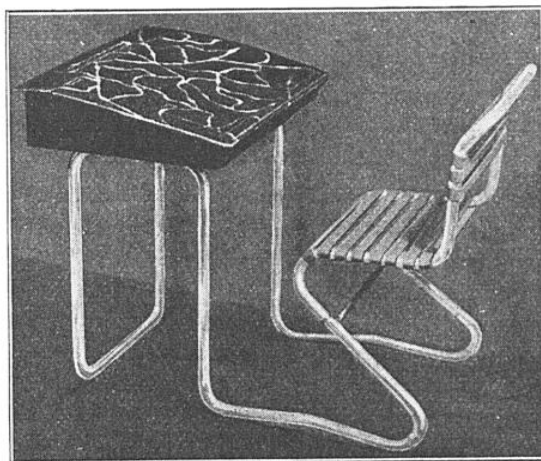


FIG. 4. — VOICI UN PUPITRE POUR ÉCOLIER
CONSTRUIT EN TUBES DE DURALUMIN.

Le siège et le dossier sont élastiques.

CONSEILS AUX SANS-FILISTES

Par Géo MOUSSERON

Sous cette rubrique, notre collaborateur, particulièrement qualifié, expose à nos nombreux lecteurs sans-filistes les nouveautés les plus intéressantes susceptibles de porter au maximum le rendement des radiorécepteurs modernes et l'agrément des auditions.

Une HF devant un super

LA lampe haute fréquence devant un récepteur quelconque a pour but d'augmenter sa sensibilité, c'est-à-dire de lui permettre de recevoir des stations éloignées. C'est aussi ce que d'aucuns appellent à tort la « portée ». Terme impropre s'il en fut, puisque la portée appartient de tout temps aux émetteurs.

Il arrive souvent que le possesseur d'une installation radiophonique s'aperçoit d'un manque de sensibilité évident. Un poste lointain est reçu en sourdine sans qu'il soit possible de l'amplifier, par exemple. Le doute n'est pas permis : il faut augmenter la sensibilité du poste. Avant de faire la moindre dépense, on devra toujours s'assurer qu'il n'est pas possible d'améliorer la réception par de petits artifices à la portée de tous : développement ou prolongement de l'antenne, meilleure prise de terre, si possible. La plus élémentaire logique veut, en effet, que l'on recherche, tout d'abord, à obtenir le maximum avec ce dont on dispose, avant de faire des frais supplémentaires.

Si les essais ont conduit à l'insuffisance de ces moyens, on doit alors envisager le montage d'une lampe supplémentaire. Une lampe... et son accessoire de liaison, naturellement. Un des meilleurs est le transformateur HF. C'est lui qui va servir à illustrer notre exemple. La figure 1 montre, en traits pleins, ce qu'est votre poste actuellement. La haute fréquence (lampe et transfo) sera à intercaler entre le système d'accord et la lampe oscillatrice-modulatrice, s'il s'agit d'un super, ou de la seule lampe haute fréquence, si l'appareil est un poste à amplification directe.

Ce qui est représenté en pointillés est toute la partie ajoutée. L'alimentation (accu ou secteur) se fait sur celle qui est en fonction pour l'alimentation du poste.

Rien n'est à changer quant au reste de l'ensemble, et, pour une dépense minime, on découvre bien vite des horizons radiophoniques nouveaux.

On peut résumer la transformation de la façon suivante : les points A et B de l'accord, qui étaient reliés aux points A' et B' de la lampe oscillatrice, sont séparés. A vient à la grille ou circuit d'entrée de la lampe HF,

tandis que le secondaire S, accordé, vient à A' et B'. La sortie primaire sP vient à la ligne + haute tension. On voit qu'en réunissant A et A', puis B et B', après avoir supprimé toute la partie pointillée, on peut retrouver très rapidement le poste dans son état primitif.

