

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

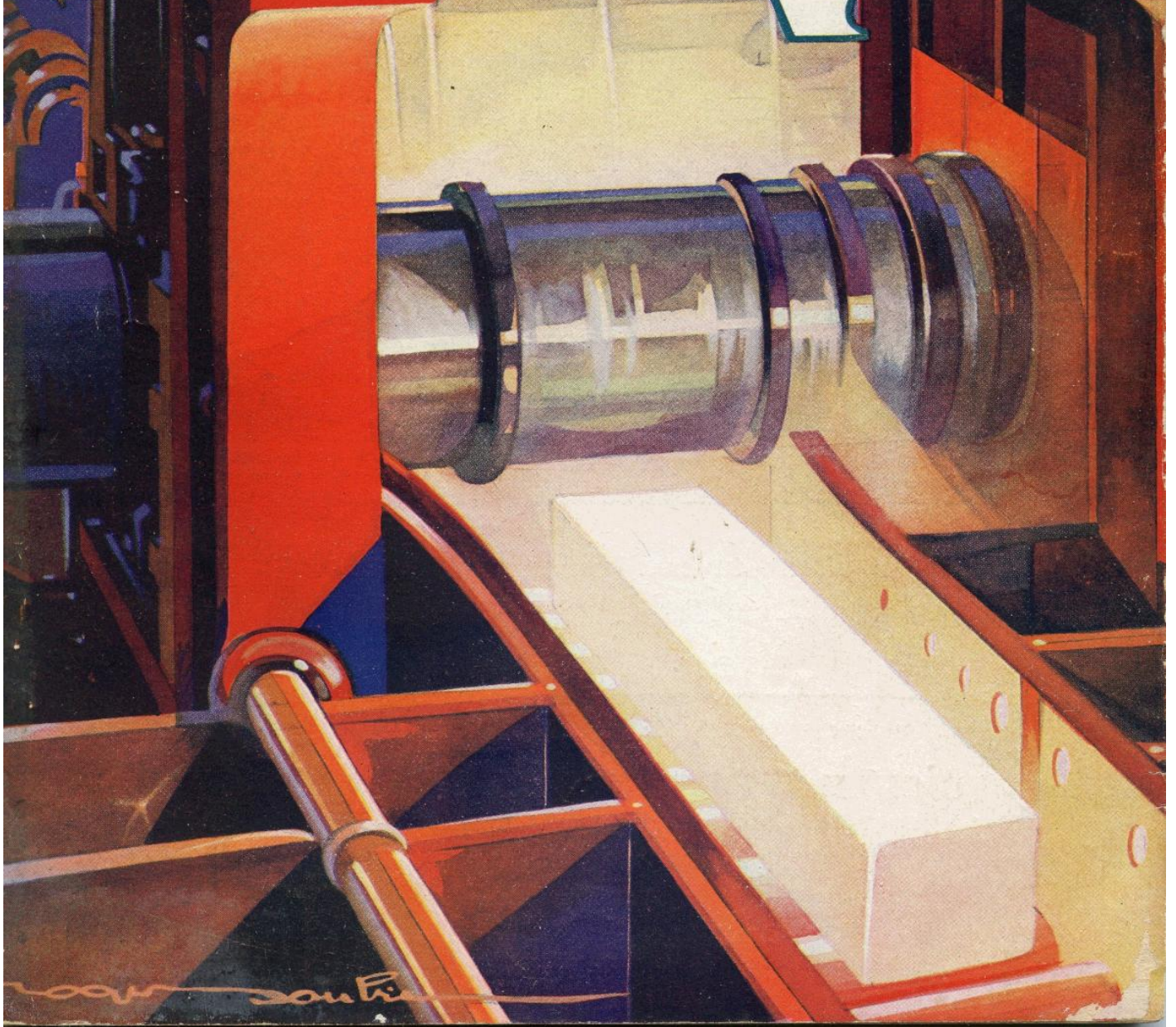
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	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 47. n. 212. Février 1935
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1935
Collation	1 vol.(XXI p.-p.[91-176]) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 212
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.212

France et Colonies : 4 fr.

N° 212 - Février 1935

LA SCIENCE ET LA VIE

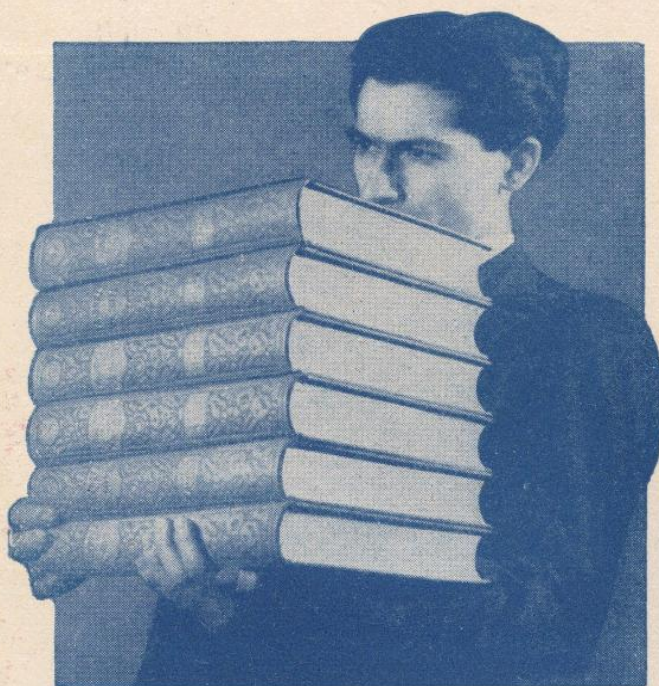


Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

**Le grand dictionnaire encyclopédique
de notre temps**

LAROUSSE DU XX^E SIÈCLE

En six forts volumes grand in-4^o



Le Dictionnaire encyclopédique *le plus complet, le plus moderne, le plus riche de texte et d'illustrations*. Le seul qui puisse rendre tous les services qu'on attend d'un ouvrage de ce genre.

Près de 7.000 pages
(format 32×25 cm.)

235.640 articles
(deux millions de lignes)

46.641 gravures

**502 cartes
et 364 planches
en noir et en couleurs**
(exécutées par les procédés
les plus nouveaux)

Le *Larousse du XX^e siècle* est, notamment, le seul ouvrage où l'on trouve l'explication de tous les termes scientifiques, aujourd'hui si nombreux, et des renseignements complets et nouveaux sur tout ce qui concerne les sciences, avec une abondante illustration due, en grande partie, à la photographie.

Les six volumes, livrés immédiatement :

Reliure pleine toile, titre en couleurs..... 1.275 fr.
Reliure de luxe demi-chagrin, fers dorés 1.490 fr.

Paie ment en 30 mois

Au comptant : Reliure toile, 1.200 fr. — Reliure de luxe, 1.400 fr.

FASCICULE-SPECIMEN GRATIS SUR DEMANDE

à la Librairie LAROUSSE, 13-21, rue Montparnasse, Paris (6^e) — On souscrit chez tous les libraires



ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL **ÉCOLE DE NAVIGATION**

placées sous
le haut patronage
de plusieurs Ministères

19, rue Viète, et 152, avenue de Wagram, PARIS - 17°
Tél. : Wagram 27-97

DU Cours sur place ou par correspondance

COMMERCE & INDUSTRIE

Obtention de Diplômes et
accès aux emplois de

**SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS**

**CERTIFICATS D'ÉTUDES
BREVETS
BACCALAURÉATS**

Examens et Concours
**P. T. T. — CHEMINS DE FER
PONTS ET CHAUSSÉES
VILLE DE PARIS, etc.**

MARINE MILITAIRE

Préparation aux Ecoles
des **ÉLÈVES-INGÉNIEURS MÉCANICIENS** (Brest)
SOUS-OFFICIERS MÉCANICIENS et **PONT**
MÉCANICIENS : Moteurs et Machines (Lorient)
ÉCOLE NAVALE — 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**

MARINE MARCHANDE

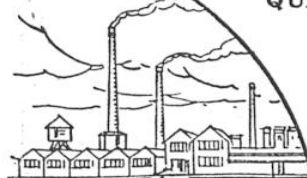
Préparation des Examens
**ÉCOLES DE NAVIGATION
ÉLÈVES-OFFICIERS
LIEUTENANTS, CAPITAINES
MÉCANICIENS
COMMISSAIRES, T. S. F.**

ÉCOLE DE NAVIGATION MARITIME de NICE - VILLEFRANCHE-S-MER

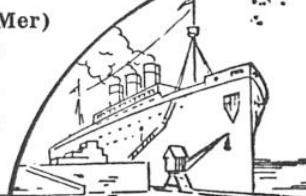
QUAI COURBET (Villefranche-sur-Mer)

Cours théoriques pour tous les examens de la marine marchande.
Exercices d'embarcation dans la rade.
Visites de navires.

PROGRAMMES GRATUITS
(Joindre un timbre pour toute réponse)



UBI-ELGY



E. Taracini



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

BUTAGAZ

LE GAZ BUTANE

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

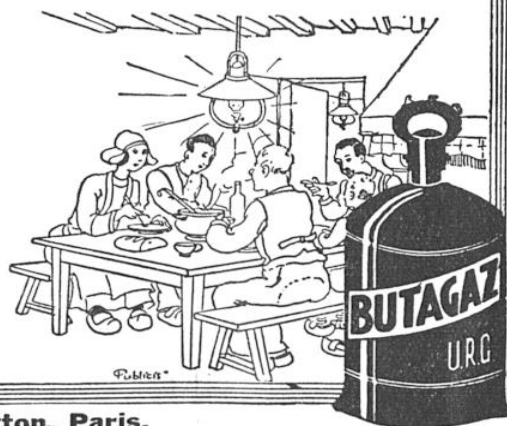
**Éclairage par Bec
à Incandescence**

*Deux ans
d'expérience*

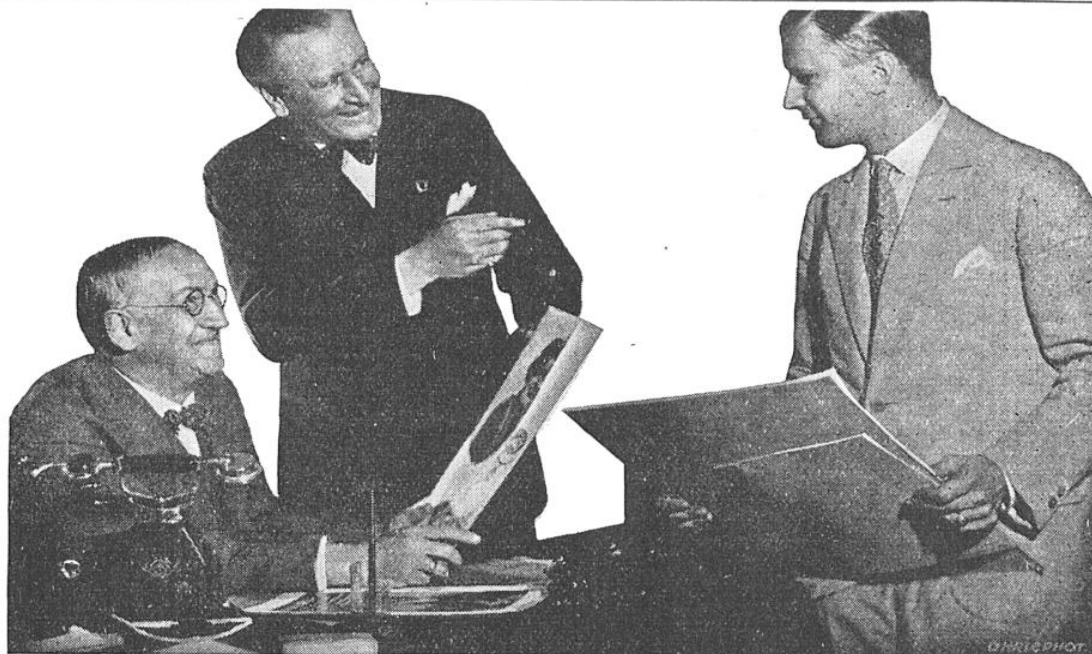
5000 DÉPOTS

Service à domicile dans toutes les Communes
FRANCE ALGÉRIE - TUNISIE - MAROC

Notice explicative gratuite sur demande



BUTAGAZ, 44, rue Washington, Paris.



...Il ne l'avait pas dit qu'il savait dessiner!

« Voici notre jeune accusé, Monsieur le Directeur, Son crime est très net : il a du talent et nous l'a laissé ignorer.

« J'ai fait cette découverte samedi dernier dans le métro, par hasard. A l'autre bout de ma voiture, ce garçon griffonnait je ne sais quoi dans le creux de sa main. Je parvins derrière son épaule et vis défiler quelques pages de son carnet de croquis : des silhouettes élégantes ou humoristiques, un portrait plus poussé de grosse dame...

« Je pus voir chez lui toute sa collection : dessins à la plume, au crayon, au pinceau, — scènes de rue, paysages, compositions décoratives, essais de publicité, tout témoignait d'une imagination débordante. Beaucoup de goût et d'observation...

— C'est qu'il y a très peu de temps que je dessine, Monsieur le Directeur ; trois mois à peine.

— Trois mois ? Comment diable avez-vous fait ?

— J'avais toujours voulu dessiner, mais les tristes leçons d'école m'avaient découragé. Récemment, j'ai voulu savoir ce que vaut la Méthode A. B. C. de Dessin. La brochure m'a intéressé. J'ai pris un cours : c'est pour moi une révélation formidable. Mille petits secrets que l'on ne peut découvrir tout seul, un plaisir constant. J'expédie mes devoirs à mon professeur — un artiste réputé, — je reçois ses réponses et corrections avec un véritable enthousiasme. Les difficultés qui m'arrêtaient sont mortes.

Tout me paraît simple, et pourtant je m'aperçois que j'ai appris déjà tout un métier...

— Et quand comptez-vous avoir terminé ?

— Dans quelques mois.

— Bien. — Laissez-moi ces esquisses, elles serviront. Continuez sérieusement, et montrez-moi chaque fois ce qui peut intéresser la Maison. A la fin de votre cours, revenez me trouver. Je vous donnerai le moyen d'utiliser vos talents et d'améliorer votre situation. »

Un luxueux album illustré est offert, gratuitement et sans aucun engagement, à toute personne qui en fait la demande, la renseignant complètement sur la méthode A. B. C. de Dessin qui a déjà permis à tant et tant de se réaliser. Il suffit d'envoyer le coupon ci-dessous.

ENVOYEZ CE COUPON AUJOURD'HUI MÊME

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN, Studio B 3
12, rue Lincoln, 12 (Champs-Élysées), Paris (8^e)

Monsieur le Directeur,

Je vous prie de m'envoyer, gratuitement et sans engagement pour moi, un album « Le dessin par la méthode A. B. C. », entièrement illustré, m'apportant tous les détails désirables sur cette méthode.

NOM

Profession..... Age.....

Rue..... N°.....

VILLE..... Dép.....

Situation lucrative

agréable, indépendante et active

dans le Commerce ou l'Industrie, sans Capital

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

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

L'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

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

Tous les élèves sont pourvus d'une situation

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

3 bis, rue d'Athènes, PARIS



Notices illustrées envoyées franco sur simple demande

SMITH PREMIER

26 et 28, rue de la Pépinière — PARIS-8^e

La marque
la plus ancienne...

La machine
la plus moderne...

ÉCRIT
à la perfection
dans le silence

Toute la gamme des machines de bureau ou portatives en valise

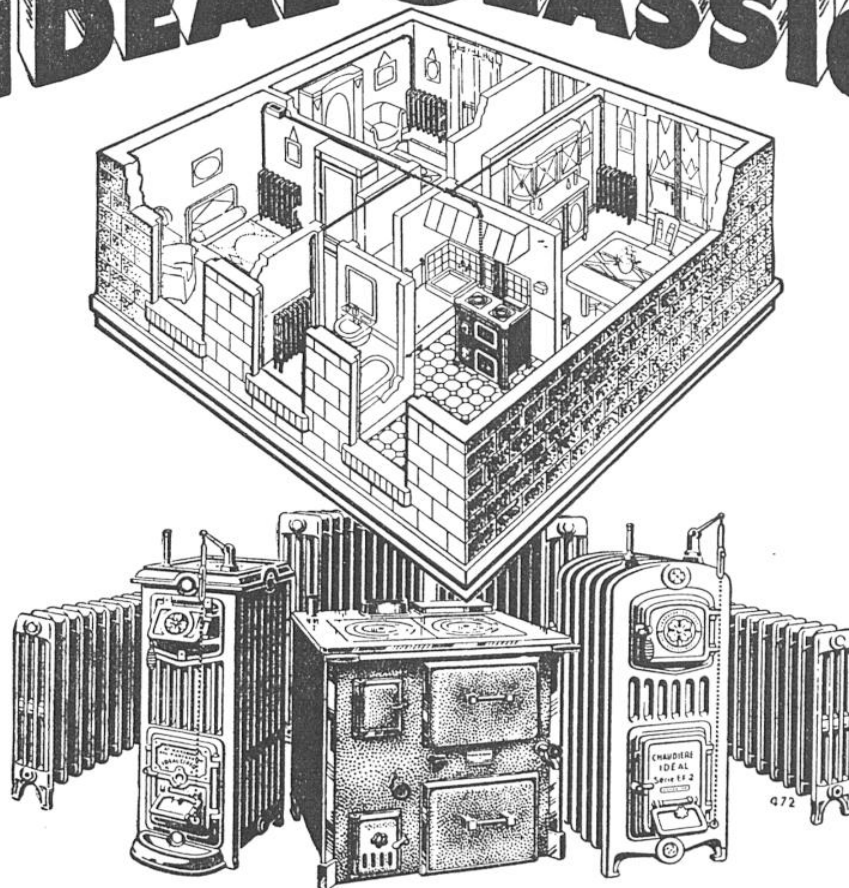
Machines garanties à partir de :

1.250 fr.

facilités de paiement

Tél. : LABorde 32-20 et la suite
(13 lignes groupées)

LE CHAUFFAGE CENTRAL IDÉAL CLASSIC.



S'INSTALLE PARTOUT aussi facilement que l'eau et le gaz

Il peut être réalisé : soit avec Chaudière "IDÉAL CLASSIC" ou Chaudière sectionnée "IDÉAL EF", soit avec Fourneau "IDÉAL CULINA", dans toutes habitations (villas ou appartements) à partir de 2 pièces. Sa consommation est si faible (**moins de 7 centimes l'heure par radiateur**) que le coût de l'installation se trouve amorti en quelques hivers.

La brochure illustrée N° 68 donnant tous renseignements sur le Chauffage central "IDÉAL CLASSIC" est envoyée gratuitement contre ce coupon :

NOM
RUE N°
VILLE DÉP^{ts}

COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS

149, Boulevard Haussmann - PARIS (8^e)

USINES à : DOLE, AULNAY-SOUS-BOIS, DAMMARIE-LES-LYS, CLICHY, SAINT-OUEN, ARGENTEUIL, BLANC-MESNIL

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 loisir, 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 28 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 87.600, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'au Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant enfin la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, etc.

(Enseignement donné par des Inspecteurs primaires, Professeurs d'E. N. et d'E. P. S., Professeurs de Cours complémentaires, etc.)

BROCHURE N° 87.606, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant, en outre, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux divers *baccalauréats*.

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

BROCHURE N° 87.612, 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° 87.618, 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° 87.624, 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° 87.630, 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° 87.636, 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° 87.642, 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° 87.648, 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° 87.654, 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, etc.

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

BROCHURE N° 87.660, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 87.666, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 87.671, 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° 87.677, concernant l'étude des Langues étrangères : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Portugais, Arabe, Esperanto. — Tourisme (Interprète).

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

BROCHURE N° 87.683, concernant l'enseignement de tous les Arts du Dessin : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Décoration, Aquarelle, Peinture à l'huile, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les Métiers d'art et aux divers Professorats de Dessin, Composition décorative, Peinture, etc.