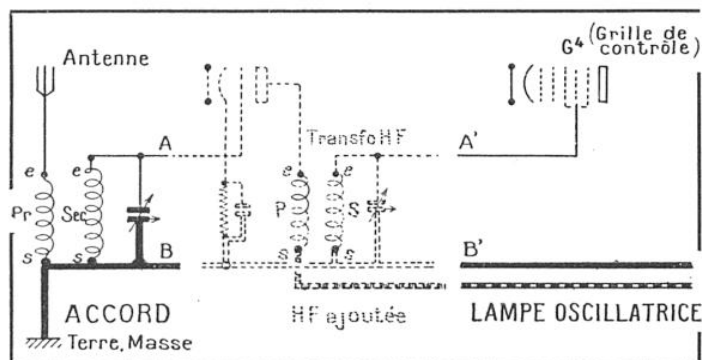


FIG. 1. - SCHÉMA DE MONTAGE D'UNE HF DEVANT UN SUPER

L' « Ultrameric-VIII » pushpull

(Super à 8 lampes américaines. Récepteur toutes ondes muni d'enroulements à fer.)

POUR nos lecteurs avides de connaître les derniers montages, l'« Ultrameric-VIII pushpull » constitue un appareil de choix, qui ne manquera pas de retenir leur attention. Ce récepteur comporte 8 lampes, sans compter la valve biplaque redresseuse. Une lampe haute fréquence précède la changeuse de fréquence oscillatrice-modulatrice. Elle est suivie d'une moyenne fréquence identique à la HF. C'est une double diode-triode, qui opère à la fois la détection et la régulation automatique. On trouve ensuite, et dans l'ordre : la lampe d'entrée 77, la déphaseuse 76 et les deux finales équilibrées 42.

Le montage permet le réglage silencieux. C'est, pour le sans-filiste, la possibilité d'exécuter la recherche de toutes les stations de



Dans ces conditions, cet appareil, qui est le fruit des plus récentes études de laboratoire, met l'Amérique et l'Australie à la portée des sans-filistes les moins initiés.

Les équivalences dans les unités de capacité

LES diverses notations utilisées pour exprimer la valeur des condensateurs fixes destinés au montage des récepteurs rendent leur choix difficile. Tel constructeur emploie la notation en microfarads. Tel autre s'exprime en centimètres ou en millièmes de microfarads.

Voici les relations simples existant entre ces diverses notations : le microfarad est l'unité de capacité qui équivaut à

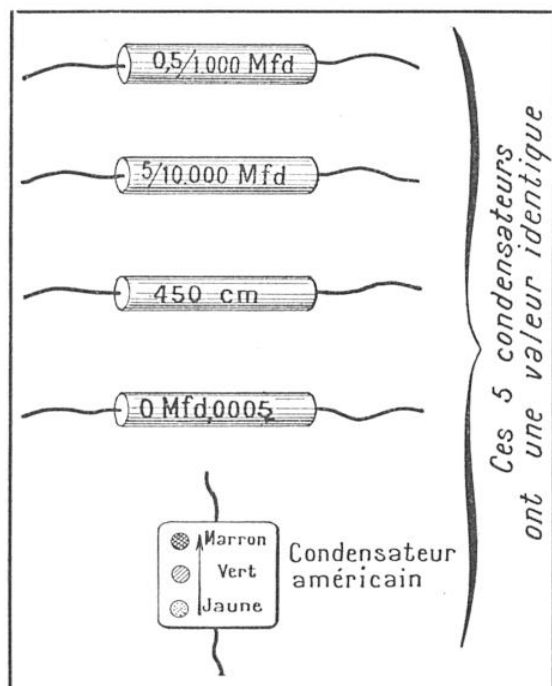


FIG. 3. — TABLEAU MONTRANT LES DIVERSES NOTATIONS D'UNE MÊME CAPACITÉ

900.000 centimètres, c'est-à-dire qu'il équivaut à la capacité d'une sphère de 900.000 centimètres (9 km) de rayon. On dit aussi que c'est un condensateur de $1.000/1.000^e$ de microfarad ou 1 microfarad. Toutes ces indications sont semblables. Pourtant, voici un constructeur qui utilise une notation différente. Celui-ci s'exprime en micro-microfarads, soit en millièmes de microfarads. La valeur de 1 microfarad pourra encore s'écrire, par conséquent : 1.000.000 de micro-microfarads.

Ainsi, un condensateur de $1/2 \text{ mfd}$ est aussi un $500/1.000^e$ ou un $0 \text{ mfd } 5$. C'est l'égal d'un 450.000 centimètres, et il vaut 500.000 micro-microfarads. Bien entendu, ces égalités sont applicables pour toutes les valeurs, qui, dans les petites capacités, deviennent : pour le $0,1/1.000^e$, que l'on peut écrire aussi $1/10.000^e = 90$ centimètres,

0 mfd, 0001, ou 100 micro-microfarads.

On voit, d'après cela, que le condensateur de $1/1.000^e$ pourra s'écrire aussi 900 centimètres. Pourtant, quand on a affaire à un accessoire dont la valeur n'est nullement critique, — et c'est le cas des condensateurs de découplage, par exemple, — on n'est nullement obligé de respecter une valeur absolue. C'est pourquoi, de façon tout à fait arbitraire, d'ailleurs, le constructeur qui s'exprime en centimètres vous fournira un accessoire de 1.000 centimètres (au lieu de 900), pour un condensateur de $1/1.000^e$. Ce n'est plus qu'une approximation, mais bien suffisante pour l'usage courant.

Partout où une valeur précise et exacte est utile (les ajustables d'appoint des oscillateurs en sont un exemple), il faut alors respecter les valeurs exactes et considérer qu'une capacité de 1.000 centimètres vaut $1,1/1.000^e$ de microfarad.

On le voit, toutes les indications différentes utilisées pour désigner une même valeur peuvent être facilement ramenées l'une à l'autre. Il serait, toutefois, préférable qu'une seule notation fût employée.

Une heureuse formule du super

AU moment où la réception des ondes très courtes et courtes avec les PO et GO est à l'ordre du jour, il est intéressant de connaître un des meilleurs moyens qui permet de construire un appareil de ce genre avec toutes chances de succès. L'utilisation d'un bloc comportant à la fois l'accord, le présélecteur et l'oscillateur pour toutes les gammes d'ondes à recevoir est un système à conseiller vivement. Si un tel bloc comprend aussi les bobinages haute fréquence pour travailler avec un tube devant l'oscillatrice-modulatrice, on a réellement un tout complet qui ne laisse place à aucune erreur lors du montage devenu enfantin. C'est aussi, ne l'oublions pas, la mise au point supprimée. Que d'amateurs et de petits professionnels ont reculé devant cette dernière phase de la construction ?

Pour obtenir un récepteur à la fois sensible et puissant, malgré cette grande facilité de construction, on aura avantage à utiliser la série 6 volts 3 des lampes américaines : une 6.D.6 pentode, à pente variable en haute fréquence ; une 6.A.7, comme modulatrice-oscillatrice ; une seconde 6.D.6 en moyenne fréquence. La détection et la régulation automatique se feront par une double diode-pentode 6.B.7, faisant fonction d'entrée BF. La lampe finale sera une 42. En y ajoutant un réglage visuel et, s'il y a lieu, des transfo à sélectivité variable, on réalise le prototype du récepteur de grande classe 1936 (1).

GÉO MOUSSERON.

(1) Nous apprenons que *Le Pigeon Voyageur*, avec le « Super A. 6. A. », vient de mettre au point un récepteur qui répond à ces caractéristiques.

LES A CÔTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

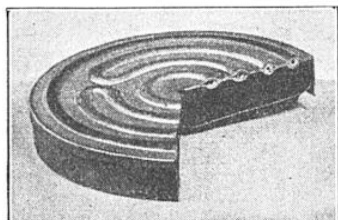
Par V. RUBOR

Pour la cuisine électrique

La cuisine électrique ne manquera pas de se développer rapidement lorsque les installations électriques domestiques auront été conçues rationnellement. En effet, étant donné les tarifs spéciaux consentis par les secteurs, le prix de revient de ce mode de chauffage a considérablement diminué. D'autre part, le confort apporté par l'électricité milite grandement en sa faveur.