(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

BROCHURE N° 87.690, 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° 87.695, concernant la préparation à toutes les carrières coloniales : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.

(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.)

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à
MESSIEURS LES DIRECTEURS de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)

un ensemble unique...

PHOTOGRAPHURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHES

pour
illustrer vos
Publicités

Établissements
Laureys Frères * U
17, rue d'Enghien, Paris

CONSERVATION parfaite des ŒUFS

PAR LES

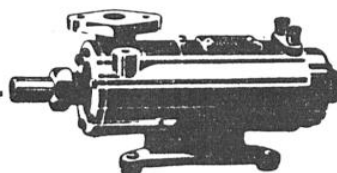
COMBINÉS BARRAL

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 Comb-
nés Barral, 8, villa d'Alesia, PARIS-14^e.

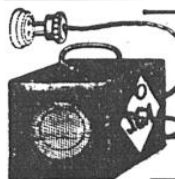
PROSPECTUS GRATIS SUR DEMANDE



NE VOUS FATIGUEZ PAS À TIRER L'EAU DE VOTRE PUIT

Pour quelques centimes à l'heure, la nouvelle pompe électrique "RECORD" la distribuera automatiquement dans votre maison, votre garage, votre jardin. Cette merveilleuse petite pompe fonctionne sans bruit, surveillance ni entretien, sur le plus petit compteur lumière, exactement comme une lampe. La consommation est inférieure à celle d'un fer à repasser. Sa garantie est illimitée. Son prix est sensationnel : **500 francs**. — Vous ne perdrez pas votre temps en demandant notre catalogue gratuit n° 4

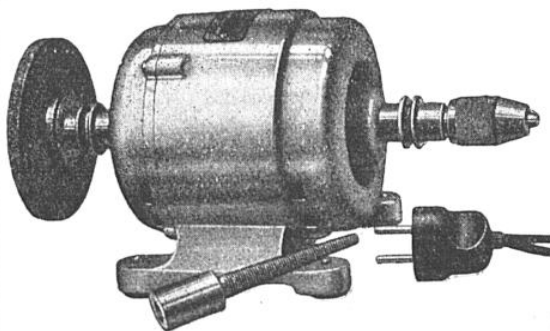
A. GOBIN, Ing.-Const., 3, Rue Ledru-Rollin
SAINT-MAUR (Seine)



OSGA Jouvence d'oxy-
gène naissant,
reconstitue, tonifie, fortifie, par
LA VIE AU GRAND AIR AU FOYER
pour un sou par semaine.
Sur cour. lum. alternatif 110 ou 220 v.
Complet, **210 fr.** franco France. C. R.
S.G.A.S., 44, r. du Louvre, Paris-1^{er}
Anémie, Asthme, Coquel., Nez, etc.

INVENTEURS
Pour vos
BREVETS

Adr. vous à: **WINTHER-HANSEN**, Ingénieur-Conseil
35 Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratuite!



UN COLLABORATEUR MODÈLE...

Toujours prêt à rendre service en silence

Capable d'effectuer tous petits travaux de perçage, de meulage, de polissage, etc. Fonctionne sur le courant lumière monophasé (50 périodes). Pas de collecteur ; pas de parasites ; aucun entretien. Tension de 100 à 125 volts (220 volts sur demande). Vitesse : 1.400 tours-minute.

Deux puissances différentes :	1/100 cv. et 1/25 cv.
Moteur avec poulie.....	125 fr. 195 fr.
Le jeu d'accessoires.....	50 fr. 65 fr.
Supplément pour 220 volts...	10 fr. 15 fr.

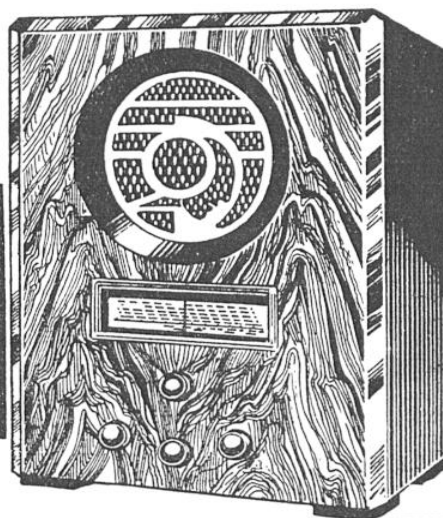
Expéditions franco gare française

PRODUCTION DE LA

Soc. Anon. de CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES MINICUS
5, r. de l'Avenir, GENNEVILLIERS (Seine)

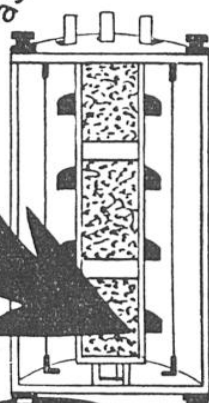
L'HEPTODYNE ULTIMA

le poste
extraordinairement puissant
qui étonne les techniciens.



**BOBINAGE
A NOYAU DE FER**

assurant une puissance double.
Unique en France.



Toutes ondes Antifading intégral

Un prix étonnant, une technique prodigieuse...

L'HEPTODYNE marque vraiment une nouvelle étape dans le progrès de la T. S. F.

Cet appareil changeur de fréquence 5 lampes, 7 circuits accordés, dont 2 en présélecteur, comporte un perfectionnement de toute première valeur : l'accord, l'oscillateur et les transfos à **noyau de fer sur stéatite**, assurant une amplification double (à Paris, 145 émissions européennes), toutes ondes, antifading intégral, grand dynamique (25 cm 10 watts), prise pick up et de télévision.

GARANTIE UN AN

BELLE PRÉSENTATION

Prix complet : 895 fr.

**RADIO HOTEL-DE-VILLE
PARIS - 13, rue du Temple - PARIS**

MAISON FONDÉE EN 1914

Magasins ouverts de 9 h. à 20 h. - Dim. et fêtes, de 10 à 18 h.

MÉTRO : HOTEL-DE-VILLE

PRIX COMPLET
895 f.
A CRÉDIT
125 f. A LA COMMANDE
A LA LIVRAISON
ET 6 TRAITES
DE 125 f.

Demandez la
TORCHE-AUTO



à votre fournisseur habituel ou à la

**Société des Piles
et Accumulateurs HEINZ**

9 et 11, place Champerret, PARIS (17^e)

*Joignez un mandat de 25 francs
et le bon ci-dessous pour la recevoir franco.*

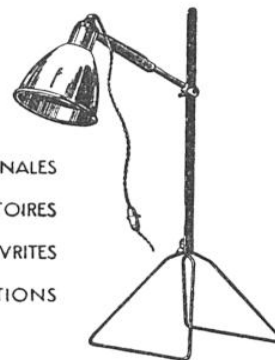
(VOIR L'ARTICLE PAGE 173)

BON pour une **TORCHE-AUTO**
franco de port et d'emballage au prix
net de 25 francs.

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

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

EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

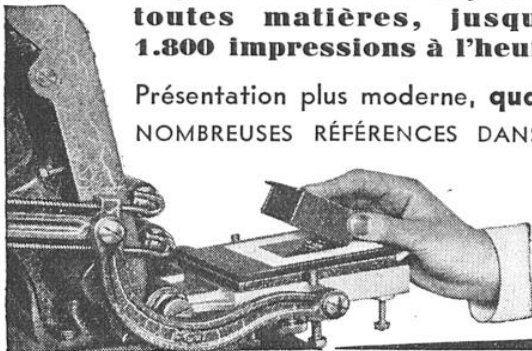
PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE.	Trois mois	20 fr.
	Six mois.	40 fr.
	Un an.	76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES. . .	Trois mois.	25 fr.
	Six mois.	48 fr.
	Un an.	95 fr.
BELGIQUE.	Trois mois.	32 fr.
	Six mois.	60 fr.
	Un an.	120 fr.
ÉTRANGER.	Trois mois.	50 fr.
	Six mois.	100 fr.
	Un an.	200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

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

L'AUTOMATIQUE DUBUIT

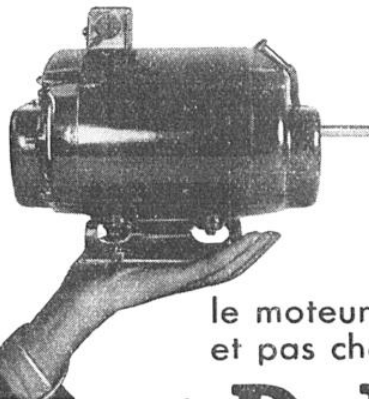
imprime sur tous objets en
toutes matières, jusqu'à
1.800 impressions à l'heure.

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

*vous l'attendiez,
le voilà!...*



le moteur parfait
et pas cher !

Ragonot-Delco

Deux noms qui sont deux garanties.
Deux noms à qui vous **devez** un essai.

E^{TS} RAGONOT

"Les grands spécialistes des petits moteurs"

15, Rue de Milan - PARIS - Tél. : Trinité 17-60 et 61

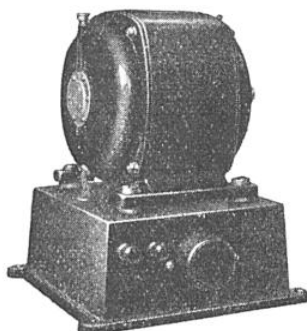
Pub. R. L. Dupuy

MOTEURS ÉLECTRIQUES MONOPHASÉS

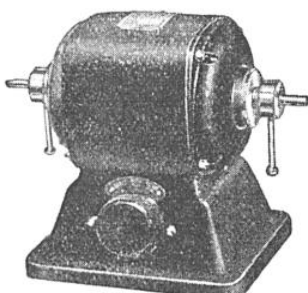
1/200^e à 1/2 CV

POUR TOUTES APPLICATIONS
INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES

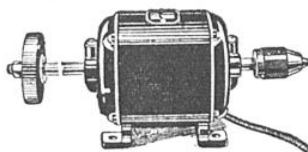
Démarrant en charge — Sans entre-
tien — Silencieux — Vitesse fixe —
Ne troublant pas la T. S. F.



Moteur à trois vitesses
Pour commande d'appareil
de laboratoire et de démonstration
Commande de petites machines-outils



Tour de Laboratoire, à deux vitesses
Pour horloger et mécanicien - dentiste



Petit touret pour affûtage et perçage
Pour horloger et petite mécanique

R. VASSAL

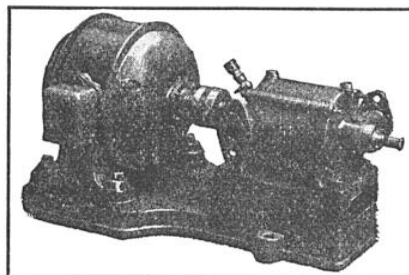
INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR

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

Tél. : Val d'Or 09-68

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République, PARIS



ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES

pour villas, fermes, arrosage, incendies

FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression
par les groupes

DAUBRON

POMPES INDUSTRIELLES

tous débits, toutes pressions, tous usages

Recherches des Sources, Filons d'eau

Minerais, Métaux, Souterrains, etc.

par les

DÉTECTEURS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

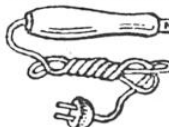
L. TURENNE, ING. E. C. P.

19, RUE DE CHAZELLES, PARIS-17^e

Vente des Livres et des Appareils
permettant les contrôles.

**POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE**

UN FER A SOUDER ÉLECTRIQUE



POUR 10 fr.!

Marche sur tous courants 110 volts.
Fonctionnement garanti. Envoi c. remb.,
Le fer seul, 12 fr. — Av. soudure déca-
pante à l'étain et à l'aluminium, 17 fr.

F. GAL, 4, rue Florac, MARSEILLE

DES IMPRIMÉS SOIGNÉS
DES DÉLAIS RESPECTÉS
DES PRIX INTÉRESSANTS



Imprimerie R. DELAUDAUD

Cours National -- SAINTES (Char.-Inf.)

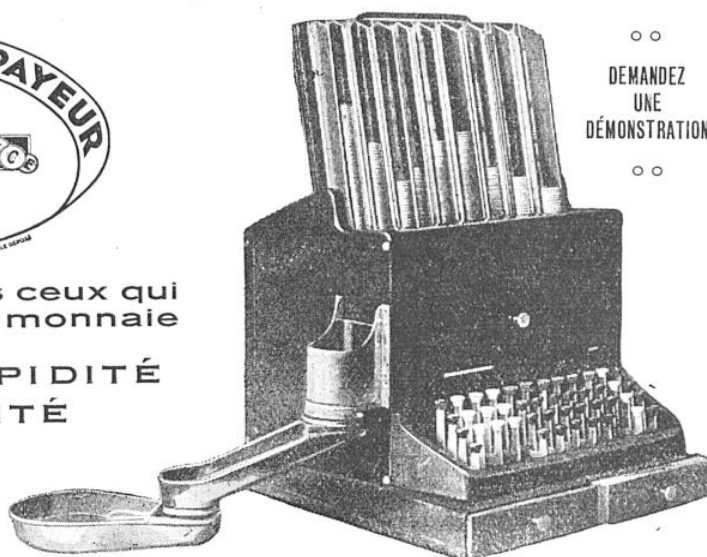
Composition mécanique — Machines automatiques

LA PREMIÈRE MACHINE FRANÇAISE A RENDRE AUTOMATIQUEMENT LA MONNAIE



s'impose à tous ceux qui
manipulent la monnaie

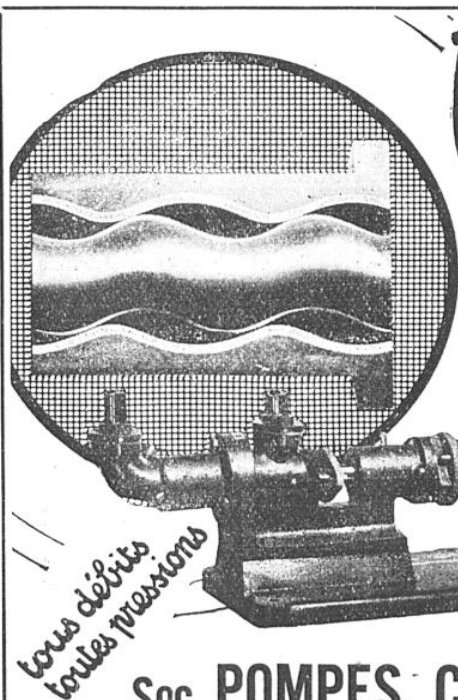
**RAPIDITÉ
SÉCURITÉ
HYGIÈNE**



◦ ◦
DEMANDEZ
UNE
DÉMONSTRATION
◦ ◦

MACHINES AUTOMATIQUES MODERNES, 4, place de Valois, PARIS-1^{er}

S. A. R. L. — R. C. Seine 255.184 B — Téléphone : CENTRAL 46-87



*tous débits
toutes pressions*

Un Succès UNE POMPE EN CAOUTCHOUC

Pompes P. C. M. LICENCE R. MOINEAU

SES AVANTAGES :

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

Soc. POMPES, COMPRESSEURS, MÉCANIQUE

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

Salon de la Machine Agricole, Hall A, Stand 10

"MICRODYNE"

LE PLUS PETIT MOTEUR INDUSTRIEL DU MONDE

MOTEURS UNIVERSELS
de 1/100 à 1/10 ch.

L. DRAKE
CONSTRUCTEUR
240 bis
Bd Jean-Jaurès
BILLANCOURT

Tél. :
MOLITOR
12-39



Apprenez les Langues vivantes

vite, bien,
à peu de frais,
pratiquement,

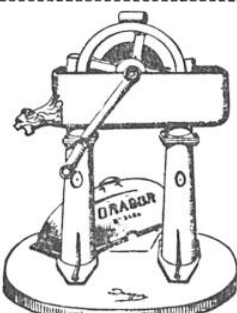
à l'Ecole BERLITZ

31, Boul. des Italiens, PARIS

Entrée particulière : 27, rue de la Michodière

LEÇONS SUR PLACE
PAR CORRESPONDANCE
PAR T. S. F.

Demandez la Notice S. V. n° 413 franco
et recommandez-vous de *La Science et la Vie*.

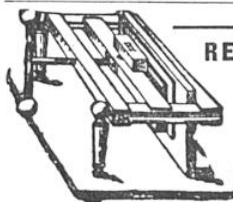


DRAGON

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

Elévateurs DRAGON
LE MANS (Sarthe)
Pour la Belgique :
39, allée Verte - Bruxelles

Voir l'article, n° 83, page 446.



RELIER tout SOI-MÊME

avec la *Relieuse-Meredieu*
est une distraction
à la portée de tous
Outillage et Fournitures générales
Notice illustrée franco : 1 franc
V. FOUGÈRE & LAURENT, à ANGOULÊME

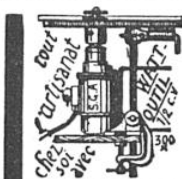
Pourquoi rester



SOURDS

puisque AUDIOS présente pour 1935
l'**EXTRA-PLAT MAGNÉTIQUE**
et le **SUPER-MAGNÉTIQUE**
merveilles de la technique moderne

Demandez le livre illustré du Docteur RAJAU
DESGRAIS, 140, rue du Temple, PARIS
(Joindre 3 francs en timbres)



Pour Amateurs et Professionnels:

VOLT-OUTIL +++++

+++ **VOLT-SCIE** +++

+++++ **WATT-OUTIL**

sur courant lumière, sans apprentissage.

3.000 références :: Notices franco

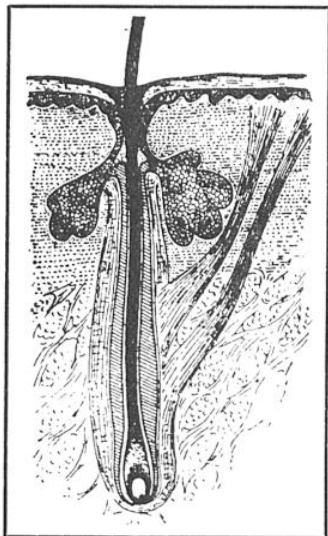
S. G. A. S., 44, rue du Louvre, Paris-1^{er}

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

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

MALLIÉ



REVITALISEZ VOS CHEVEUX BLANCS

L'Huile Balsamique du Docteur NIGRIS, contenue dans le réservoir du PEIGNE NIGRIS, sera distribuée dans votre chevelure et absorbée par capillarité jusqu'aux bulbes qu'elle revitalise (Figure : Bulbe en coupe).

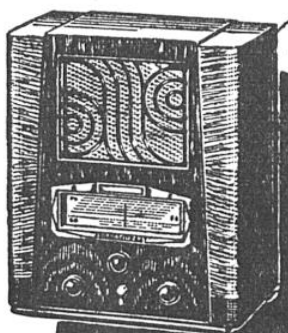
NOMBREUSES RÉFÉRENCES

Voici l'opinion autorisée du Docteur RAJAT, ancien Directeur du Bureau municipal d'Hygiène de Vichy :

« Au nom de l'hygiène et de la santé, les médecins consciencieux condamnent d'une façon absolue les teintures. Renoncer à leur emploi est donc une mesure de prudence qui s'impose. Par contre, on emploiera, en toute sécurité, le merveilleux PEIGNE NIGRIS, qui a fait ses preuves, le seul procédé qui soit véritablement inoffensif parmi tous les recolorants des cheveux connus jusqu'à ce jour. »

En se recommandant de « La Science et la Vie », et sur simple demande adressée aux **LABORATOIRES NIGRIS, 73, rue Taitbout, PARIS (9^e)** vous recevrez gratuitement un intéressant petit ouvrage sur les causes de la décoloration et les méfaits des teintures.

ARTS MÉNAGERS, Galeries Sud-Ouest, Stand 9



LE E 57 ANTIFADING RÉCEPTEUR TOUTES ONDES A OCTODE

Ce poste superhétérodyne à 7 lampes d'une sélectivité et d'une sensibilité considérables, possède les derniers perfectionnements et permet de capter les ondes courtes.

Son dispositif antifading, très efficace, en fait un poste particulièrement agréable d'emploi pour recevoir les émissions européennes les plus éloignées. Il comporte un réglage visuel et silencieux. Le E 57 est présenté dans une luxueuse ébénisterie en noyer verni au tampon avec motif en métal chromé et fermeture arrière.

GARANTIE. — NOTRE GARANTIE D'UN AN BASÉE SUR **20 ANNÉES D'EXPÉRIENCE** est vraiment effective. **PRIX, complet. Frs 1.875**

Lampes garanties 3 mois NOTICE 50 FRANCO SUR DEMANDE

Nombreux Agents en FRANCE, CORSE, ALGÉRIE, TUNISIE.
Demandez-nous l'adresse de l'Agent Régional.

LEMOUZY

63, r. de Charenton
PARIS



*Une
meilleure
voiture*

Plus d'agrément, plus de confort,
en montant

**un AUTO-CHARGEUR
FERRIX**

qui entretiendra la charge de
vos accus. Fixé à demeure sur
le tablier de votre voiture, vous
le brancherez sur une prise de
courant lumière. 6 modèles pour
tous usages.

**une BOBINE D'ALLUMAGE
FERRIX**

qui allumera mieux et ne grillera
pas inopinément,
ou, si vous êtes sportif,

**une SUPER-BOBINE
FERRIX**

qui fournira des étincelles chau-
des aux plus grandes vitesses
et aux fortes compressions.

Exigez-les de votre garagiste
ou de votre électricien.

FERRIX

Notice N° 13 sur demande
98, Avenue Saint-Lambert à Nice
2, Rue Villaret-de-Joyeuse à Paris

Pub. R.-L. Dupuy



**Santé Force Vigueur
l'Électricité**

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 lan-
gage 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, débilisés,
affaiblis et déprimés.

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.
Noursténie, Névroses diverses, Névralgies,
Névrites, Maladie de la Moelle épinière, Para-
lysies.

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,
Sciaticque, Arthritisme, Artério-Sclérose, Troubles
de la nutrition, Lithiase, Diminution du degré
de résistance organique.

La cause, la marche et les symptômes de cha-
cune de ces affections sont minutieusement dé-
crites 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'in-
filtrer doucement et s'accumuler dans le sys-
tème nerveux et tous les organes, activant et
stimulant l'énergie nerveuse, cette force motrice
de la machine humaine.

Chaque ménage devrait posséder cet ou-
vrage 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-
FOREST**, pour recevoir par retour, sous en-
veloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec
illustrations et dessins explicatifs. Affranchis-
sement pour l'Étranger: Lettre 1,50. Carte 0,90.

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 automatique, etc.), est une des plus attrayantes pour un esprit curieux et amateur de mécanique. La visite des usines assujetties au contrôle du Vérificateur lui permet d'acquérir une foule de notions utiles sur les produits fabriqués, les machines employées, les procédés de fabrication, etc...

Travail sain. — La profession réunit, dans une juste proportion, l'exercice physique et le travail de bureau, pour le plus grand bien de la santé des agents.

Déplacements en automobile. — Pour effectuer leurs tournées dans les communes rurales, les Vérificateurs ont une carte de circulation sur les chemins de fer (2^e classe), mais beaucoup d'entre eux possèdent une automobile et il est question d'augmenter les indemnités actuelles pour frais de tournées, de manière à généraliser ce mode de transport. A noter que l'Administration met à la disposition des agents chargés du contrôle des distributeurs d'essence, une voiture 10 ch, conduite intérieure.

Indépendance. — Le Vérificateur des Poids et Mesures est, dans sa circonscription, un véritable Chef de Service. Jouissant d'une grande indépendance, il organise ses tournées comme il l'entend, sous la seule réserve d'en faire approuver l'itinéraire par l'Inspecteur Régional.

Considération. — Le Vérificateur jouit d'une grande considération près des industriels et commerçants d'une part, près du public, d'autre part. Pour les premiers, il est le conseiller technique qui renseigne sur la valeur et l'exactitude des instruments ; pour le second, il est le défenseur des intérêts du consommateur, l'agent qui veille au bon poids et à la bonne mesure. Le Vérificateur a d'ailleurs le sentiment d'assurer une tâche utile et il en éprouve une légitime satisfaction qui a bien son prix.

Choix d'un poste. — L'Administration s'est efforcée jusqu'ici de donner, dans la plus large mesure, satisfaction aux agents qui demandent à être nommés dans une région de leur choix. Lorsqu'un Vérificateur se trouve dans un poste à sa convenance, il peut y passer toute sa carrière, s'il le désire, car l'avancement n'entraîne pas un changement de résidence : la classe de l'agent est attachée à la personne et non au poste occupé.

Congés. — Comme tous les fonctionnaires, les Vérificateurs des Poids et Mesures ont droit à trois semaines de congé par an.

En cas de maladie, ils peuvent obtenir trois mois de congé à plein traitement et trois mois à demi-traitement.

Emoluments (1).

Avancement (1).

Retraite (1).

(1) La nature de la fonction de Vérificateur des Poids et Mesures aux Colonies est la même que celle de Vérificateur des Poids et Mesures en France. Pour le Maroc, les limites d'âge sont de 21 à 40, ou plus, suivant les services militaires. **AUCUN DIPLOME EXIGÉ.** Renseignements gratuits par l'Ecole Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris-7^e.

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



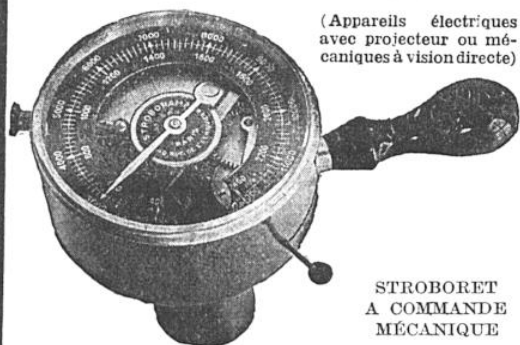
STROBORAMA TYPE A
Examen d'un moteur. — Office des Inventions, Bellevue.

PHOTOGRAPHIE et CINÉMATOGRAPHIE au millionième de seconde

ÉTUDES STROBOSCOPIQUES A FORFAIT

Télétachymètres Stroborama

pour MESURE et CONTRÔLE des VITESSES
à distance et sans contact



STROBORET
A COMMANDE
MÉCANIQUE

RÉGULATEURS SÉPARÉS pour Moteurs électriques et **MOTEURS A RÉGULATEUR**

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

Une Méthode intelligente de vivre

Pour ceux qui veulent rester
jeunes, développer leur per-
sonnalité, 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.

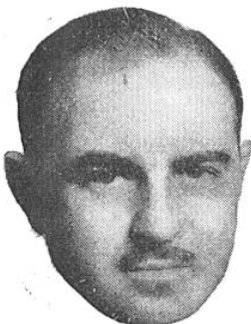
Il s'agit de bien faire les actes suivants : dormir, respirer, manger, éliminer, se mouvoir, penser, aimer. Il faut aussi, et surtout, bien entretenir les glandes endocrines, les véritables fontaines de vie. Et ce, sans médicaments, en appliquant des préceptes simples.

Demandez l'exposé en 32 pages de cette Méthode envoyé gratuitement. — ECOLE THÉRON (service 11), 334, rue Vanderkindere, Bruxelles (affranchir à 1 fr. 50).

Apprenez la Publicité et la Vente

CELUI qui voit clair trouve dans la vie d'aujourd'hui plus de chances favorables que jamais. La crise a travaillé pour lui. Elle a terrassé les incapables. Elle a tué le piston. L'avenir s'ouvre à celui seulement qui apporte de réelles capacités.

Dans toutes les carrières, il y a des vaincus. Pour un homme qui réussit, dix autres traînent une vie de servitude, se voient confinés au second plan, se nourrissant des miettes du succès. Qui les y a condamnés ? Personne ! Ils se sont condamnés eux-mêmes, soit par manque d'ambition, soit par manque d'orientation.



M. Max GOTTSCHALK, Fondateur et Directeur général de l'Ecole A. B. C., de l'Institut Linguaphone, de la Société Distribution et Vente, de l'Agence Max Gottschalk (Publicité), d'A. B. C. Magazine, etc.

Que vous soyez chef de maison, employé, ou débutant, vous devez connaître la Publicité, cette force qui crée les affaires, qui les soutient, qui les développe.

Commerçants, industriels, n'improvisez plus votre publicité, vos méthodes de vente. Collaborateurs avisés, apportez la connaissance rationnelle de la Publicité et des formules éprouvées de la Vente dans les affaires qui ont besoin de vous.

Jeunes femmes qui brûlez de jouer un rôle dans la vie moderne, voici une carrière largement ouverte à votre intelligence et à vos aptitudes naturelles.

La connaissance de la Publicité et de la Vente conduit à de magnifiques métiers largement rétribués. En outre, elle est dans toutes les carrières un appoint énorme.

Ceux qui sauront se munir rapidement de ce moyen de passer au premier rang dans les affaires n'auront plus à craindre de se voir évincés, quels que soient leur âge et leurs situations précédentes.

UN LIVRE qui changera la vie de milliers d'hommes et de femmes.

Ce livre vous donne toutes les précisions utiles pour transformer votre avenir. Il vous montre comment vous sortirez des luttes acharnées et vaines pour devenir celle ou celui devant qui s'ouvrent toutes les portes, parce qu'il apporte des solutions aux problèmes vitaux des entreprises. Femmes qui souffrez de votre isolement, pensez quel prestige et quel agrément vous trouverez dans un métier d'initiative, où vous fréquenterez ceux qui dirigent. Hommes qui n'avez pas encore une vraie carrière, en voici une qui vous place au point le plus intéressant de l'activité commerciale et industrielle.

En lisant ce livre, vous constaterez que vos études vous sont plus que remboursées, pendant leur durée même, par les avantages que vous procure l'Ecole A. B. C. C'est le privilège de tout enseignement pratique bien compris : les bénéfices que l'on en tire sont tels que le coût des études est négligeable.

Cet enseignement absolument personnel, individuel, de Professeurs et de Publicitaires dont l'expérience englobe tout ce qui se fait de Publicité dans le monde, vous l'appliquez à votre propre cas, à votre propre branche si vous êtes déjà dans les affaires.

Ce Cours donnera des connaissances supérieures aux :

Agents de Publicité
Chefs de Publicité
Courtiers en Publicité
Rédacteurs publicitaires
Industriels - Fabricants
Grossistes - Voyageurs
Représentants
Directeurs commerciaux
Chefs de Vente
Premiers Vendeurs
Commerçants indépendants
Directeurs de succursales
Chefs de service dans les magasins
Femmes actives, etc.

Demandez votre exemplaire GRATUIT

Il faut connaître ce que vous offre cet enseignement essentiellement pratique de la Publicité et de la Vente, c'est-à-dire de tous les éléments du succès dans les affaires modernes.

La brochure **Mieux Vendre, Gagner Plus**, vous le montrera. Vous la recevrez gratuitement par retour, contre le coupon ci-dessous, et vous y trouverez beaucoup de choses que vous avez besoin de savoir, et peut-être une nouvelle orientation de votre vie. Envoyez ce coupon aujourd'hui même.



M. Marc SAUREL, Président du Comité consultatif de l'Ecole A. B. C. de Publicité et de Vente, auteur de nombreux ouvrages sur la Publicité.

COURS DE PUBLICITÉ ET DE VENTE

ECOLE A. B. C. - Service B 2
12, rue Lincoln (Champs-Elysées), PARIS

Je vous prie de m'envoyer, sans aucun engagement pour moi et gratuitement, le volume **Mieux Vendre, Gagner Plus**.

Vous êtes cordialement invité à venir nous voir pour un entretien personnel.

Cela ne vous engage à rien. Ni obligation, ni débours pour vous.

NOM

PROFESSION AGE

RUE N°

VILLE DÉP.....



Quelle délicieuse cuisine !

Avec la "Cuisinière électrique **Calor**" la plus perfectionnée, vous réussirez, sans le moindre souci et sans aucune peine, de savoureuses grillades, d'inimitables rôtis, des pâtisseries délicates, des plats fins mijotés, sans compter toute la cuisine courante. Des commodités étonnantes; une propreté, une élégance et un confort inconnu jusqu'ici... et quelle économie !

Constatez vous-même

Madame, combien sont séduisants et pratiques les différents appareils de cuisine **Calor**, à plaques rougissantes, pour toutes les bourses: réchauds indépendants à 1 ou 2 foyers, fours séparés, cuisinières complètes.

En vente à votre secteur
et chez tous les Electriciens

Démonstrations permanentes au
SALON DES ARTS MÉNAGERS
Stand CALOR D. 17 — Zone A

Notice descriptive franco sur demande à

"Calor"

200, rue Boileau — LYON

L'ENCRIER INVERSABLE

(Décrit dans ce numéro, page 174)

POUR BUREAUX, ÉCOLES, CAFÉS, ETC.
Evitez les taches - Ne s'encrasse pas
PETIT MODÈLE, 5 FR. - MODÈLE DOUBLE, 10 FR.
Représentants et Agents demandés dans chaque département
JOSSE, 8, r. de Valence, PARIS C. C. Postal 1659.87

UN EFFORT SANS PRÉCÉDENT

Pour faire connaître et apprécier
LE NOUVEAU MONTAGE SUPER

PN-34.

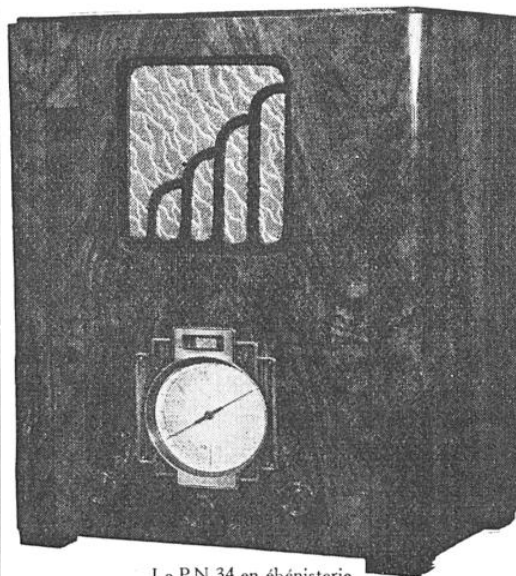
décrit par Alain Boursin
dans le n° 120 de *La T.S.F.*
pour Tous, nous consenti-
rons, pendant la durée d'un
mois seulement, les conditions suivantes de vente :

Le châssis percé non monté, avec tous ses
accessoires, y compris les 5 lampes. **628. »**

Ebénisterie de luxe.. .. **150. »**

Haut-parleur grand modèle .. **97.65**

(Prix net) Total.. .. **875.65**



Le PN 34 en ébénisterie

Le poste tout monté, taxe comprise,
complet en ordre de marche, net :

950 francs

Nous rappelons que ces conditions ne sont valables
que jusqu'au 15 mars. **HATEZ-VOUS !...**

EN VENTE EXCLUSIVE AUX

Etabl. RADIO-AMATEURS

46, rue St-André-des-Arts, PARIS (6°)

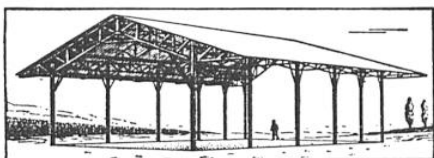
Tél. : DANTON 48-26

Métro : SAINT-MICHEL

Le N° 120 de *La T. S. F. pour Tous*, dans lequel a été décrit
le PN 34, vous sera envoyé **GRATUITEMENT** sur demande.
(Joindre 0 fr. 50 pour frais de port.)

Quelques-unes de nos Constructions métalliques

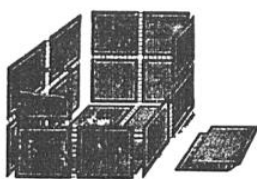
DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE



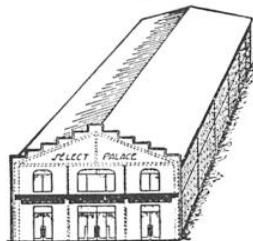
HANGAR AGRICOLE SIMPLE
5 à 22 mètres de portée. (Notice 144)



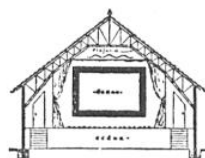
BARAQUEMENTS MÉTALLIQUES ET
GARAGES DÉMONTABLES pour autos et
avions. 260 modèles distincts. — De 1.500
à 4.300 francs. (Notice 192)



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



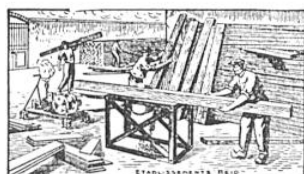
OSSATURES MÉTALLIQUES pour Cinémas,
Salles de Fêtes et de
Patronages.



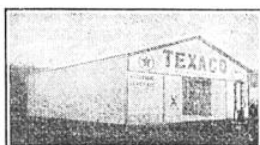
CINÉMA
Coupe de la char-
pente (pente de
75 centimètres au
mètre.



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



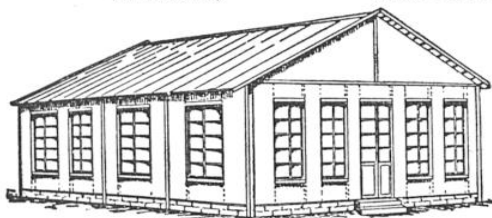
SCIE CIRCULAIRE en acier
pour tronçonner les bûches et
débitier en long.
Un seul modèle : 480 francs.
(Notice 36)



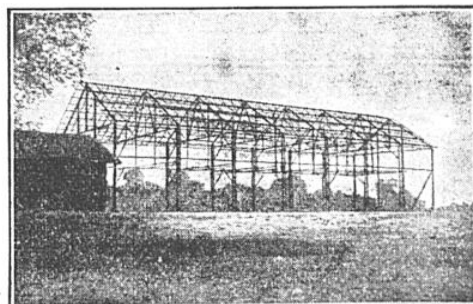
GRAND GARAGE
Charpente en acier série 39,
de 10x25 m. Murs briques
creuses et toiture fibro-
ciment ondulé. Complète-
ment terminé : 31.000 fr.
Se fait en toutes dimensions



TEMPLE PROTESTANT, à
Dabou (Côte-d'Ivoire), en série 39,
toiture avec pente de 80 centi-
mètres au mètre.



PAVILLONS D'HABITATION à ÉDIFIER
COMPLÈTEMENT SOI-MÊME. — 77 modèles
distincts. — Fabrication en série. (Notice 205)



ÉTABLE-ÉCURIE de M. le Vicomte de Cor-
neillan, à St-Martin-des-Lais (Allier). Charpente
renforcée, avec grenier à fourrage, toiture tuiles.

NOUS INVITONS NOS HONORÉS LECTEURS A
NOUS ÉCRIRE AU SUJET DE LA CONSTRUC-
TION SUSCEPTIBLE DE LES INTÉRESSER.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs
6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inférieure)

LES NOUVEAUX APPAREILS « PARIS-RHÔNE »

La cireuse Bijou « Paris-Rhône »

La cireuse *Bijou* permet de faire reluire rapidement à la cire (celle-ci étant passée avec notre pulvérisateur spécial) tous parquets neufs ou usagés, linoléums, carrelages, mosaïques. Elle se compose essentiellement d'un moteur universel entraîné par deux courroies sans fin, et d'une brosse cylindrique amovible d'une seule pièce, couvrant une large bande de parquet. L'ensemble des organes de la cireuse est enfermé sous carter chromé supporté par deux roulettes rendant le maniement et le déplacement de l'appareil extrêmement aisé, et assurant une excellente stabilité en cours de fonctionnement.