Cependant, il faut évidemment que la cuisinière électrique soit particulièrement étudiée en vue d'obtenir le maximum de rendement. Il ne servirait de rien d'avoir le courant bon marché, si celui-ci n'était judicieusement utilisé en vue du chauffage. Les essais entrepris depuis longtemps ont permis de parvenir, dans ce domaine, à des réalisations remarquables. C'est ainsi que la *Société Calor*, qui a attendu assez longtemps pour construire de tels appareils, a réussi une mise au point fort intéressante.

L'âme de la cuisinière électrique est évidemment la plaque chauffante. Les plaques Calor (licence Backer) sont constituées par deux disques en métal inoxydable emboutis pour recevoir les tubes formant les éléments chauffants. Ceux-ci sont comprimés entre les plaques soudées et peuvent supporter, sans déformation, les plus durs régimes de chauffe. Il faut spécialement signaler la faible inertie calorifique des plaques, qui sont portées au



LA PLAQUE CHAUFFANTE
EN COUPE ET DE FACE



CUISINIÈRE ÉLECTRIQUE « CALOR » A TROIS
FOYERS ET UN FOUR

rouge en trois minutes. Dans ces conditions, non seulement les parties du récipient en contact avec la plaque sont chauffées par conduction, mais encore celles qui ne la touchent pas directement sont chauffées par rayonnement. Tous les récipients peuvent donc être utilisés. Enfin, les plaques sont montées sur broches, ce qui assure toute facilité de service et d'interchangeabilité.

Parmi les cuisinières électriques, la photographie ci-dessus représente un modèle pratique avec ses trois plaques chauffantes ultrarapides, son four calorifugé chauffé par deux éléments (un supérieur et un inférieur), sa table de cuisson émaillée blanc ou mouchetée noir, sa tirette de nettoyage, son tiroir de commodité. Une boîte à bornes autorise tous les montages (bipolaire, triphasé avec neutre, triphasé, continu 3 fils). Une cheminée d'aération permet, en laissant la porte du four entr'ouverte (elle est rigoureusement équilibrée dans toutes les positions et à verrouillage automatique pour la fermeture), d'obtenir la ventilation indispensable pour réussir des rôtis comme à la broche ou des grillades comme sur la braise. Signalons encore le thermostat de sécurité automatique supprimant le danger de surchauffe du four. Enfin, les interrupteurs bipolaires, éprouvés

à 100.000 ruptures, donnent à volonté : l'arrêt, le chauffage fort, moyen ou doux.

Quant à la présentation, le document page 169 en démontre le bel aspect. La face avant et les côtés sont en tôle émaillée blanc, toutes les parties brillantes sont chromées et faciles à entretenir. Cette cuisinière forme donc un ensemble étudié à la fois au point de vue technique et pratique, capable de remplir toutes les conditions exigées par la cuisine électrique.

CALOR, place de Monplaisir, Lyon (Rhône).

Un aide-mémoire perpétuel

Le classement par fiches mobiles se généralise de plus en plus, au détriment des registres reliés. Il peut, en effet, être tenu constamment à jour par insertion de nouvelles fiches. Au contraire, le registre relié forme un tout que l'on ne peut transformer. Il en est de même de l'agenda, — qu'il faut feuilleter pour retrouver les indications qui lui sont confiées, ou sur les pages duquel il faut répéter les mêmes inscriptions relatives à des affaires remises à différentes dates. Un dispositif simple, mettant chaque jour sous les yeux les diverses questions devant être traitées, les rendez-vous, lettres à répondre, etc., doit donc constituer un aide-mémoire précieux.

L'*Auto-Rappel*, dont la photographie ci-jointe représente un modèle, a été précisément étudié dans ce but. Il se présente sous la forme d'une boîte à fiches du format commercial ou demi-commercial, contenant trois jeux de guides. Un premier jeu correspondant aux dates (de 1 à 31) numérotées par rangées de 7 jours (première rangée de 1 à 7, deuxième, de 8 à 14, etc.). Derrière ce jeu se trouve un guide comportant les jours de la semaine, que l'on peut placer en regard de leurs dates, pour chaque mois, par un simple glissement du guide. Enfin, le troisième jeu correspond aux mois.