Aucun effort n'est nécessaire et la hauteur de

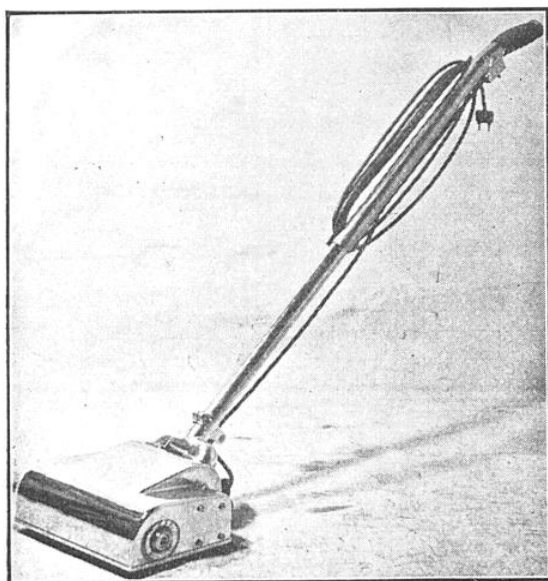


FIG. 1. — LA CIREUSE « BIJOU »

la poignée par rapport au sol est d'ailleurs réglable par vis micrométrique, et permet d'avoir cet appareil bien en main, quelle que soit la taille de la personne qui l'utilise.

Ajoutons, enfin, que les poussières, pendant le travail, sont aspirées au moyen d'un aspirateur tel que l'*Aspiron Bijou*, fonctionnant en même temps que la cireuse.

Le pulvérisateur de cire « Aspiron »

On sait combien l'antique manœuvre du « passage à la cire » était fatigante et salissante. Grâce au pulvérisateur de cire *Aspiron*, cette opération se fait très rapidement, sans aucune fatigue.

Cet appareil, qui s'adapte, en effet, à tous les modèles d'aspirateurs *Aspiron*, utilise le courant d'air intense fourni par cet aspirateur pour pulvériser la cire sur les parquets, carrelages, meubles, boiseries, etc. Il suffit simplement de diriger l'appareil sur les endroits à cirer ; une minute suffit pour couvrir de cire 10 mètres carrés.

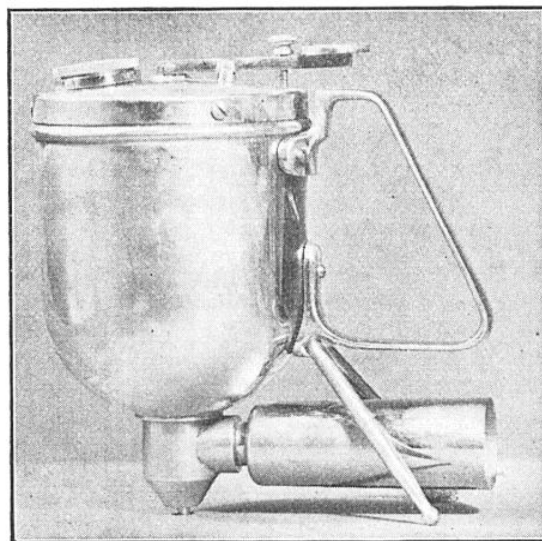


FIG. 2. — LE PULVÉRISATEUR DE CIRE

Comme autre avantage de ce dispositif, signalons qu'il permet de réaliser une notable économie de cire, car celle-ci est utilisée sans aucune perte, étant pulvérisée en une mince couche uniforme.

L'antimite « Aspiron »

Le nouvel appareil antimite *Aspiron* s'adapte à tous les aspirateurs, et en particulier à l'aspirateur *Aspiron*. On utilise le courant d'air tiède produit par celui-ci pour volatiliser un produit spécial présenté sous forme de gros cristaux calibrés, qui sont transformés en un gaz ayant la propriété d'exterminer immédiatement les mites, leurs larves et leurs œufs. Il convient de noter, d'ailleurs, que ce produit est absolument inoffensif pour les personnes et les animaux domestiques, et que son odeur n'est pas incommode.

Le suceur plat de l'*Aspiron* peut aussi être adapté à l'extrémité de l'appareil antimite, ce qui permet d'accéder aux angles et recoins les plus inaccessibles (d'un fauteuil, par exemple),

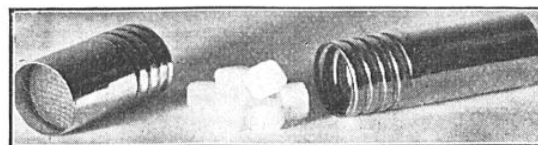


FIG. 3. — LES PASTILLES ANTIMITE « ASPIRON »

emplacements où se logent généralement les mites.

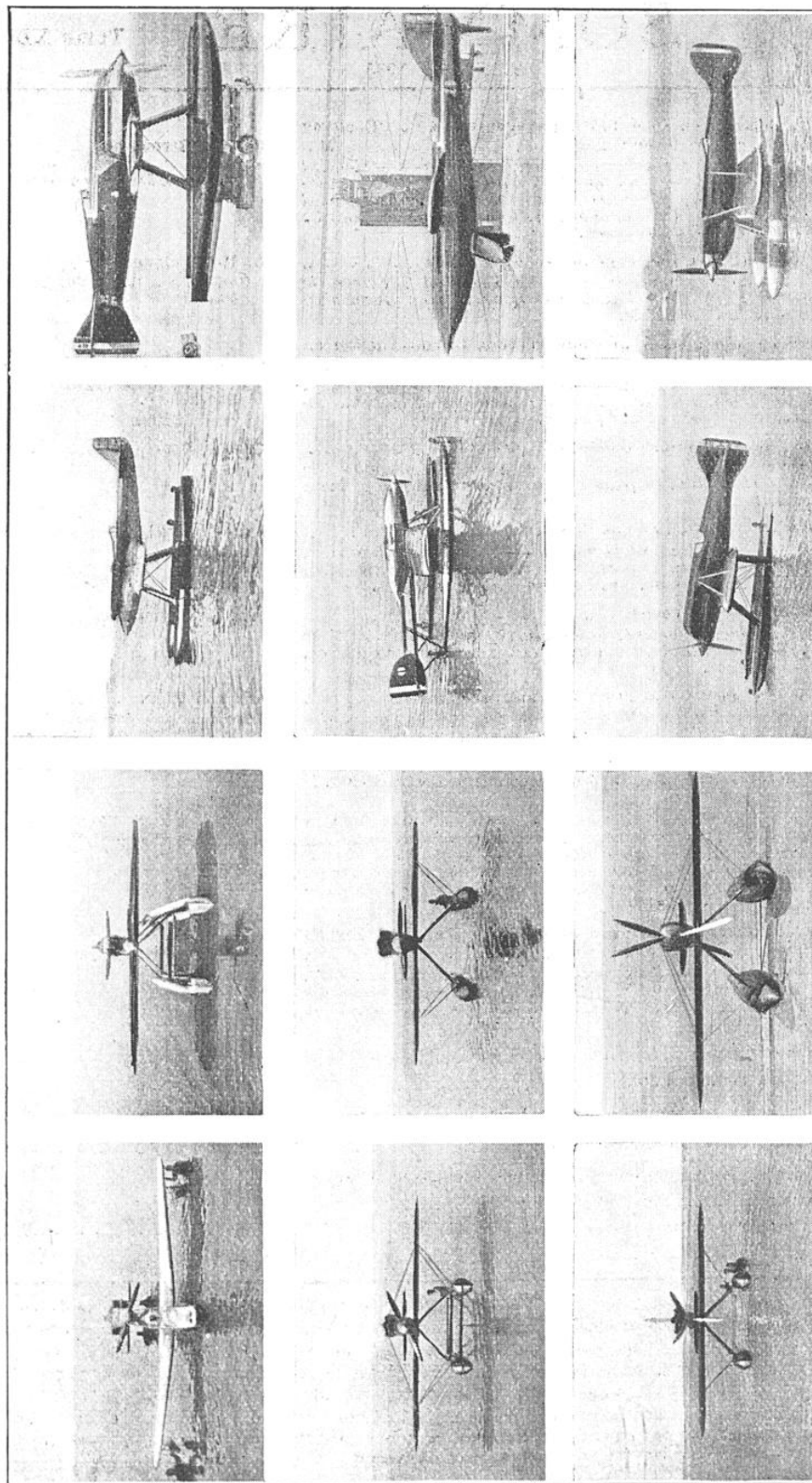
Il suffit de plusieurs opérations à quelques jours d'intervalle pour « démiter » avec une efficacité complète un placard, une pièce, la garniture en drap d'une automobile, etc., qui devront, bien entendu, être fermés pendant l'opération.

Si l'aviation a dépassé, en 1934, le 700 km.-heure, c'est à l'Ecole de « supervitesse » qu'elle le doit	Colonel Bernasconi.	93
Pour réaliser de grandes vitesses en avion, il n'est pas seulement indispensable de posséder un matériel approprié, il est également nécessaire que les pilotes soient soumis à un entraînement progressif, suivant une technique minutieusement mise au point : l'école italienne a fait ses preuves.	Directeur de l'Ecole de haute vitesse de Desenzano (Italie).	
Pourquoi le système métrique conquiert-il le monde ?	L. Houllévigue	103
Grâce à la Conférence Internationale des Poids et Mesures, le système métrique sera bientôt universel pour le plus grand bien de la Science et de l'Industrie.	Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.	
C'est au laminage des métaux que nous devons la construction en série	Pierre Devaux.	109
Les laminoirs modernes nous fournissent, en effet, les tôles profilées, tubes, rails, etc., qui sont les principaux éléments de la construction mécanique sous toutes ses formes.	Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.	
Les « antioxygènes » triompheront-ils des incendies ?	Charles Brachet.. . . .	116
Nous exposons ici les récents et remarquables travaux de MM. Charles Moureu et Dufraisse, dont les applications peuvent devenir pratiques.		
L'œuvre magistrale de l'Italie dans l'électrification ferroviaire	Jean Marival	121
L'électrification ferroviaire doit permettre à l'Italie de s'affranchir, en grande partie, de ses importations de houille. On sait qu'en électrotechnique les constructeurs italiens sont des maîtres.		
Voici les mitrailleuses de poche.	José Le Boucher	128
Les nouveaux pistolets à détente automatique, susceptibles de tirer 240 cartouches à la minute, constituent de véritables mitrailleuses, terriblement efficaces.		
Pourquoi tant d'accidents d'aviation dus aux parachutes?	Edmond Blanc	135
Nous possédons en France d'excellents prototypes de parachutes (qui, malheureusement, ne sont pas encore en service) et dont l'auteur nous démontre le mécanisme.	Capitaine aviateur, ingénieur des Constructions Aéronautiques.	
Le câble à huile transformera-t-il le problème du transport de l'énergie électrique?	J. Bodet	145
Le câble à huile à haute tension (200.000 volts), supprimant tout danger d'électrocution par contact et assurant une exploitation d'une régularité parfaite, sera peut-être, d'ici peu, le seul moyen employé pour la distribution généralisée de l'énergie électrique. A ce point de vue, la France est encore bien en retard sur l'industrie étrangère.	Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, ingénieur de l'Ecole supérieure d'Electricité.	
Comment les phénomènes de tension superficielle permettent d'expliquer le fonctionnement cellulaire.. . . .	Jean Labadié	151
Voici l'exposé des remarquables travaux de M. Lecomte du Nouÿ, de l'Institut Pasteur, susceptibles de bouleverser nos connaissances sur l'action des vaccins, toxines, anti-toxines, du venin de cobra, etc.		
Notre poste d'écoute.. . . .	S. et V.	160
La lumière jaune en automobile.. . . .	Baudry de Saunier.	163
L'épuration des eaux, problème capital de l'urbanisme moderne.. .	J. M.	166
Un avion de tourisme sûr et facile à piloter.. . . .	S. et V.	169
L'Encyclopédie moderne présente l'ensemble des connaissances humaines.	J. M.	170
Les « A côté » de la science.. . . .	V. Rubor.. . . .	172
Chez les éditeurs	S. et V.	175

C'est au laminage des métaux, opération fondamentale de la métallurgie, que l'industrie moderne est redevable de la production en grande série, dans l'automobile notamment et dans les nombreuses branches de la construction métallique, depuis l'emploi des produits laminés jusqu'au découpage et à l'emboutissage de la tôle, sans oublier la fonderie sous pression. Voici, sur la couverture du présent numéro, un de ces grands laminoirs pour « blooming » où le lingot d'acier, préalablement chauffé au blanc éblouissant, passe automatiquement et rapidement sans que la main-d'œuvre humaine ait à intervenir comme auparavant. En métallurgie, comme dans toutes les industries, le progrès tend vers l'automatisme « intégral ».

(Voir article, page 109.)

VOICI LE FILM DES HYDRATIONS DE L'ÉCOLE DE SUPERVITESSE DE DESENZANO
QUI SERVENT À FORMER PROGRESSIVEMENT LES PILOTES D'ÉLITE



De gauche à droite, de haut en bas (deux colonnes de gauche), HYDRATIONS EXPÉRIMENTALES : Fiat C-29, moteur Fiat AS, 1.000 ch ; Savoia-Marchetti S-65, bimoteur I. F. 2.000 ch ; Pegna-7, moteur I. F. 1.000 ch ; Macchi-Castoldi MC-72, moteur Fiat 2.800 ch. — De gauche à droite, de haut en bas (deux colonnes de droite), HYDRATIONS DE COURSE employées par l'École : M-33, moteur Curtiss 450 ch, vitesse 330 km-heure, Coupe Schneider 1925 ; M-39, moteur Fiat AS₂ 800 ch, vitesse 415 km-heure, Coupe Schneider 1926 ; M-52, moteur Fiat AS₃ 960 ch, vitesse 475 km-heure, Coupe Schneider 1927 ; M-52 bis, moteur Fiat AS₃ 1.050 ch, record du monde de vitesse 510 km-heure, Coupe Schneider 1929 ; M-67, moteur I. F. 1.500 ch, vitesse 565 km-heure, Coupe Schneider 1929 ; MC-72, moteur Fiat 2.500-2.800 ch, Coupe Schneider 1931, record du monde absolu de vitesse à 710 km-heure, Coupe Blériot, record du monde sur 100 kilomètres.

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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

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

Copyright by La Science et la Vie, Février 1935 - R. C. Seine 116.514

Tome XLVII

Février 1935

Numéro 212

SI L'AVIATION A DÉPASSÉ, EN 1934, LE 700 KM-HEURE, C'EST A L'ÉCOLE DE « SUPERVITESSE » QU'ELLE LE DOIT

Par le colonel BERNASCONI

DIRECTEUR DE L'ÉCOLE DE HAUTE VITESSE DE DESENZANO DEL GUARDA

Les Italiens sont les champions incontestés de la vitesse dans le domaine de l'air. Les visiteurs du dernier Salon de l'Aéronautique de Paris (1) ont pu admirer le splendide hydravion sur lequel le pilote Agello a réussi à atteindre la vitesse de 710 km-heure pour la première fois. Certes, la première condition, pour accomplir une telle performance, est d'avoir un matériel bien adapté au but poursuivi. Cela n'est cependant pas suffisant. Il est indispensable, en effet, que les pilotes soient soumis à un entraînement spécial rationnel, méthodiquement progressif, afin de pouvoir aborder des vitesses dépassant 500 km-heure. Telle est la raison déterminante qui a conduit l'aviation italienne à créer la magnifique Ecole de haute vitesse de Desenzano (sur le lac de Garde). Grâce à cet organisme unique au monde, les pilotes militaires italiens ont été en mesure de gagner et de conserver les plus beaux records du monde de vitesse. En présence de tels succès, nous avons demandé à l'éminent directeur de cette école de la « supervitesse », le colonel Bernasconi, de bien vouloir en exposer ici l'organisation et le fonctionnement, qui ont abouti à établir une « technique » précise du vol à grande vitesse, source de nouveaux et importants progrès pour l'aviation civile et militaire dont la devise est : « Toujours plus vite ».

L'AVIATION fasciste, après les résultats de la Coupe Schneider qui s'était courue à Venise en 1927, avait compris la nécessité d'avoir une école de haute vitesse, et, dès le 1^{er} février 1928, celle-ci commença à fonctionner à Desenzano, sur le lac de Garde.

Cette école a pour but principal de permettre à un certain nombre de pilotes, choisis dans les escadrilles, de s'entraîner à la conduite d'hydravions ultrarapides. Par ailleurs, elle s'est donné à tâche de créer un organisme pour contrôler et étudier le matériel spécial destiné aux compétitions internationales, telles que la Coupe Schneider. Mais,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 61.

bien entendu, les résultats obtenus ne doivent pas servir uniquement à l'Ecole elle-même. L'aéronautique italienne, qui s'est toujours efforcée d'atteindre des vitesses de plus en plus élevées, a visé non seulement à gagner le trophée que Jacques Schneider avait mis en jeu en 1913, mais aussi à stimuler l'émulation et l'amour-propre développés par l'espoir de la victoire, pour atteindre rapidement de remarquables résultats techniques.

En effet, la volonté et les moyens ne suffisent pas toujours pour obtenir un résultat. Il est nécessaire, en outre, de se fixer une date limite pour remplir le programme établi. La guerre — avec ses nécessités pres-

santes — nous a démontré, comme dans la haute vitesse, que chaque pas en avant fut inspiré, peut-on dire, par la volonté d'aboutir dans un temps donné.

Ce système est évidemment très onéreux ; mais le sacrifice accompli est vite oublié lorsque les résultats répondent aux espérances. De ces résultats exceptionnels, il est facile ensuite de tirer un enseignement dont pourront se servir ceux qui ne se seront pas sacrifiés.

Comment on organise l'Ecole de haute vitesse

L'Ecole de Desenzano est aménagée en section expérimentale et dotée de tous les moyens nécessaires pour accomplir, avec des avions rapides, tous essais aussi bien à terre qu'en vol.

Son but principal, nous l'avons dit, était, et est toujours, d'être une Ecole de haute vitesse. Les pilotes sont tous volontaires. Ils doivent posséder le maximum de bonnes notes de pilotage, avoir au moins trois ans de brevet militaire, être âgés au plus de trente ans, être pilotes d'avions de chasse et avoir passé une visite psychophysiologique spéciale les déclarant aptes au vol de vitesse. De plus, ils doivent avoir réussi un vol spécial effectué sur des hydravions normaux, et prouvant des qualités techniques de vol alliées à des qualités

intellectuelles. Il est, en effet, indispensable que le pilote de haute vitesse soit un virtuose du pilotage et qu'il ait une très grande vivacité d'esprit qui lui permette d'être à la fois très osé et très réfléchi.

On effectue alors une première sélection de

quatorze ou quinze candidats sur une quarantaine. La plupart d'entre eux étant pilotes d'avions terrestres, la première période d'instruction consiste à les transformer en pilotes d'hydravions.

Pour cela, on leur fait accomplir plusieurs vols sur des hydravions normaux à coque et à flotteurs avec des conditions de mer très variées, allant du calme plat, jusqu'au plus grands « creux », permettant le décollage des avions en service.

En plus des vols d'entraînement, on leur apprend entre temps à nager, à se diriger à la voile et à ramer.

Ensuite, commencent les entraînements

sur des hydravions de course. Ils comportent une suite de vols sur appareils à des vitesses progressivement croissantes, et le pilote passe à un appareil plus rapide lorsqu'il conduit parfaitement le premier.

L'Ecole dispose d'une série d'avions employés dans les précédentes Coupes Schneider, leur gamme de vitesse variant de 350 à 700 kilomètres à l'heure.



FIG. 1. — SUR LA FIGURE CI-DESSUS : A GAUCHE, LE COLONEL BERNASCONI, AUTEUR DE L'ARTICLE ; A DROITE, FRANCESCO AGELLO, RECORDMAN DE VITESSE DU MONDE, QUI ONT BIEN VOULU SIGNER CETTE PHOTOGRAPHIE A L'INTENTION DE « LA SCIENCE ET LA VIE »

Au cours de l'instruction, les pilotes que l'on découvre les moins aptes sont peu à peu éliminés, de sorte que le cours, qui dure six mois, et qui a été commencé avec quatorze ou seize élèves, se terminera avec six ou huit pilotes brevetés pour la haute vitesse. Le brevet est délivré lorsque le pilote a dépassé la vitesse de 500 kilomètres à l'heure sur une base de 3 kilomètres. Par la suite, les pilotes s'entraînent sur des hydravions encore plus

vement de la tête, effet des gaz nocifs d'échappement des moteurs qui sortent à une température très élevée, en rendant la respiration très difficile et en noircissant le pare-brise.

Nous nous rendrons mieux compte, d'ailleurs, de toutes ces difficultés en suivant le vol dans ses phases successives, depuis le départ (décollage) jusqu'à l'arrivée (amérissage), en passant par les virages.

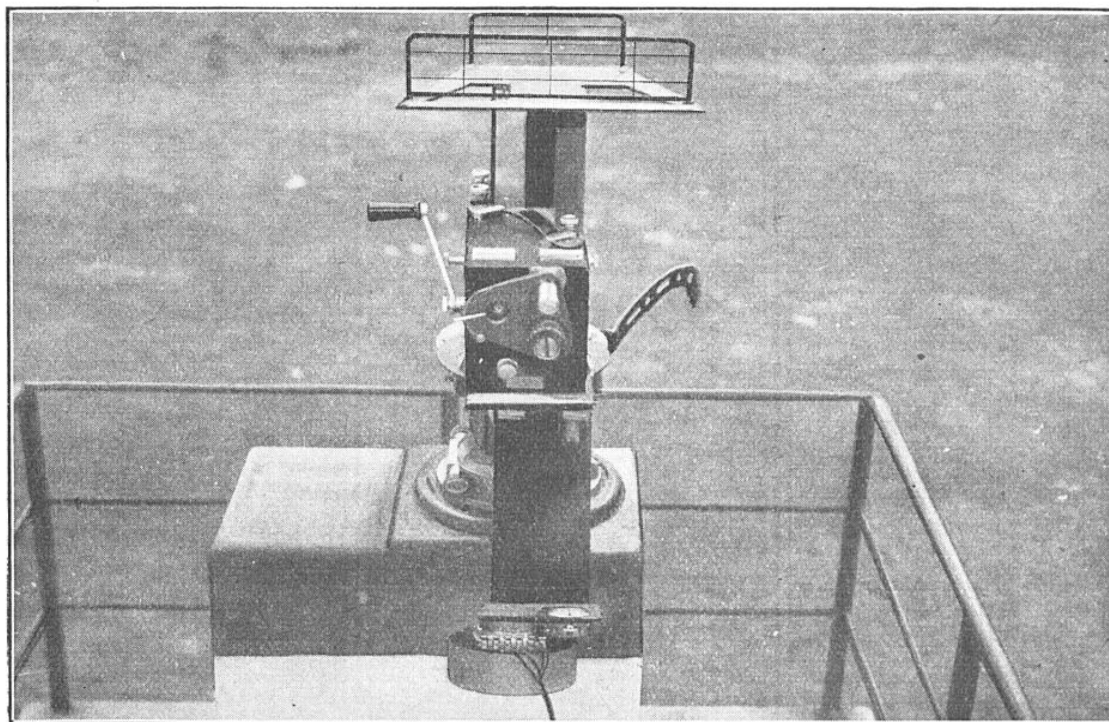


FIG. 2. — PHOTOCRONOGRAPHE POUR LE CONTROLE DE LA TRAJECTOIRE DU VIRAGE
En utilisant deux appareils de ce genre, on obtient à chaque instant, par recoupement, la position de l'hydravion, ce qui permet de tracer la trajectoire du virage.

rapides, jusqu'à atteindre des vitesses de l'ordre de 700 kilomètres à l'heure.

Pour comprendre la raison de cette sélection sévère, il faut se rendre compte des difficultés à vaincre. La conduite en vol des hydravions de course est des plus délicates, à cause des flotteurs, situés sous la coque, et qui entraînent une instabilité de trajectoire beaucoup plus grande que pour les avions. Ajoutons à cela les inconvénients qui, dans la préparation de compétitions du genre de la Coupe Schneider, rendent très dure la tâche de l'élève : cabine de pilotage très étroite et inconfortable, manque absolu de visibilité en avant qui oblige à voler à l'aveuglette, vent violent qui empêche tout mou-

Les difficultés du vol à grande vitesse

1. *Départ.* — La nécessité d'avoir de très petites gouvernes, imposées pour la haute vitesse, met le pilote à la merci de l'appareil, surtout au moment du glissement sur l'eau (hydroplanage), qui peut se prolonger beaucoup, en raison de la mauvaise flottaison de l'hydravion et de l'ensemble des réactions. La grande charge alaire (atteignant 205 kilogrammes au mètre carré) oblige à une vitesse de décollage de 240 km-heure environ, qui demande aux pilotes de savoir glisser sur l'eau beaucoup plus vite que certains avions ne volent.

Le temps du déjaugage peut atteindre

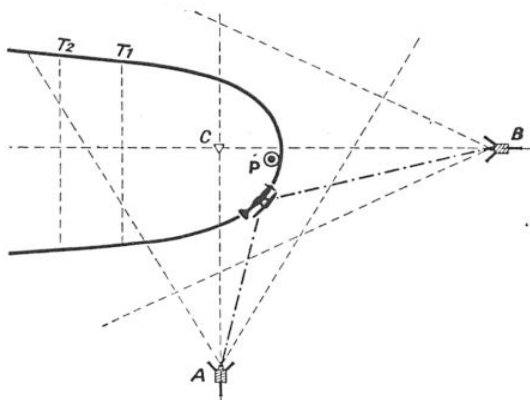


FIG. 3. — ÉTUDE DE LA TRAJECTOIRE D'UN HYDRAVION PENDANT UN VIRAGE

Les deux photochronographes sont placés en A et B, leurs axes optiques dirigés vers C, centre du virage. Connaissant les dimensions de l'appareil volant P et les distances focales des objectifs des photochronographes, on relève exactement la trajectoire.

150 secondes ; après quoi, si l'on a mal choisi la direction du départ par rapport au vent et aux vagues, on doit renoncer à poursuivre, car le moteur chaufferait trop.

2. *En vol.* — Etant donné que l'hydravion décolle au « deuxième régime », c'est-à-dire à une vitesse très faible, les gouvernes sont à peine suffisantes à le diriger et le pilote devra posséder une très grande finesse et une très grande sensibilité pour sortir de cette situation critique.

Successivement, l'appareil atteindra des vitesses de plus en plus élevées jusqu'à la vitesse maximum. Dès lors, les caractéristiques sont l'instabilité et la sensibilité de l'appareil ; en particulier, le gouvernail de direction deviendra très peu maniable et la trajectoire, en vol ultrarapide, n'est pas parfaitement rectiligne, mais présentera des sinuosités irrégulières avec des écarts plus ou moins grands. Pour le pilote, l'instabilité de direction est certainement la plus difficile à vaincre. Lorsque cette question difficile lui semble résolue, dès que le premier vol rapide dépasse ses prévisions, il a l'impression nette de ne pouvoir diriger la machine où il veut ; il lui semble, au contraire, être à la merci de l'appareil. Chaque manœuvre doit être accomplie très doucement et progressivement : pas de geste instinctif, le cerveau seul doit commander ; chaque mouvement doit être gradué, commencé et accompli d'une façon parfaite. L'importance des efforts, nés de la haute vitesse, est tellement considérable que le moindre mouvement a une très grande réaction. La trajec-

toire que parcourt l'avion devient toujours plus rigide et la maniabilité diminue. Incurver la trajectoire d'un hydravion rapide, pour la transformer en virage, est un art qu'aucun pilote ne possède instinctivement, et qu'il acquiert seulement après un long entraînement sur des hydravions de vitesses progressivement croissantes. La conduite du moteur est aussi très délicate : l'on ne peut, en effet, ouvrir ou fermer brusquement la commande des gaz, d'autant que toutes les pièces de l'hydravion et du moteur fatiguent beaucoup. Le pilote lui-même, qui doit s'habituer au bruit et subir l'effet désagréable des vibrations assez sensibles, devra mettre en jeu toute son énergie physique et morale, contracter ses muscles, réfréner toute action instinctive pour pouvoir résister à un vol prolongé. Une heure de vol à plus de 500 kilomètres à l'heure est extrêmement fatigante et le pilote descend exténué. Le vol est particulièrement désagréable et difficile lorsque les conditions atmosphériques sont mauvaises ; l'appareil est alors à la merci des remous, et il se produit de véritables chocs entre l'air et l'avion ; le moteur s'interrompt tout à coup, le pilote est ballotté avec l'avion et s'il n'était pas solidement attaché, il serait projeté au dehors.

Contrairement à ce qu'on pourrait penser, on n'éprouve aucune difficulté particulière du fait de la forte charge alaire par mètre carré et la maniabilité n'est pas diminuée. Si l'on songe que, dans les virages, on parvient, par l'action de la force centrifuge, à sextupler le poids de l'appareil (c'est-à-dire à déterminer une charge alaire qui peut atteindre 1.000 kilogrammes par mètre carré) et que, malgré cela, on peut piloter relativement facilement, on peut en déduire qu'il est possible d'accomplir impunément, sur un appareil moderne normal, des vols avec

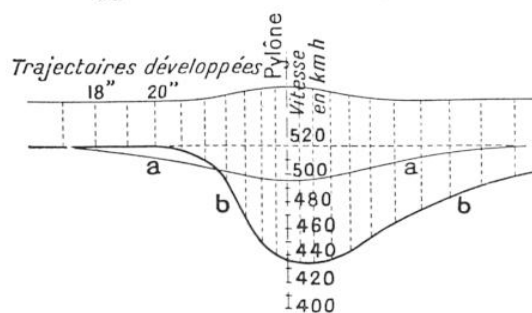


FIG. 4. — TRAJECTOIRES DÉVELOPPÉES DE DEUX TYPES DE VIRAGES

a, virage large : peu de perte de vitesse, mais plus d'espace parcouru ; b, virage serré : plus grande perte de vitesse, mais trajet plus court.

une charge spécifique beaucoup plus élevée que d'habitude.

3. *L'amérissage.* — Il est caractérisé par la tendance de l'appareil à se soutenir et à vouloir rester en l'air. En effet, les écarts de vitesse dont l'hydravion est capable sont très élevés, puisqu'il peut passer de 650 km-heure à 240 km-heure, et sa finesse aérodynamique, alliée à la propriété qu'il possède de conserver une haute vitesse, tendent à l'empêcher d'amérir. Dès lors, le pilote doit s'entraîner à surmonter cette dernière diffi-

culté toutes les facultés seront occupées par la conduite de la machine. On voit les instruments de bord, mais on ne comprend pas tout de suite leurs indications ; on ne sent ni le froid, ni la chaleur, ni la mauvaise position du corps qui donne des troubles ; tout ce qui n'est pas le pilotage de l'hydravion doit disparaître. On peut aisément comprendre à quel degré de perfection le pilote d'avion de haute vitesse doit atteindre ; en outre, il doit posséder plusieurs qualités que n'ont pas les pilotes ordinaires : la sensibilité,



FIG. 5. — DISPOSITIF OPTIQUE POUR RELEVER LES VIRAGES DU SOL

culté en amenant l'avion tout près de l'eau et en l'y maintenant pendant plusieurs kilomètres, au fur et à mesure que l'appareil perd sa vitesse et que l'efficacité des gouvernes décroît jusqu'à devenir presque nulle.

Il touche l'eau sans secousses apparentes, mais le freinage est formidable et, instantanément, le pilote doit intervenir pour éviter qu'il fasse un « cheval de bois » (1).

Pour vaincre toutes ces difficultés matérielles, le pilote devra donc avoir de bons réflexes et une compréhension très vive.

La logique du raisonnement devra être parfaite ; chaque observation et chaque décision relative au vol devra être très rapide ;

(1) On dit qu'un avion ou un hydravion fait un « cheval de bois » quand, roulant sur terre ou glissant sur l'eau, il se met brusquement en travers. Si la vitesse est suffisante, le « cheval de bois » peut entraîner des accidents graves.

la réflexion, l'esprit de sacrifice, qui doivent d'ailleurs se développer avec l'entraînement.

A toutes ces difficultés, il faut ajouter celles dues à l'entraînement spécial au vol en rase-mottes et aux virages à plein gaz nécessaires pour les courses.

Le vol en rase-mottes est indispensable pour utiliser la plus grande puissance du moteur en palier. Les virages doivent être exécutés d'une façon très correcte, afin de changer de direction, — même de 180° — en perdant le moins de vitesse possible.

Comment doivent être effectués les virages à grande vitesse

On peut perdre du temps, soit en prenant un virage trop large, soit si l'on freine exagérément. Le premier cas se produit lorsqu'on accomplit un virage loin du pylône, ou bien

lorsque le virage n'est pas effectué dans le plan horizontal de la trajectoire du vol ; le deuxième cas, lorsque le virage n'est pas correct, — c'est-à-dire lorsque l'hydravion de course ne se présente pas en chaque point de la trajectoire circulaire selon le minimum de résistance frontale ; si le virage est trop court, les forces centrifuges sont trop élevées et l'avion, pour les supporter, doit prendre un angle d'incidence correspondant à des

pond à 2,5 Q/S (Q/S étant la charge au mètre carré alaire), ce qui a été confirmé par plusieurs centaines de virages chronométrés de point en point par des photochronographes et des indicateurs de vitesse enregistreurs (fig. 2, 3).

Les photochronographes employés sont tout à fait analogues à ceux usités pour mesurer la vitesse des appareils sur la base pendant les records, c'est-à-dire des appareils

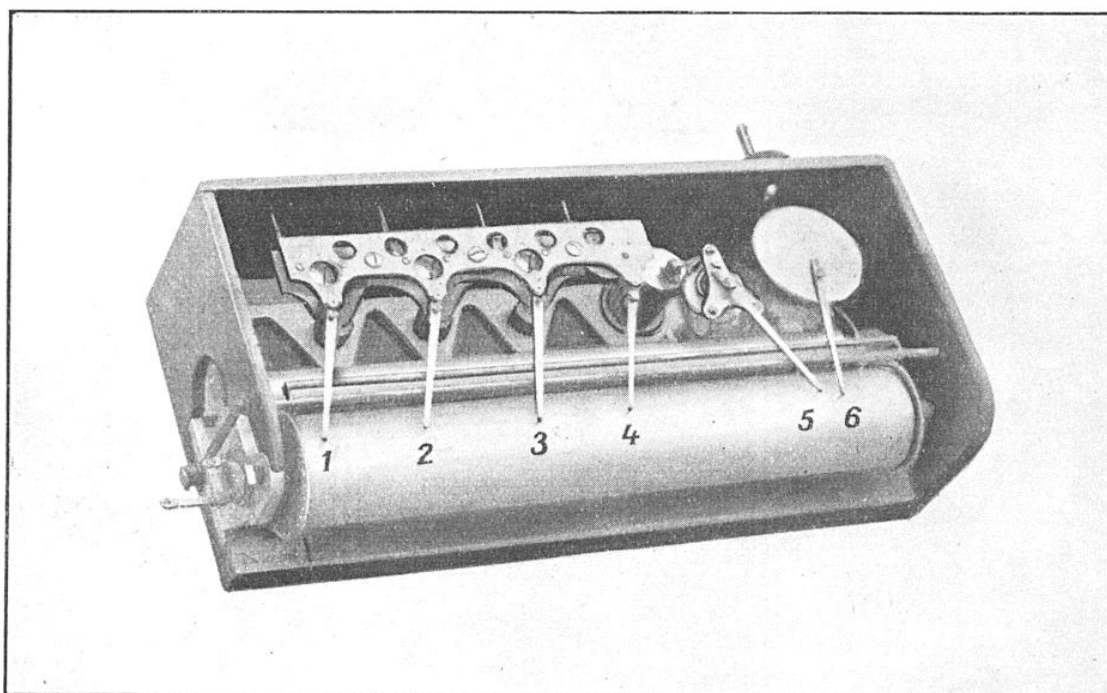


FIG. 6. — DISPOSITIF ENREGISTREUR DES CONDITIONS DU VOL

Les stylets inscrivent respectivement sur le tambour les indications suivantes : le stylet 1 indique les variations de braquage des ailerons ; le stylet 2, les variations de braquage du gouvernail de profondeur ; le stylet 3, les variations de braquage du gouvernail de direction ; le stylet 4, la vitesse relative ; le stylet 5, les accélérations ; le stylet 6, les tours du moteur. Toutes les conditions du vol sont donc enregistrées.

valeurs plus élevées du coefficient (C_z) de portance, auxquelles correspondent de grandes valeurs de la traînée (résistance à l'avancement (C_x)). Dans ces conditions, l'hydravion de course est freiné et, étant donné que les hélices employées ont un pas très grand, le moteur perd à son tour, baisse de régime, et les hélices diminuent de rendement.

On s'aperçoit, d'ailleurs, immédiatement du ralentissement de l'appareil, lorsqu'on reprend le vol rectiligne en sortant du virage.

Les études théoriques que l'on a faites à ce sujet ont démontré que le meilleur virage serait celui dont le rayon minimum corres-

cinématographiques capables de fournir 120 photogrammes à la seconde, dotés de deux objectifs, un pour photographier l'appareil pendant le virage, l'autre pour photographier une montre électrique avec des sphères dotées d'un mouvement continu et permettant la lecture d'un centième de seconde.

Plaçons les deux photochronographes en A et B (fig. 3), de façon que les axes optiques passent par le point C, centre du virage, et qu'ils soient à peu près orthogonaux ; on cinéphotochronographie le virage. Connaissant les dimensions grandeur nature de l'appareil et la longueur focale de l'objectif, on relève

exactement la trajectoire parcourue par l'appareil et la vitesse de l'hydravion en chacun de ses points. On connaît ainsi la variation de la vitesse depuis l'entrée jusqu'à la sortie du virage.

On emploie deux appareils cinéphotochronographiques pour mieux relever la vitesse en ces points de la trajectoire où un seul appareil aurait permis seulement de photographier l'hydravion en raccourci.

Puisque chaque montre des deux appareils marche synchroniquement, puisque, d'autre part, elles sont parties au même instant, si deux photogrammes (un de chaque appareil) indiquent le même temps, les deux photogrammes représentent l'image de l'hydravion au même point. (Avec ce système, on ne mesure pas seulement la vitesse de l'avion, en chacun des points de la trajectoire, mais encore la vitesse d'évolution, c'est-à-dire le temps employé par le pilote à incliner totalement l'appareil avec les ailes verticales et vice versa.)

La trajectoire graphique relevée, celle-ci se développe sur un plan (fig. 4). On remarque alors (fig. 13) le développement rectiligne (virage horizontal), ou embossé vers le haut (virage en montée), ou vers le bas (virage en descente). Une fois la vitesse de l'appareil relevée en chacun des points, on relève le diagramme de la vitesse sur tout le virage.

D'autres points de signalisation, avec des observateurs dotés de montres de précision

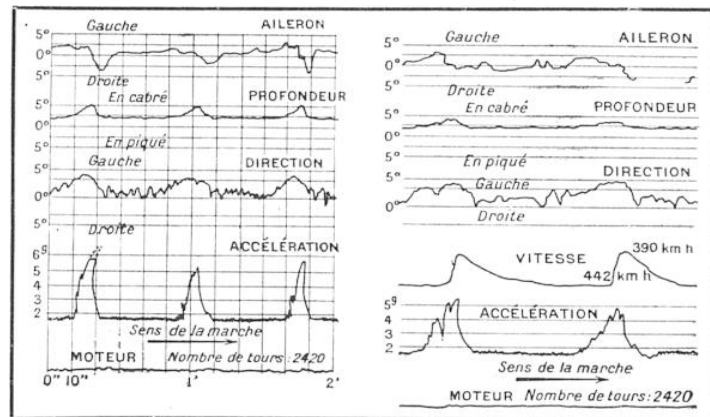


FIG. 8. — DIAGRAMMES DE VIRAGE OBTENUS AVEC L'APPAREIL INDICATEUR ENREGISTREUR FIGURE 6

synchronisées entre elles, donnent le temps total employé pour faire le virage.