L'utilisation d'un tel dispositif est évidente. Il suffit de glisser devant le guide du jour désiré une note, une lettre, un document, pour le retrouver automatiquement à la date voulue. Pour cela, chaque matin, on met le calendrier à jour en retirant la



L' « AUTO-RAPPEL » OUVERT

fiche-guide de la date de la veille et en la plaçant derrière les guides des autres jours du mois. Tout ce qui a été intercalé à cette date apparaît immédiatement. On peut, d'ailleurs, opérer de la même

façon pour les mois. Au début de chaque mois, il suffit de répartir les documents aux dates utiles.

Ainsi, un geste facile, chaque jour, constitue un rappel sans omission possible d'un emploi du temps tel qu'il a été prévu à l'avance. Le lendemain, ce qui n'a pas été exécuté la veille est encore sous les yeux et y restera jusqu'à ce que les documents soient volontairement détruits ou reportés à une date ultérieure.

Signalons qu'un modèle de luxe de l'*Auto-Rappel* comporte un rideau fermant à clef, qui met les documents à l'abri non seulement de la poussière, mais encore de toute indiscretion.

ETABL^{IS} BÉATIC, 35, rue de la Lune, Paris (2^e).

Le yaourt préparé chez soi

Le yaourt, appelé aussi yoghourt, diffère, on le sait, du lait caillé par la présence d'un ferment spécial, le « bacille bul-

gare », qui lui confère des propriétés particulières d'une grande efficacité dans la lutte contre les intoxications intestinales. Les travaux du célèbre professeur Metchnikoff ont démontré et vulgarisé



L'APPAREIL « YALACTA »

les bienfaits d'une consommation régulière du laitensemencé avec le ferment bulgare, qui détruit les toxines ou poisons se formant naturellement dans l'intestin. Cette auto-intoxication peut non seulement être la cause d'un grand nombre d'affections, mais encore déterminer une diminution de l'activité physiologique générale.

Cependant, pour obtenir le maximum d'efficacité du yaourt bulgare, celui-ci doit être consommé frais, afin que les ferments dont il estensemencé conservent toute leur vigueur. Préparer le yaourt chez soi apparaît donc comme une garantie absolue de cette condition.

Cette opération est d'ailleurs fort simple, grâce aux appareils *Yalacta* dont la photographie ci-dessus représente un modèle : verser le lait bouillant dans les petits pots, contrôler la température et, au moment voulu, injecter le ferment dans les pots ; couvrir le tout. Au bout de trois heures, le yaourt est prêt. Signalons d'ailleurs qu'il n'est pas nécessaire d'injecter du ferment frais à chaque opération. En prélevant un peu de yaourt déjà obtenu, celui-ci peut être utilisé comme ferment pour une nouvelle préparation. Le ferment sera simple-

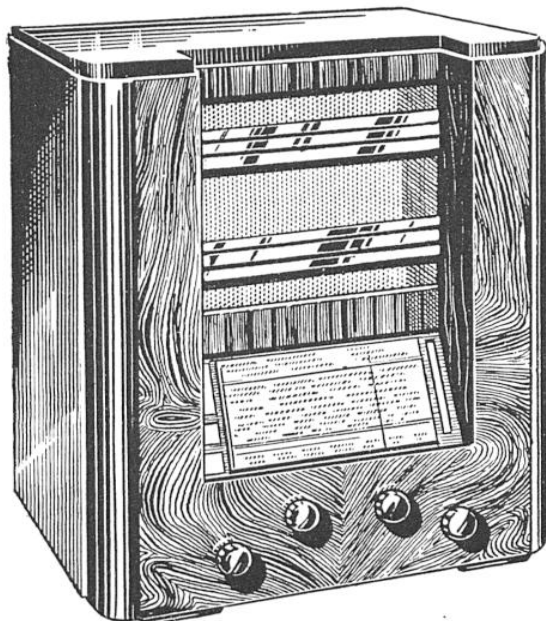
ment renouvelé périodiquement, tous les quinze jours par exemple.