Pour contrôler la position des gouvernes, les valeurs de la vitesse, le régime et surtout la valeur des accélérations centrifuges, en fonction du temps, on a construit un appareil enregistreur spécial (fig. 5, 6), qui donne automatiquement toutes ces indications. Cela a permis de faire des constatations très intéressantes. On s'est aperçu, en effet, qu'à vitesse égale de l'hydravion, au commencement du virage, l'aire du diagramme des accélérations centrifuges est constante pour n'importe quel système de virage. Si l'ordonnée maximum est grande, le temps nécessaire pour le virage est moindre (on arrive à des valeurs de 7 g (1) environ), mais le freinage qui s'ensuit est beaucoup plus considérable. L'aire est fonction de la vitesse de l'hydravion.

En considérant l'aire du rectangle équivalent à un virage d'une certaine durée, son ordonnée représente le minimum d'accélération centrifuge et, par suite, le minimum de fatigue avec lequel on accomplit l'évolution dans un temps donné.

Les virages serrés ont été exclus, parce qu'ils provoquent des fatigues du matériel et surtout des troubles de la vue chez des pilotes.

Ce phénomène est dû à la centrifugation du sang de la tête, et, paraît-il, à une véritable rotation du globe de

(1) g, accélération due à la pesanteur.

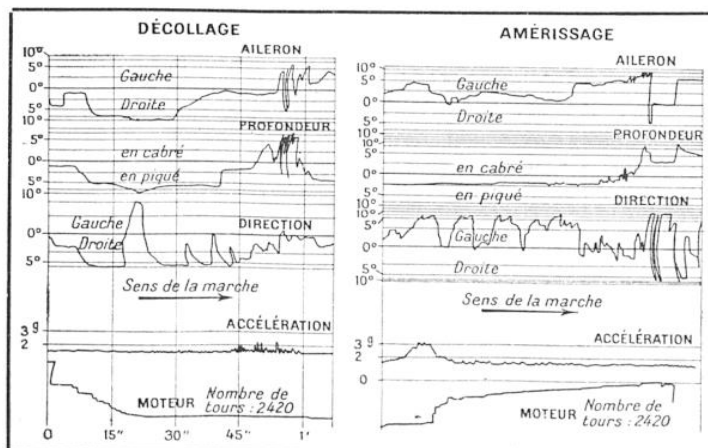


FIG. 7. - DIAGRAMMES DE DÉCOLLAGE ET D'AMÉRISSEGE D'UN HYDRAVION DE COURSE « M-52 » ; VITESSE, 445 KM-HEURE

l'œil, sous l'effet de la force centrifuge. Il se traduit par un obscurcissement de la vue qui se poursuit pendant toute la durée du virage.

Le temps moyen pour accomplir un virage à 600 kilomètres à l'heure, avec une accélération centrifuge de 3 g, est d'environ 22 secondes. Pour être correct, ce virage doit être accompli rigoureusement dans un plan horizontal, l'avion ayant les ailes verticales. On doit amener l'avion à cette inclinaison maximum très doucement et très progressivement, pour éviter tout freinage.

La trajectoire horizontale est représentée en place par une courbe dont le rayon, infini au début, décroît jusqu'au rayon minimum égal à 2,5 Q/S, auquel correspondent, sur l'appareil, des valeurs de la force centrifuge de l'ordre de 3 à 4 g. La trajectoire suivie par l'hydravion doit être tangente au pylône en l'enveloppant.

Pratiquement, on effectue le virage autour d'un pylône idéal (fig. 12) dont la distance du vrai pylône est fonction de la vitesse de l'appareil.

Ces considérations, et bien d'autres encore, ont été étudiées et contrôlées pendant l'instruction des pilotes, qui ont accompli une quantité considérable de virages avant

de parvenir à une précision extrême.

Les exercices des virages sont accomplis sur différents types d'hydravions à des vitesses croissantes, de même que l'on vole sur des parcours spécialement étudiés.

Des pylônes de petites dimensions délimitent le parcours afin d'augmenter la précision du pilote et pour surveiller les sommets très éloignés de la base de départ, on emploie des hydravions avec un officier et un expert nageur. Ces hydravions, équipés d'un appareil de T. S. F., renseignent le directeur de l'Ecole sur chaque passage de l'hydravion et spécialement sur les virages (fig. 10).

Par des signaux optiques spéciaux, on annonce au pilote de l'hydravion en plein vol les détails du virage précédents pour lui permettre éventuellement de se corriger s'il ne l'avait pas accompli parfaitement.

Au cours des entraînements

pour la Coupe Schneider, les circuits reproduisaient exactement celui qui serait choisi le jour de la course.

A cette époque, chaque pilote accomplissait plus de dix fois l'entraînement de 77 tours de 50 kilomètres chacun, à une vitesse de 450 à 500 kilomètres à l'heure, avec une précision telle qu'entre les différents tours il n'y avait pas plus de 1/5^e de seconde d'écart.

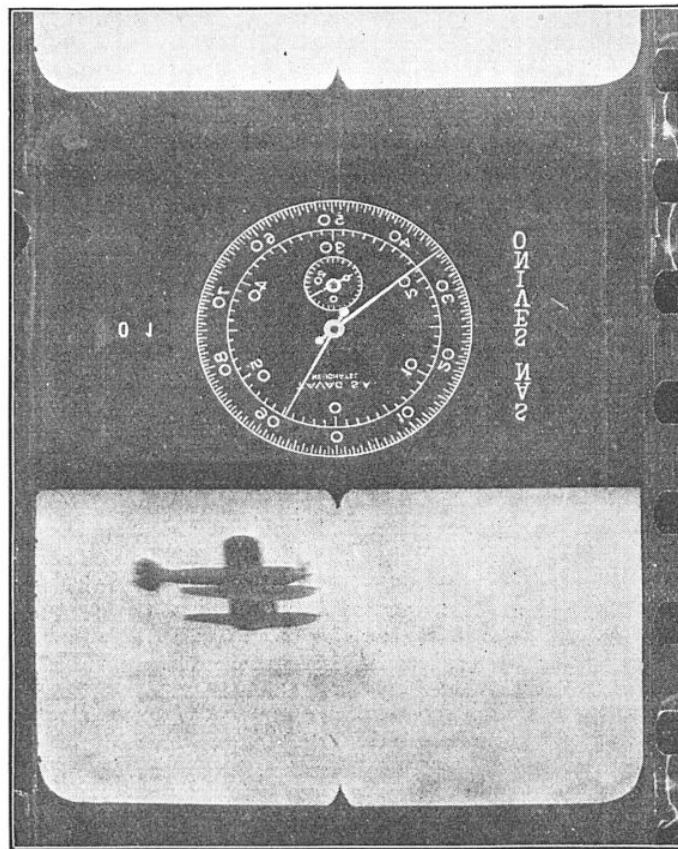


FIG. 9. — COMMENT ON MESURE AVEC PRÉCISION LA VITESSE D'UN HYDRAVION SUR UNE « BASE »

Aux deux extrémités de la « base » que doit parcourir l'hydravion, sont disposés deux chronomètres de haute précision synchronisés entre eux. Les passages de l'avion à ces deux extrémités sont cinématographiés par des appareils spéciaux, qui photographient en même temps, sur la même pellicule, le chronomètre correspondant. Une simple comparaison des deux films permet alors de mesurer le temps mis par l'avion à parcourir la base, et, par suite, de calculer sa vitesse. Nous aurons d'ailleurs, bientôt, l'occasion de revenir sur cette question.

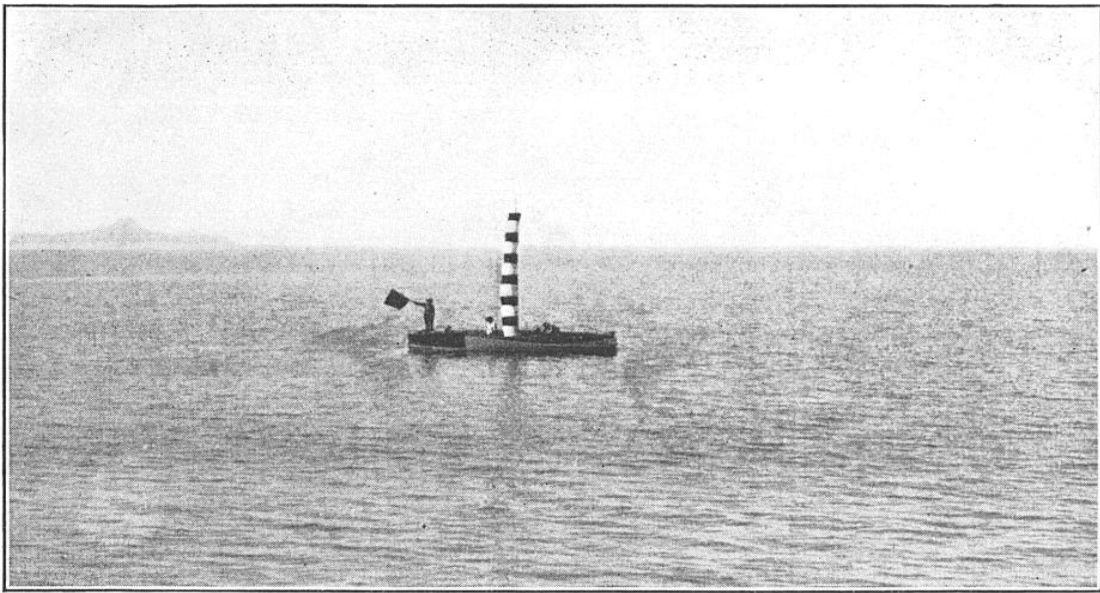


FIG. 10. — BOUÉE-PYLONE INDIQUANT LE POINT OU LE VIRAGE DOIT ÊTRE EFFECTUÉ. LA BASE EST AINSI DÉLIMITÉE PAR CES PYLONES, PEINTS EN NOIR ET BLANC POUR ÊTRE PLUS VISIBLES. C'est en s'exerçant sur des hydravions différents, volant de plus en plus vite, que les pilotes italiens sont arrivés à accomplir des virages parfaits avec le minimum de perte de vitesse.

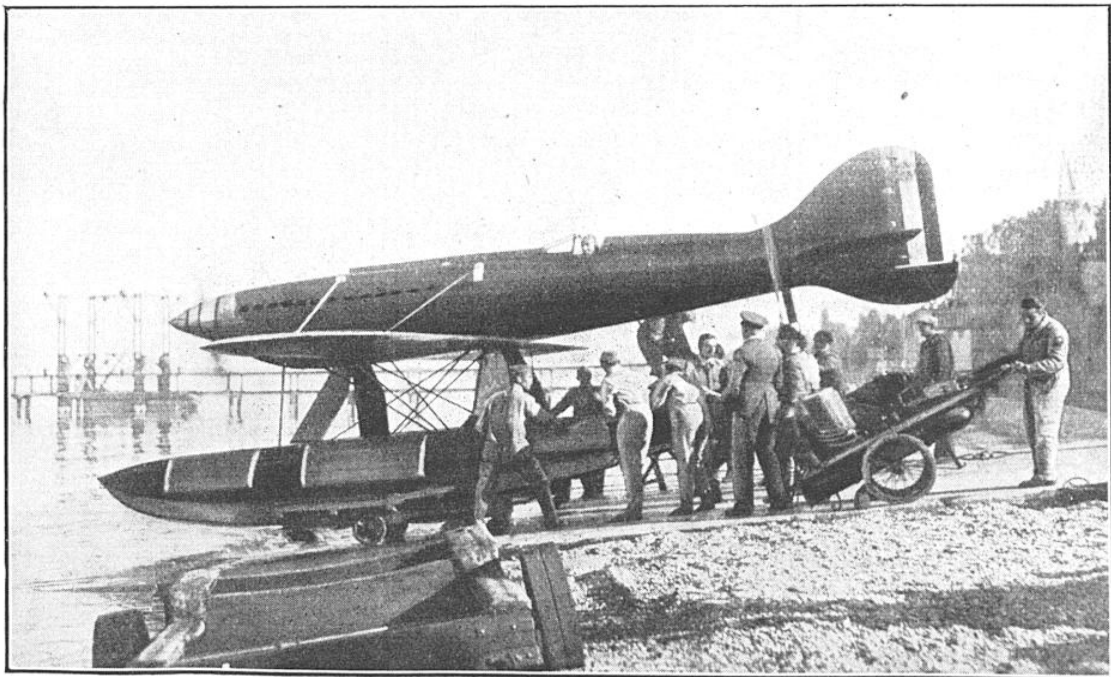


FIG. 11. — PRÉPARATIFS DE DÉPART DE L'HYDRAVION D'AGELLO QUI VA RÉUSSIR À BATTRE LE RECORD DE VITESSE, EN DÉPASSANT 709 KILOMÈTRES À L'HEURE

Le pilote est déjà à son poste. Placé sur des chariots, l'hydravion est amené doucement au contact de l'eau. On remarque, sur les flotteurs, les surfaces utilisées comme radiateurs pour le refroidissement.

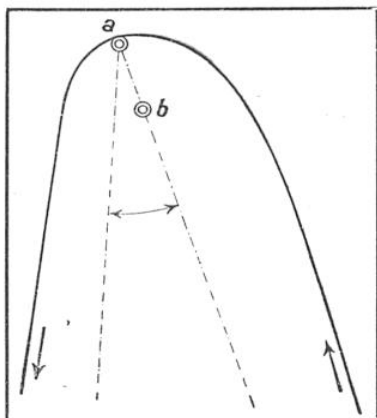


FIG. 12. — TRAJECTOIRE D'UN VIRAGE AUTOUR D'UN PYLONE RÉEL *a*. EN *b*, LE PYLONE IDÉAL AUTOUR DUQUEL LE VIRAGE DE L'HYDRAVION S'EFFECTUE

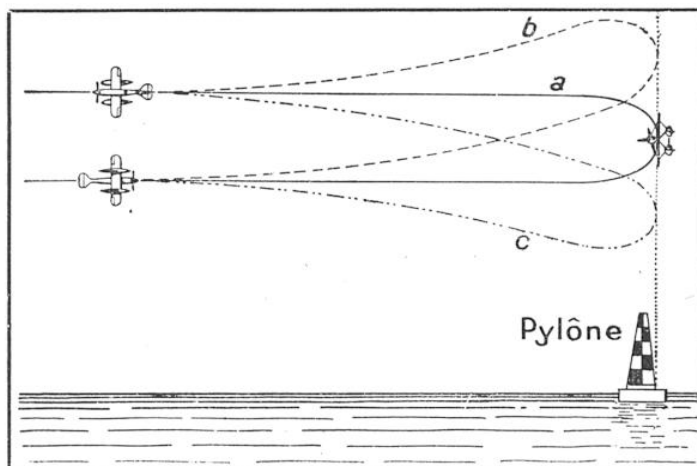


FIG. 13. — TRAJECTOIRES DE VIRAGES
a, trajectoire horizontale ; *b*, trajectoire en montée ; *c*, trajectoire en descente. La première trajectoire, *a*, donne le meilleur rendement.

A l'occasion de la Coupe Schneider 1929, le directeur de l'école eut la satisfaction de faire accomplir, le même jour, à six pilotes, le premier décollage sur l'hydravion de cours *M-52 bis*, qui pouvait atteindre une vitesse de 510 kilomètres à l'heure. Le même résultat fut atteint par huit élèves en 1931.

L'instruction théorique du pilote

L'entraînement en vol est complété par des instructions théoriques et des visites aux usines qui fabriquent les nouveaux hydravions de course et les moteurs. A l'école, le régime alimentaire est contrôlé, et, en outre, il est défendu de fumer, de boire, etc...

Tous les pilotes de l'Ecole ont des qualités techniques égales et la même audace. Ils ont tous été employés pour la mise au point et les essais de vol des hydravions de course en vue des Coupes Schneider de 1929 et 1931.

Il faut connaître les difficultés des essais de vol et de mise au point d'un hydravion de course pour apprécier les efforts et les

nombreux sacrifices de ces pilotes d'élite.

La Coupe Schneider une fois adjugée, l'Ecole reprit la tâche d'instruire des pilotes pour le brevet de haute vitesse et pour établir des records. Si le retard dans la livraison du matériel de vol pour les années 1929 et 1931 n'a pas permis aux pilotes de démontrer leur virtuosité, celle-ci a néanmoins été affirmée dans plusieurs épreuves.

Des pilotes de l'Ecole de haute vitesse ont, en effet, gagné :

La Coupe Dal Molin, course de vitesse suisse (1^{re} et 2^e places) ;

La Coupe Bibesco 1933 ;

Le 1^{er} record du monde de vitesse absolue, 682,018 km-heure de moyenne ;

Le record du monde sur 100 kilomètres (629.370 km-heure de moyenne) ;

La Coupe Blériot, demi-heure de vol à la vitesse moyenne de 619,375 km-heure ;

Le 2^e record du monde de vitesse absolue, 710 km-heure (hydravion de course *Macchi-Castoldi Fiat*, 2.800 ch, *MC-72*).

BERNASCONI.

La question des textiles artificiels a fait, en Allemagne, au cours de ces derniers mois, des progrès sensationnels et peu connus du grand public. Nous publierons prochainement une étude sur ces nouveaux « ersatz » de l'industrie allemande. Nous signalerons, en dehors de la soie artificielle, connue depuis longtemps (1), et qui porte, en France, le nom de « rayonne », la laine artificielle, le coton artificiel et même le crin artificiel, sans oublier d'autres produits moins importants, mais dont l'intérêt technique n'est pas moindre. Là encore, le produit synthétique tend à se substituer au produit naturel.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 413.

POURQUOI LE SYSTÈME MÉTRIQUE CONQUIERT-IL LE MONDE ?

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

C'est à la France qu'on doit le système métrique. Celui-ci gagne, chaque année, de nouveaux adhérents dans le monde et, à l'heure actuelle, il n'y a plus guère que les deux grandes nations anglo-saxonnes, la Grande-Bretagne et les Etats-Unis, où, tout en étant légal, il ne soit pas encore obligatoire. Cependant, même dans ces deux pays, voit-on, chaque année, s'accomplir des progrès notables au point de vue de sa diffusion. Ainsi, aux Etats-Unis, le « yard » américain a été détaché du yard anglais pour être rattaché au mètre étalon. Ces résultats ont été obtenus grâce au patient labeur de la Conférence internationale des Poids et Mesures, qui siège à Saint-Cloud, près de Paris, tous les six ans. Nous exposons ici les travaux récents et extrêmement intéressants de cette conférence, qui s'est réunie pour la dernière fois il y a à peu près un an, et dont les conclusions n'ont été publiées que tout dernièrement.

LE 20 mai 1875, les délégués de dix-neuf Etats, réunis à Paris, y signaient la *Convention du Mètre*; ainsi était établi un organisme international ayant pour objet d'assurer le perfectionnement et la propagation du système métrique (1).

Cette tâche est assumée par un *Comité international*, composé de dix-huit membres, où les principaux Etats sont représentés d'une façon permanente, les autres y figurant par roulement; il est actuellement présidé par l'éminent savant italien Vito Volterra (2); en principe, ce comité se réunit tous les deux ans, mais la continuité de son action est assurée par un organisme permanent : le *Bureau international des Poids et Mesures*, dirigé par le physicien éminent qu'est M. Ch.-Ed. Guillaume. Il n'est personne, en France, qui ne sache que ce Bureau est installé au Pavillon de Breteuil, ancien Trianon du château de Saint-Cloud, affecté à cet objet par le gouvernement français et modifié pour s'adapter à ses nouvelles fonctions.

Là, dans un caveau protégé contre les vibrations du sol et les variations de tempé-

rature, reposent les étalons prototypes du mètre et du kilogramme; souverains qui commandent aux deux tiers de l'humanité, mais prisonniers de leur haute fonction,

ils sont représentés, dans les laboratoires du Pavillon de Breteuil, par les étalons d'usage, auxquels sont comparés périodiquement ceux qui ont été répartis entre les nations participantes; ainsi, les laboratoires installés au Pavillon ne cessent d'appliquer les procédés les plus délicats de la métrologie; ils les appliquent non seulement aux comparaisons entre les étalons actuels, mais à tous les problèmes que soulève la mesure exacte, exigée aujourd'hui par les progrès de la science; je donnerai tout à l'heure un aperçu des travaux qui sollicitent actuellement les physiciens du Bureau, d'ailleurs en collaboration avec les établissements métrologiques étrangers, comme le *Reichanstalt* allemand,

le *Bureau of Standards* américain et le *National Laboratory* anglais.

Au-dessus du Bureau, au-dessus du Comité international, la *Convention du Mètre* a institué une grande conférence, à laquelle tous les Etats participants se font représenter et qui siège à Saint-Cloud, tous les



FIG. 1. — L'ÉMINENT MATHÉMATICIEN ITALIEN VOLTERRA, QUI PRÉSIDE LE COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 123, page 201.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 110, page 111.

six ans, sous la présidence du président en exercice de notre Académie des Sciences ; c'est dans le grand concile œcuménique que sont exposés, et très généralement approuvés, les travaux effectués par le Bureau sous l'impulsion du Comité ; c'est là que sont discutés les problèmes actuels de la métro-

Propager

La première, et agréable, constatation faite à la huitième conférence, c'est que le système des unités métriques gagne sans cesse du terrain ; impressionnante est la liste de ces conquêtes pacifiques, depuis 1875 :

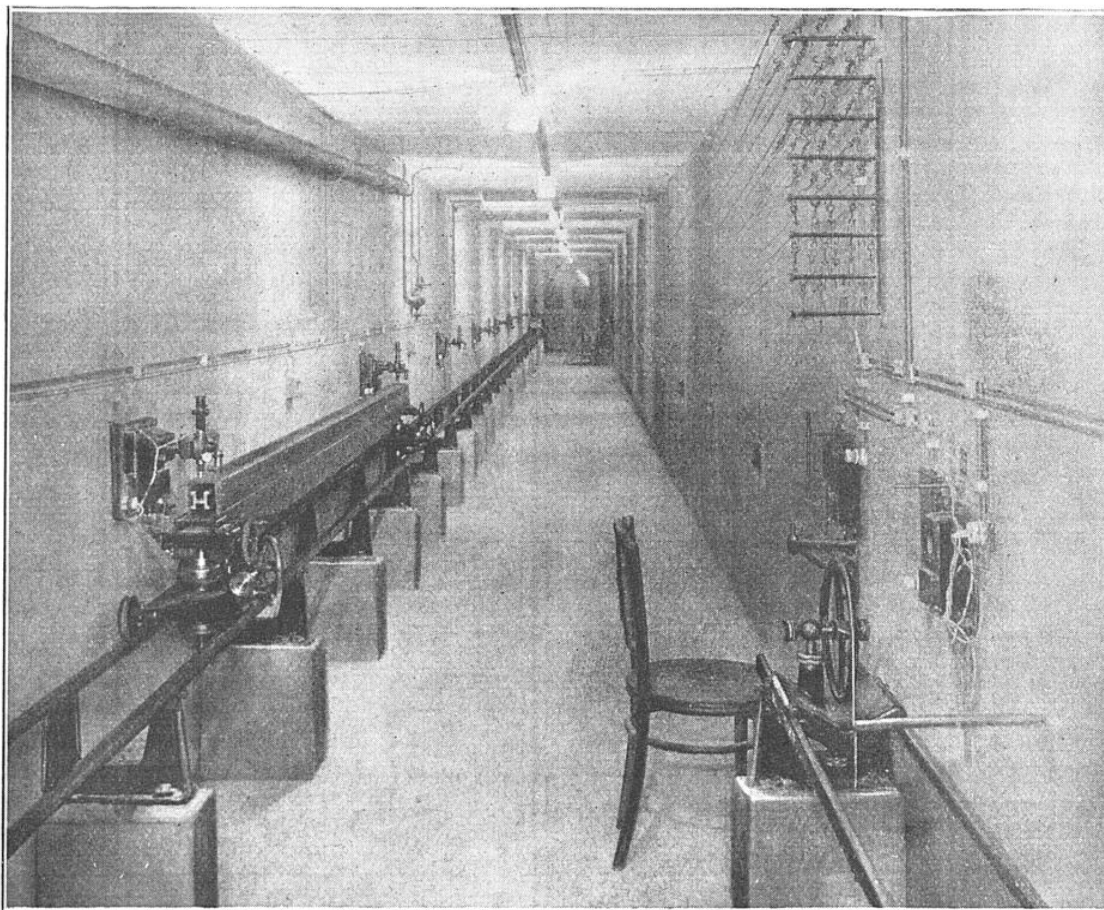


FIG. 2. — BASE DE CONTRÔLE DES FILS GÉODÉSIQUES DE 24 MÈTRES DE LONG AU PAVILLON DE BRETEUIL, ANCIEN TRIANON DU CHÂTEAU DE SAINT-CLOUD, PRÈS PARIS. On peut voir, à gauche, la base primaire et, à droite, la base secondaire, ou de comparaison.

logie ; c'est là, enfin, que sont prises les résolutions de principe qui engagent l'avenir. La huitième de ces grandes conférences s'est tenue en octobre 1933 ; nous devons aux lecteurs de cette revue de leur en signaler, bien qu'un peu tardivement, les importants résultats.

Le programme imposé par l'article 7 de la Convention du Mètre comporte trois termes : *propager* le système métrique, le *perfectionner*, le *développer*. Ce sont eux que nous examinerons successivement.

la Serbie en 1879, la Roumanie en 1884, le Japon en 1885, le Mexique en 1890, le Chili et l'Uruguay en 1908, la Bulgarie en 1911, le Siam en 1912, le Brésil en 1920, la Finlande en 1921, la Tchécoslovaquie en 1922, la Pologne en 1925, l'Irlande en 1926, les Pays-Bas en 1929, la Turquie en 1933 et, dernièrement enfin, la Perse, l'Afghanistan et l'Irak.

Mais, si ces États avaient donné au système métrique une existence *légitime* dans leurs pays respectifs, tous ne l'avaient pas

rendu *obligatoire*, et les anciennes mesures continuaient, trop souvent, à être utilisées. Cette situation indécise s'améliore peu à peu ; c'est ainsi qu'en Pologne et dans les Républiques baltes des mesures administratives ont progressivement achevé la réforme, et, suivant l'expression du rapporteur, M. Pérard, « ces Etats ont atteint un degré d'unification des poids et mesures remarquable, dépassant parfois celui qui existe

même en Chine réalise son évolution, mais avec plus de lenteur, parce qu'il s'agit d'un pays moins centralisé ; le système métrique, légalisé en 1906, a d'abord été limité aux chemins de fer ; en 1919, une loi a facilité son emploi généralisé en attribuant les dénominations coutumières aux équivalents métriques les plus rapprochés des unités anciennement utilisées.

Mais c'est dans la Russie soviétique, et

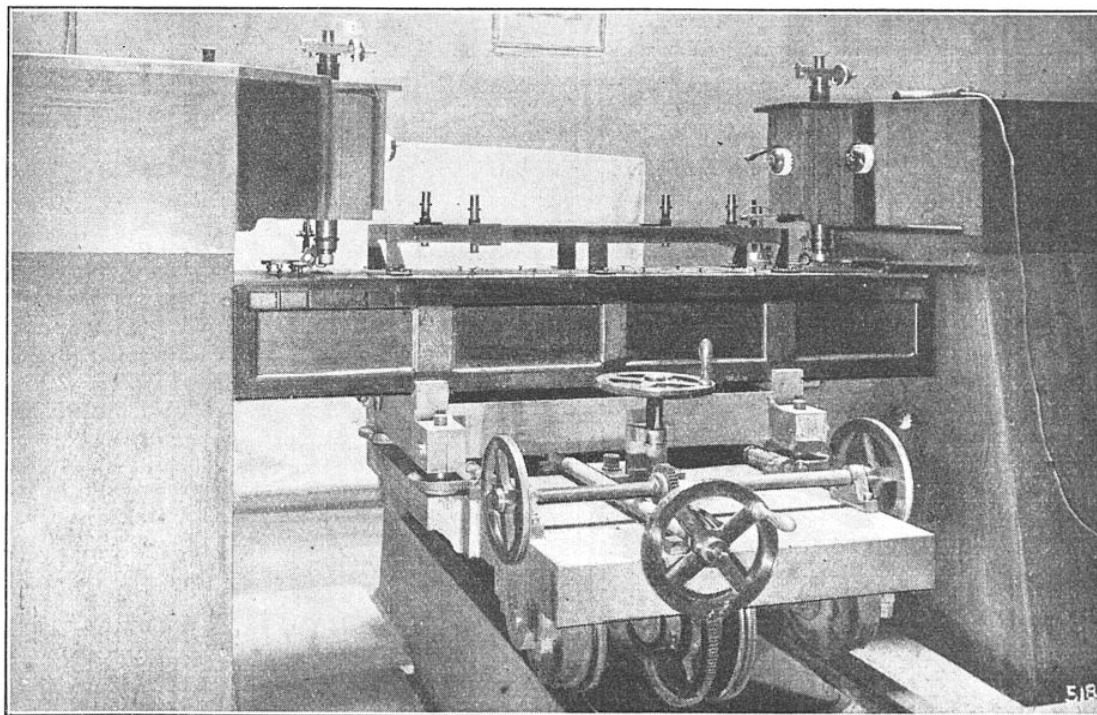


FIG. 3. — COMPARATEUR « BRUNNER », EMPLOYÉ AU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES, POUR TOUTES LES COMPARAISONS PRÉCISES DES MÈTRES ÉTALONS

On voit, à droite et à gauche, les deux blocs de maçonnerie supportant les deux microscopes de visée des repères du mètre étalon, et, au centre, le chariot portant les mètres à comparer.

en Europe Occidentale, où le système est fort anciennement implanté ». La Turquie, qui « met les bouchées doubles » dans sa modernisation, n'a pas mis deux ans pour s'imposer le système métrique, devenu obligatoire en 1933. Le Japon n'a pas procédé avec moins d'énergie ; le système métrique y est devenu obligatoire après trois années seulement de régime transitoire, au cours desquelles tout ce qui portait la trace des anciennes unités a été impitoyablement supprimé : effort d'autant plus méritoire qu'au point de vue commercial le pays du Soleil Levant est en étroite association avec les pays anglo-saxons. A côté du Japon, l'im-

pression des républiques qui lui font cortège, que le système métrique s'est implanté le plus rapidement ; chose curieuse, signalée à la huitième conférence par le délégué russe Zalutzky, la Russie a fait, dans les pays anglo-saxons, une utile propagande, plus efficace que tous les discours, en achetant de préférence les machines basées sur le système métrique ; et comme elle a importé, dans ces quatre dernières années, pour 4 milliards de machines-outils, les constructeurs anglais et américains ont été obligés, pour s'attacher une si importante clientèle, de modifier leurs méthodes de construction.

Ainsi, on peut dire qu'actuellement, seuls,

l'Angleterre et les Etats-Unis conservent, pour leurs usages industriels et commerciaux, le système incohérent et compliqué du yard et du pennyweight. Encore y a-t-il des fissures dans le bloc anglo-saxon ; on sait d'abord que le système métrique est légal, sans être obligatoire, dans les deux pays, depuis 1865 ; de plus, et depuis 1915, l'emploi des poids métriques est obligatoire pour les pharmaciens, progrès important, puisqu'il atteint, avec eux, les médecins et les malades ; quant aux mesures scientifiques, elles se font, presque sans exception, en unités métriques ; on peut même dire que les savants anglais ont pris la tête de ce grand mouvement unificateur, car c'est l'Association britannique qui, sous l'impulsion de lord Kelvin, a pris l'initiative de rattacher les unités électriques au système métrique.

Aux Etats-Unis, les progrès sont même plus frappants qu'en Angleterre ; la loi américaine elle-même a détaché le yard américain du yard anglais, en le définissant comme égal à la fraction $\frac{3.600}{3.937}$ du mètre étalon. Depuis le mois de mars 1933, l'*American Standard Association* a décidé que, pour tous les usages industriels, la valeur du pouce américain serait exactement 22 mm 4, au lieu de la valeur légale $\frac{1.000}{29,37}$ millimètres.

Ainsi, le système métrique s'introduit peu à peu dans la vie américaine ; il triomphe

dans l'industrie optique : il ne se construit pas, aux Etats-Unis, un microscope, une lunette ou un appareil photographique qui ne soient gradués dans ce système ; le gramme et le litre sont employés fréquemment dans les industries chimiques ; enfin, tous les records sportifs sont exprimés en mètres et en kilogrammes, et c'est là un important élément de propagande dans un pays où le sport est roi.

Perfectionner

Perfectionner le système métrique, c'est accroître la précision des mesures et la fidélité des étalons. S'il n'y avait à satisfaire qu'aux besoins commerciaux, il n'y faudrait pas tant de soins, encore que la précision s'introduise de plus en plus dans certaines industries, comme celles de la construction mécanique (1). Mais, surtout, les progrès de la science exigent que la précision des mesures soit sans cesse

accrue ; comme l'écrit M. Ch.-Ed. Guillaume, « les révolutions scientifiques ont pour point de départ des mesures faites avec la précision que leur époque permettait d'atteindre, et rien n'est plus fécond en science que le gain d'une décimale ».

Il importe donc, en premier lieu, que les étalons soient fidèles, c'est-à-dire qu'ils restent toujours égaux à eux-mêmes. C'est pour assurer cette qualité primordiale qu'ils sont enfermés, sous triple serrure, dans le caveau du Pavillon de Breteuil ; encore, pour plus de sûreté, chacun d'eux est-il

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 42.

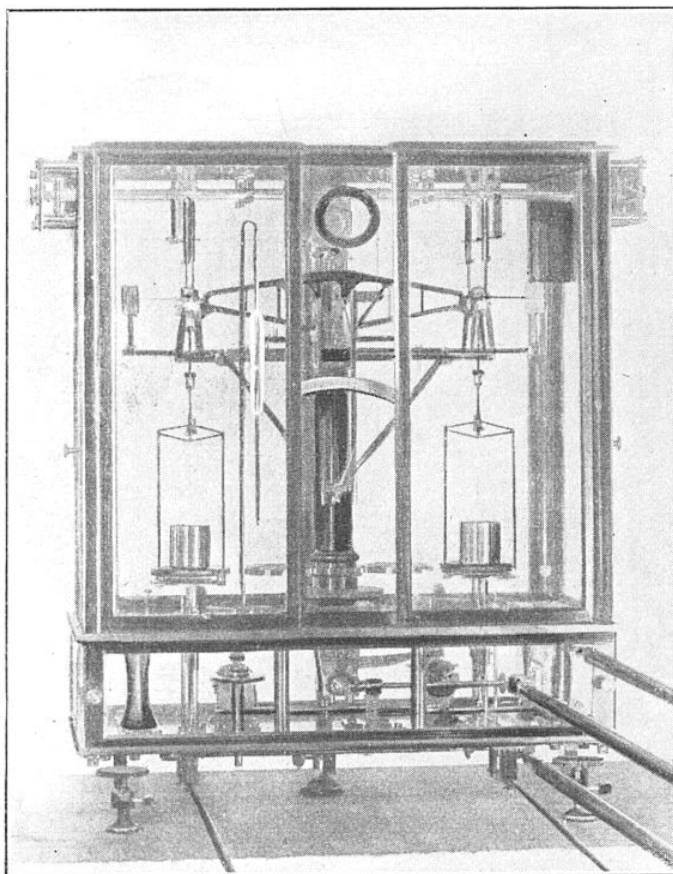


FIG. 4. — TYPE DE BALANCE DE HAUTE PRÉCISION DU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

représenté par trois exemplaires, qui doivent s'accorder non seulement entre eux, mais avec les étalons d'usage, car, suivant l'heureuse expression de M. Emile Picard, un prototype international, comme un roi constitutionnel, doit rester en parfait accord avec la majorité de ses sujets. Ceux-ci reviennent périodiquement au Pavillon de Breteuil, où ils subissent de délicates comparaisons avec les étalons fondamentaux ;

Même conservé soigneusement à l'abri des trépidations et des variations de température, le métal des étalons « travaille », c'est-à-dire éprouve des variations, dont la loi est toujours compliquée et souvent inconnue. Aussi les physiciens du Bureau sont-ils en perpétuel effort pour chercher un corps préférable au platine iridié, adopté en 1875 ; ils sont aidés dans cette tâche par leurs collègues des Instituts métrologiques étrangers ;

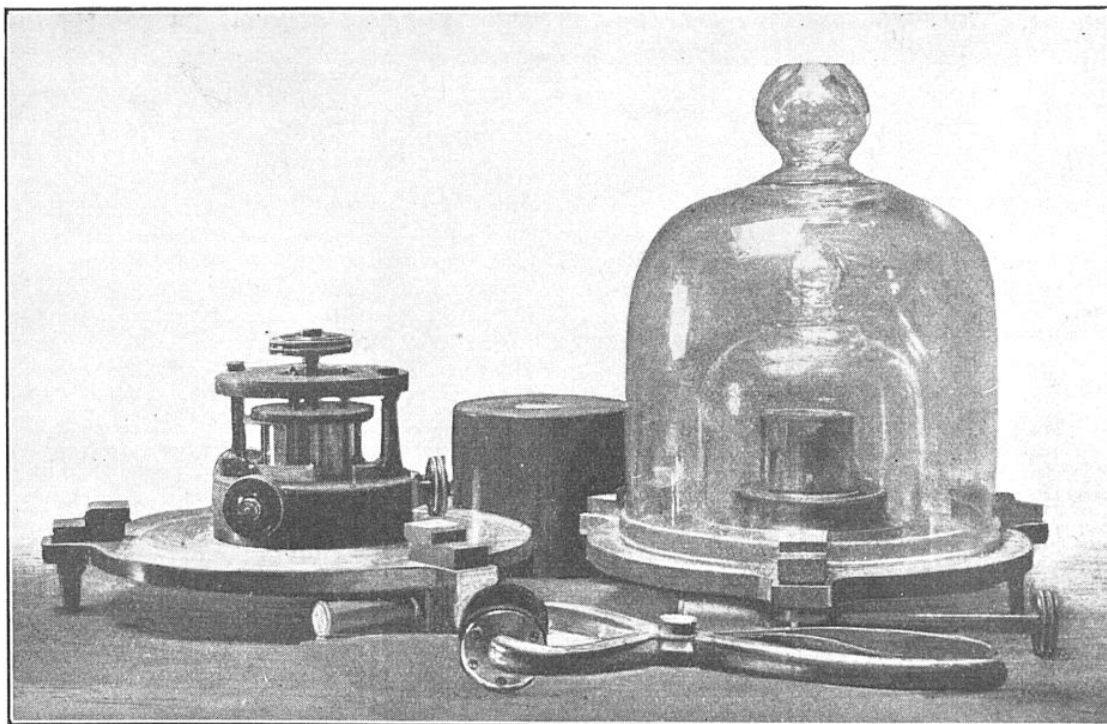


FIG. 5. — POIDS ÉTALONS CONSERVÉS À L'ABRI DE TOUTES LES INTEMPÉRIES : L'UN, À DROITE, SOUS DOUBLE CLOCHE, L'AUTRE, À GAUCHE, DANS SON ÉTUI DE VOYAGE

la précision, sans cesse accrue, de ces opérations, est telle aujourd'hui qu'on peut mesurer une longueur avec une erreur moindre que 2 ou 3 dix millièmes de millimètre et évaluer une masse voisine du kilogramme au centième de milligramme près. Bien entendu, une pareille précision exige, pour être assurée, une surveillance constante ; il est rare, heureusement, que les étalons aient à supporter des avatars comparables à ceux du mètre et du kilogramme serbes, transportés, en 1915, à dos de mulet, de Belgrade jusqu'à la côte albanaise, puis jusqu'à Corfou ; pourtant, le mètre n'avait varié, dans cet exode, que de 2 dix-millièmes de millimètre ; quant au kilogramme, sa masse ne s'était pas modifiée d'une quantité appréciable.

les études communiquées à la huitième Conférence ont porté sur le tungstène, qui se recommande par sa dureté, sa densité et son inaltérabilité, sur un ferro-nickel inoxydable, sur le quartz, enfin sur un acier au chrome, dont 1 kilogramme, pesé quatre fois depuis 1931, n'a pas varié d'un centième de milligramme. Mais, en cette matière, le mieux pourrait être l'ennemi du bien ; le choix d'un nouveau constituant pour les prototypes est une décision grave, qui ne saurait être prise qu'après une longue série d'épreuves ; c'est pourquoi la question reste encore à l'étude.