LABORATOIRES YALACTA, 19, avenue Trudaine, Paris (9^e).

Le P. B. 5

(Un montage de grande classe à 9 lampes et 1 valve)

ON peut admettre à très juste titre que deux théories s'affrontent perpétuellement en radio. La première est celle du poste simple et de rendement moyen, qui ne comporte que 3 ou 4 lampes. La seconde consiste à réunir en un seul appa-



LE POSTE « P. B. 5 » A 9 LAMPES ET 1 VALVE

reil tous les perfectionnements connus et à utiliser, pour cela, un nombre de tubes impressionnant. Dès l'instant que l'on adopte ce dernier principe, il faut se pénétrer de cette vérité première : un récepteur à grand nombre de lampes donnera une sensibilité et une puissance remarquables, mais à condition d'effectuer une mise au point rigoureuse pour chaque étage amplificateur.

C'est ce qui a été fait dans le P. B. 5, dont les perfectionnements nombreux font de ce poste un véritable récepteur mondial : réception des ondes très courtes depuis 11 mètres environ, sans aucun trou puisqu'il existe cinq gammes d'ondes, grâce au bloc utilisé. Un présélecteur est utilisé pour donner une sélectivité absolue, malgré cer-

taines longueurs d'ondes assez rapprochées. La lampe changeuse de fréquence est précédée d'un étage haute fréquence, ce qui donne une sensibilité tout à fait remarquable. Un dispositif de régulation automatique, dont le fonctionnement n'est déclenché qu'à partir d'un certain potentiel de grille (système différé). Sélectivité variable, permettant de choisir un compromis judicieux, selon chaque cas particulier, entre la sélectivité et la musicalité. Le réglage se fait silencieusement, un indicateur visuel d'accord remplace l'oreille pour cette fonction.

La partie basse fréquence est montée selon le principe bien connu du pushpull cathodyne, lequel allie la pureté à la puissance.

Cet ensemble réalise un appareil remarquable, très sensible, comportant tout ce qui est envisagé actuellement dans les laboratoires pour la saison prochaine.

ÉTABLISSEMENTS RADIO-SOURCE, 82, avenue Parmentier, Paris (11^e).

L'entretien des cheveux

POUR répondre aux demandes de renseignements qui nous parviennent au sujet du peigne *Nigris*, recommandé par le corps médical pour l'entretien des cheveux, rappelons qu'il utilise une huile balsamique végétale ne présentant aucun danger. Nous avons donné, à plusieurs reprises, de plus amples détails à ce sujet (1).

LABORATOIRES NIGRIS, 72, rue Taitbout, Paris (9^e).

Au sujet du radiorécepteur « S.-5 à puissance doublée »

NOUS avons signalé dans notre dernier numéro, page 80, le nouveau brevet « G.-W. Power duplicator », concernant un perfectionnement dans les procédés de blindage des bobinages HF et MF réduisant considérablement les effets défavorables des blindages sur les caractéristiques des bobinages. Nous avons mentionné également que l'on avait essayé de parer à ces inconvénients en dimensionnant largement les blindages, et nous ajoutons : « On est parvenu — tout en conservant aux blindages leur effet d'écran — à réduire considérablement l'aimortissement résultant des pertes. »

Nous tenons à préciser que c'est grâce à l'application du brevet précité que cet intéressant résultat a pu être obtenu, notamment dans l'appareil « S.-5 à puissance doublée ».

MONTANA-RADIO, 24, r. du 4-Septembre, Paris (2^e).

V. RUBOR.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n^{os} 205, 208, 215, 216.

Nous sommes heureux de signaler que le « Touring Club de France » vient de décerner le « Prix Constant-Béziers » au créateur de la lampe jaune dont l'application sur les automobiles diminue considérablement l'éblouissement et accroît la sécurité de la route.

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

La guerre moderne, par le capitaine Liddel Hart. Prix franco : France, 21 fr. 75 ; étranger, 25 francs.

Cet ouvrage, traduit de l'anglais, a soulevé en Grande-Bretagne de vives controverses. En matière militaire, les opinions s'opposent — là comme ailleurs — chaque fois qu'il s'agit d'édifier une doctrine nouvelle. Il est question, en effet, de revenir à la guerre de mouvement comme par le passé, sans sacrifier plus longtemps à la théorie de Clausewitz, qui consiste à rechercher le combat à tout prix et la « décision dans le sang ». Le critique britannique — l'un des plus réputés actuellement — après avoir passé en revue et analysé les principales campagnes de l'histoire, examine la bataille de la Marne qui nous intéresse tout particulièrement et juge sévèrement notre théorie de l'offensive à outrance si en honneur en 1914. Le capitaine Hart estime lui que, seules, la manœuvre et la stratégie conduisent à la victoire. Le char d'assaut devient dès lors un facteur déterminant du succès. Ce n'est plus exclusivement dans l'accroissement des effectifs qu'il faut chercher la supériorité, mais dans la « motorisation » en particulier et la « mécanisation » en général. La division d'infanterie, suivant l'auteur, est appelée à être clouée au sol par la brigade des chars. La machine, dans l'armée de demain, compte plus que l'homme, la puissance mécanique plus que le nombre. Cette thèse anglaise suscitera les discussions les plus vives chez tous ceux qui ont pour mission de suivre, au jour le jour, l'évolution du combat moderne. N'oublions pas que les grandes batailles du passé, quand elles n'ont pas été gagnées par des chefs habiles, l'ont été par de grands imaginatifs.

Les méthodes de prévision du temps à courte et à longue échéance, par Henri Chrétien, capitaine aviateur. Prix franco : France, 27 fr. 50 ; étranger, 31 fr. 75.

On sait les services que la météorologie — cette science faite essentiellement d'observation — rend à toutes les branches de l'activité humaine, depuis l'aviation civile, militaire et maritime jusqu'aux agriculteurs, en passant par les médecins et les hygiénistes. Le capitaine Chrétien, s'inspirant essentiellement de l'utilité pratique des méthodes modernes employées, nous montre tout ce qu'on peut tirer de ces méthodes pour la prévision du temps. Après avoir rappelé les connaissances théoriques indispensables, l'auteur s'adresse directement aux aviateurs, pour les guider dans la connaissance du temps. C'est de cette connaissance de plus en plus approfondie que dépendent, en effet, aussi bien la sécurité du voyageur aérien ou marin que la prospérité de l'agriculteur, sans cesse menacées par les intempéries.

Manuel de renseignements essentiels à l'usage des professionnels et constructeurs-radio. Prix franco : France, 53 fr. 50 ; étranger, 56 fr. 75 (en souscription).

Un groupe d'ingénieurs et de techniciens spécialistes a rédigé, en Belgique, un manuel de renseignements fort bien documenté, qui est susceptible d'intéresser tous ceux qui se préoccupent des industries radioélectriques.

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués.

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 :

Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an.... 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 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. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris - X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.

LA CARRIÈRE DE VÉRIFICATEUR DES POIDS ET MESURES⁽¹⁾

La fonction

Le service des Poids et Mesures a pour but d'assurer la loyauté des transactions commerciales.

La mission peut se résumer ainsi :

- 1^o Maintenir l'emploi exclusif d'un seul système de mesures : le système métrique décimal ;
- 2^o Vérifier les instruments de mesure neufs, avant leur mise en vente ;
- 3^o Contrôler périodiquement les instruments de mesure en service chez les commerçants et industriels, et ordonner la réparation des instruments défectueux ;
- 4^o Surveiller l'emploi des appareils de mesure dans le débit des marchandises et réprimer les fraudes quantitatives.

A ce rôle, à la fois technique et répressif, s'ajoute un rôle fiscal : taxation des poids et mesures possédés par les personnes assujetties à la vérification. Le service des Poids et Mesures est aussi chargé de la surveillance des appareils susceptibles d'être employés à la frappe des monnaies, et ses agents sont compris parmi ceux qui peuvent relever les infractions aux règlements concernant la police du roulage.

Avantages de la carrière

Travail intéressant. — Le travail des Vérificateurs des Poids et Mesures présente un réel intérêt. L'étude des dispositifs nouveaux et souvent très ingénieux employés dans les appareils de mesure (exemple : balances et bascules automatiques, appareils de pesage continu sur transporteurs, distributeurs d'essence automatiques, etc.) est une des plus attrayantes pour un esprit curieux et amateur de mécanique. La visite des usines assujetties au contrôle du Vérificateur lui permet d'acquérir une foule de notions utiles sur les produits fabriqués, les machines employées, les procédés de fabrication, etc...

Travail sain. — La profession réunit, dans une juste proportion, l'exercice physique et le travail de bureau pour le plus grand bien de la santé des agents.

Déplacements en automobile. — Pour effectuer leurs tournées dans les communes rurales, les Vérificateurs ont une carte de circulation sur les chemins de fer (2^e classe), mais beaucoup d'entre eux possèdent une automobile et il est question d'augmenter les indemnités actuelles pour frais de tournées, de manière à généraliser ce mode de transport. A noter que l'Administration met à la disposition des agents chargés du contrôle des distributeurs d'essence une voiture 10 ch, conduite intérieure.

Indépendance. — Le Vérificateur des Poids et Mesures est, dans sa circonscription, un véritable Chef de Service. Jouissant d'une grande indépendance, il organise ses tournées comme il l'entend, sous la seule réserve d'en faire approuver l'itinéraire par l'Inspecteur Régional.

Considération. — Le vérificateur jouit d'une grande considération près des industriels et commerçants, d'une part, près du public, d'autre part. Pour les premiers, il est le conseiller technique qui renseigne sur la valeur et l'exactitude des instruments ; pour le second, il est le défenseur des intérêts du consommateur, l'agent qui veille au bon poids et à la bonne mesure. Le Vérificateur a d'ailleurs le sentiment d'assurer une tâche utile et il en éprouve une légitime satisfaction qui a bien son prix.

Choix d'un poste. — L'Administration s'est efforcée jusqu'ici de donner, dans la plus large mesure, satisfaction aux agents qui demandent à être nommés dans une région de leur choix. Lorsqu'un Vérificateur se trouve dans un poste à sa convenance, il peut y passer toute sa carrière, s'il le désire, car l'avancement n'entraîne pas un changement de résidence : la classe de l'agent est attachée à la personne et non au poste occupé.

Congés. — Comme tous les fonctionnaires, les Vérificateurs des Poids et Mesures ont droit à trois semaines de congé par an.

En cas de maladie, ils peuvent obtenir trois mois de congé à plein traitement et trois mois à demi-traitement.

Emoluments (1).

Avancement (1).

Retraite (1).

(1) La nature de la fonction de Vérificateur des Poids et Mesures aux Colonies est la même que celle de Vérificateur des Poids et Mesures en France. Pour le Maroc, les limites d'âge sont de 21 à 40, ou plus, suivant les services militaires. **AUCUN DIPLOME EXIGÉ.** Renseignements gratuits par l'École Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris-7.

TRÉFILERIES ET LAMINOIRS DU HAVRE

— SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 169.500.000 FRANCS —

SIÈGE SOCIAL :

28, rue de Madrid, PARIS

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : "SILICIEUX 37 PARIS"

Téléphone : Laborde 73-20 à 73-26

POUR L'AUTOMOBILE ET L'AVIATION

Tous les produits laminés, filés, étirés, tréfilés en :

**Cuivre, Laiton, Bronze, etc.
Aluminium, Magnésium.**

*Alliages légers homologués par les ministères
de la Guerre, de la Marine et de l'Air :*

DURCILIUM (alliage L 2 R)
à l'état traité :

Résistance à la rupture supérieure à 40 kilogrammes.
Allongement supérieur à 16 %.

ALUMAG
à l'état recuit :

Résistance à la rupture supérieure à 40 kilogrammes.
Allongement supérieur à 25 %.

Résistant à la corrosion. — Se soudant facilement à l'autogène

— ⊗ —
**FILS ET CABLES ÉLECTRIQUES
CABLES D'ACIER — CORDAGES**