J'en dirai autant de l'adoption, comme unité fondamentale de longueur, du « mètre de lumière », c'est-à-dire de la longueur

d'onde d'une radiation monochromatique ; les travaux célèbres de Michelson, continués par divers physiciens, avaient seulement élevé la raie rouge du cadmium au rang d'étalon secondaire, et la septième Conférence, tenue en 1927, avait confirmé cette décision.

Depuis lors, on a cru trouver une radiation encore plus monochromatique, et qui permettrait, par conséquent, une définition plus précise : c'est la raie verte 5.562 du krypton. Mais, en même temps que les études se poursuivaient sur cette radiation, les idées théoriques se modifiaient sur la fidélité du mètre de lumière ; en effet, on sait aujourd'hui que les longueurs d'ondes ne sont pas rigoureusement fixes ; elles peuvent être modifiées par les « effets Zeeman et Stark », c'est-à-dire par les actions magnétiques et électriques ; elles seraient même sensibles à la pression et à la gravitation. Dans ces conditions, il est douteux que l'étalon lumineux soit plus fidèle que l'étalon actuel en platine iridié ; aussi la Conférence a-t-elle « décidé de ne rien décider » ; pour cette fois, on ne peut qu'approuver sa prudence.

Développer

Tel qu'il avait été conçu par ses créateurs, les grands hommes de la Convention, le système métrique s'appliquait d'abord aux unités géométriques et mécaniques ; on ne tarda pas à lui rattacher, d'une façon qu'on croyait définitive, le franc et tout notre système monétaire ; la nécessité, plus forte que la logique, a fait litière de cette sage résolution, et il a été donné à notre époque désespérée de connaître les « monnaies en caoutchouc ». Ce piètre résultat n'est pas un succès pour le système métrique, ni, d'ailleurs, pour aucun autre système.

Mais écartons-nous de cet attristant sujet. Au cours du XIX^e siècle, un effort prodigieux avait été accompli pour rattacher au système métrique toutes les autres grandeurs, et, en particulier, celles qu'on envisage en physique ; le type le plus accompli de ce perfectionnement se trouve dans le système C. G. S. (centimètre, gramme-masse, seconde), auquel sont venues se rattacher les unités électriques et magnétiques ; mais, tout en se raccordant, théoriquement et en principe, aux unités métriques, les étalons de ces diverses grandeurs et les méthodes de mesure s'étaient constitués en dehors du Comité international, du Bureau et de la

Conférence, c'est-à-dire des autorités habilitées pour s'occuper du système métrique. De là résultait un manque de cohésion, dont les inconvénients commençaient à se faire sentir sur le plan scientifique. Dès la Conférence de 1927, il avait apparu opportun d'y parer par la création de *comités consultatifs*, formés de savants spécialisés dans la technique de ces diverses grandeurs.

L'un de ces comités, chargé spécialement des unités électriques, vient de faire connaître son opinion, par la voix autorisée de M. Paul Janet : il estime que les unités électriques *internationales*, ampère, coulomb, ohm, volt, définies par le Congrès de Chicago, doivent être remplacées par les unités *absolues*, directement rattachées au système C. G. S., qui peuvent aujourd'hui être définies et reproduites avec une fidélité et une précision au moins égales à celles qui s'attachent aux unités internationales. La huitième Conférence a adopté cet avis et donné au comité international les pouvoirs nécessaires pour fixer les rapports entre chaque unité absolue et l'unité internationale correspondante. J'ajoute, pour rassurer le lecteur, que cette substitution, importante au point de vue théorique, ne modifie les unités usuelles que d'une fraction insignifiante ; pratiquement, le volt, l'ampère, l'ohm, le coulomb garderont la même valeur, bien que leur définition soit rattachée plus directement aux unités métriques.

Un second comité consultatif a été institué pour coordonner plus rigoureusement les unités photométriques ; un troisième a pour objet d'étudier les divers problèmes qui se rattachent à la métrologie pratique. Ainsi, de proche en proche, le système métrique se développe, en remplissant plus exactement sa fonction, qui est de coordonner les unités diverses sous la loi du mètre, du kilogramme et de la seconde, et de déterminer, pour les grandeurs correspondantes, les méthodes de mesure les plus sûres et les plus efficaces.

Il lui resterait beaucoup à faire, s'il voulait aller jusqu'au bout de la logique ; il lui resterait à décimaliser les mesures angulaires, degré, minute et seconde ; surtout, il aurait à transformer nos mesures du temps, par secondes, minutes, heures, jours et années ; sans doute, on n'en aura pas le courage, parce qu'aucune autorité n'est capable de lutter contre un usage universel et de supprimer des unités que la Nature elle-même a désignées.

L. HOULLEVIGUE.

GRACE AU LAMINAGE DES MÉTAUX, NOUS AVONS LA CONSTRUCTION EN SÉRIE

Par Pierre DEVAUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Le laminage des métaux constitue certainement l'une des bases fondamentales de la métallurgie moderne. On peut, en effet, affirmer que la fabrication en grande série des objets métalliques n'est aujourd'hui possible que grâce aux grands laminoirs actuels. Ce sont eux qui nous fournissent les tôles, les profilés, les tubes, les rails, etc., qui sont les principaux éléments de la construction mécanique sous toutes ses formes. Nous montrons ici les remarquables progrès récemment accomplis dans ce domaine, où l'ingénieur a su mettre en œuvre les magnifiques ressources de la mécanique et de l'électricité, aujourd'hui si heureusement conjuguées dans la sidérurgie.

DANS le vaste arsenal de la technique contemporaine, où la métallurgie, sous toutes les formes, tient une si large place, il n'est nullement exagéré d'affirmer que le *laminage des métaux* occupe de beaucoup le rang le plus important.

Voici un vaste immeuble en construction, auquel des procédés d'édification standardisés promettent une croissance rapide : toute son *ossature* est en *profilés* d'acier, dont la section complexe en forme de T, de double T ou de cornière n'a pu être obtenue qu'au laminoir à grande puissance ; en profilés, également, les *palplanches* foncées dans le sol aquifère autour du chantier, les ossatures des planchers, de la toiture, les supports de la *menuiserie métallique* aujourd'hui si appréciée. Il n'est pas jusqu'aux innombrables *tuyauteries* de chauffage central, d'eau chaude et froide, de gaz, d'air comprimé, de vide, nécessaires à la vie de l'immeuble, qui ne soient obtenus à l'aide de *laminoirs à tubes* spéciaux capables de débiter directement de la barre creuse.

Dans les constructions maritimes, dans les chemins de fer, dans l'industrie automobile, nous retrouverions, sur une immense échelle, cet emploi des « produits » laminés : *tôles épaisses* pour la coque des navires, les réservoirs, les chaudières ; *tôles moyennes* et *fines* pour les carrosseries, l'industrie du fer-blanc, les constructions électriques ; *fils laminés et étirés* pour toutes les industries mécaniques et électriques ; *tubes sans soudure, profilés* de toutes formes pour les châssis et les infrastructures où il faut unir la légèreté et la force ; *rails* pour les chemins de fer.

Toujours semblables à eux-mêmes comme forme et comme qualité, d'un prix avanta-

geux et nécessitant le minimum de travail de mise en œuvre, les produits laminés conviennent particulièrement, comme matière première, pour une production intense et « standardisée ». Un exemple très curieux est fourni par la fabrication de certaines pièces telles que les *rupteurs oscillants*, pour les appareils d'allumage d'automobile, qui sont pris dans de la barre laminée et étirée de section spéciale présentant précisément la forme de la pièce à réaliser. Il suffit, par suite, de *scier* cette barre à l'aide d'une machine à grand débit pour obtenir des rupteurs à une cadence ultra-rapide.

Actuellement, on peut dire que la *grande série*, dans l'automobile et de nombreuses industries constructives, repose sur les bases suivantes : emploi des *produits laminés, découpage et emboutissage* de la tôle, *fonderie sous pression*. Ces trois techniques présentent ce caractère commun de fournir directement une précision et une interchangeabilité parfaite, réduisant au minimum les coûteuses heures d'usinage.

Pourquoi on lamine l'acier

Une autre raison fort importante milite en faveur du laminage ; pour bien la faire comprendre, il est nécessaire de rappeler brièvement comment on fabrique l'acier.

Le *minerai de fer*, déversé avec du coke dans le gueulard des hauts fourneaux, donne au trou de coulée un liquide fluide qui est la *fonte*. Cette fonte contient trop de carbone, qu'il est nécessaire de lui enlever pour la transformer en acier.

Cette *décarburation* peut être effectuée dans un *convertisseur* (*Thomas* ou *Bessemer*), gigantesque récipient ovoïde en matière

réfractaire où la fonte en fusion est traversée par un violent courant d'air sous forte pression, qui *brûle* une partie de son carbone. A la fin de l'opération, on renverse le convertisseur et on coule l'acier dans des *lingotières*.

Il existe actuellement d'autres installations permettant de fabriquer l'acier, tels les fours Martin et électriques qui utilisent des *ribblons* provenant de la ferraille. Mais le produit de l'opération se présente toujours sous la forme de *lingots* d'acier coulé.

L'énorme majorité des lingots doit être *forgée*, c'est-à-dire déformée à chaud au cours de multiples opérations en vue d'acquiescer de l'homogénéité et de la résistance. Deux techniques sont alors possibles ; les gros blocs cubiques ou rectangulaires, dans lesquels on usinera des pièces de machines : vilebrequins, bielles, essieux, peuvent être forgées à la presse ou au *pilon*, puis ébauchées au *mouton-étampeur*, qui les façonne par choc entre deux demi-coquilles présen-

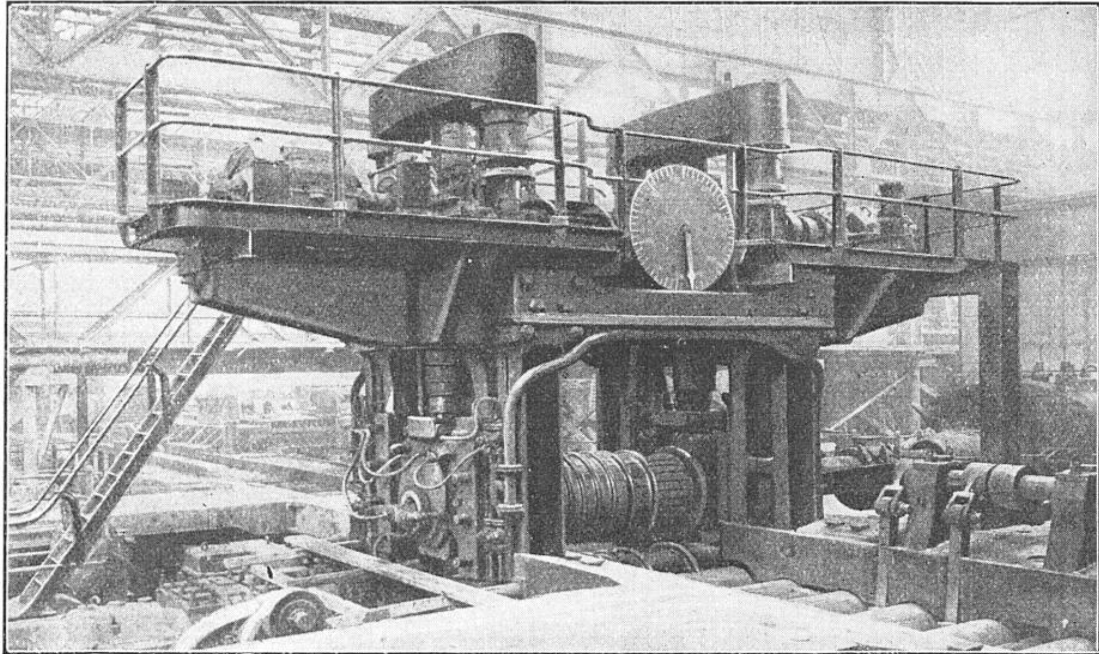


FIG. 1. — GRAND LAMINOIR RÉVERSIBLE POUR « BLOOMING », AUX USINES THYSSÉN

En haut, les moteurs auxiliaires qui commandent la montée et la descente du cylindre supérieur, et le cadran indiquant l'écartement des cylindres ; sous le portique, les cylindres de 1 m 15 de diamètre. Au premier plan, chemin de rouleaux et culbuteurs mécaniques de lingots (Demag).

Or, si l'on pratique, dans un lingot, une coupe à l'aide d'une scie et qu'on examine cette coupe au microscope, après l'avoir lavée avec un acide faible (acide picrique, par exemple), on constate que la *texture* du métal est irrégulière et « cristalline », à l'exclusion de ces *fibres* qui « donnent du nerf » aux produits *forgés*. Pratiquement, les pièces coulées sont loin de présenter une résistance satisfaisante et ce n'est que depuis quelques années, et après avoir vaincu de nombreuses difficultés techniques, que l'on est parvenu à obtenir des pièces en *acier moulé* impeccables ; c'est là, du reste, une technique d'exception, réservée à des pièces spéciales à haute résistance, telles que roues de locomotives, bâtis de machines, *stators* d'alternateurs.

tant en creux la forme de la pièce à réaliser. Par contre, les pièces longues sont fabriquées en passant les lingots au *laminoir* (fig. 1) ; celui-ci ploie et allonge le métal en procédant par refoulement transversal et lui donne une *fibre* parfaite.

La curieuse méthode des « vis tordues »

Le laminage se présente donc comme un *forgeage continu*, plus puissant, plus rapide et plus précis que le pilon, mais qui doit, pour donner tous ses avantages, être minutieusement étudié au point de vue des *écoulements* subis par le métal. Tel « train » de laminoirs, qui absorbait une puissance motrice anormale, a pu être ramené à une consommation de 30 % plus faible, grâce à une simple modi-

fication des cannelures des cylindres (fig. 3), tout en fournissant de meilleurs produits.

Nous ne saurions développer ici les méthodes qui permettent d'étudier les déformations subies par les fibres de l'acier à son passage entre les cylindres. Signalons simplement, à côté des procédés *micrographiques* que nous indiquions plus haut, une curieuse méthode consistant à fixer dans le lingot des *vis* qui se trouvent laminées avec le reste du métal. Les déformations subies par

Dès que le métal est solidifié, un pont roulant spécial, le *pont stripeur*, s'avance sur ses rails aériens et saisit, au moyen d'une énorme pince, la lingotière. A ce moment, un *poussoir* mécanique très puissant vient extraire le lingot qui tombe ; il sera repris quelques instants plus tard par un second pont à pinces qui le déposera dans le four de réchauffage.

La technique des *fours de réchauffage* a fait, dans ces dernières années, des progrès

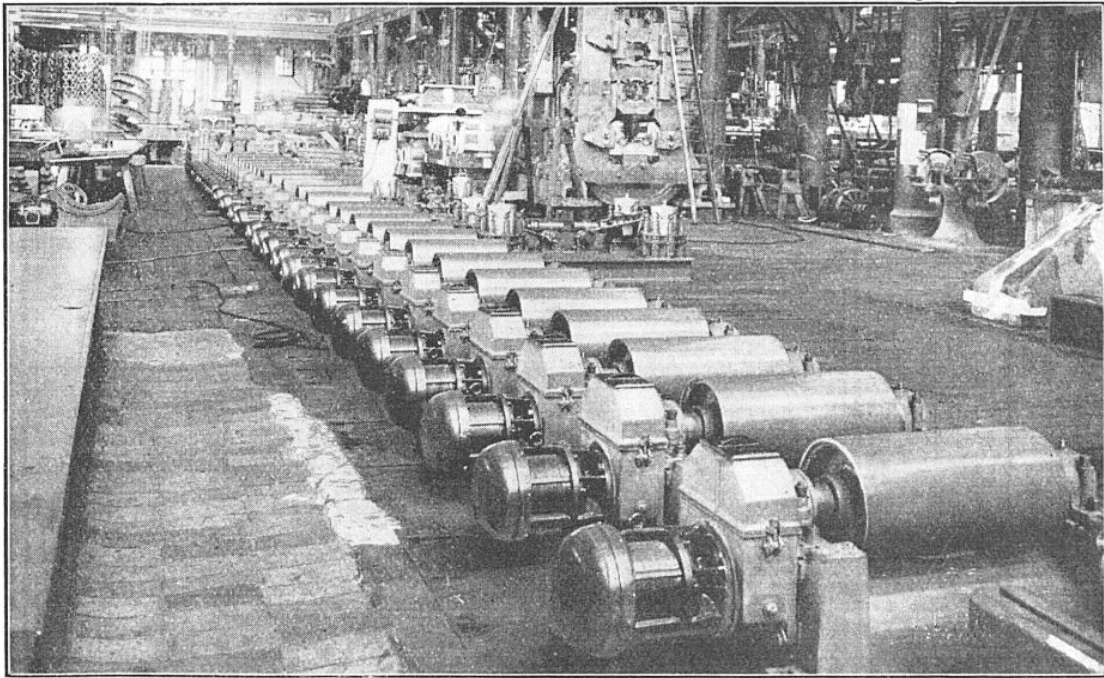


FIG. 2. — CHEMIN DE ROULEAUX AUTOMOTEURS POUR LA DESSERTE D'UN LAMINOIR
Chaque rouleau comporte un moteur électrique indépendant et un réducteur de vitesse (Krupp).

ces vis au cours de chacune des *passes* fournissent les plus précieux renseignements sur les écoulements — normaux ou anormaux — qui se produisent dans le bloc d'acier.

Comment fonctionne un « blooming » moderne

Nous pouvons maintenant nous faire une idée de ce vaste ensemble mécanique et technique que constitue une grande installation de laminoirs. Nous allons trouver ici tout ce qui existe de plus puissant et de plus grandiose dans la métallurgie moderne.

Suivons l'acier depuis sa fabrication. Dans le *hall de coulée*, desservi par des ponts roulants, les *lingotières* sont disposées dans des fosses où elles reçoivent l'acier en fusion.

qui mériteraient une longue étude. Indiquons seulement qu'à côté des *fours puits*, en fosse, on utilise des *fours continus* à *poussoirs* mécaniques ou hydrauliques, les lingots avançant comme des wagons dans un tunnel. Ces fours sont chauffés au gaz industriel ; l'emploi, encore récent, de cellules photoélectriques permet d'obtenir, pour les lingots, une température élevée et très régulière, tout en évitant une *perte par fusion* excessive.

Réchauffé à cœur, le lingot, d'un blanc éblouissant, est maintenant déposé sur un chemin de *rouleaux automoteurs* électriques (fig. 2) et dirigé vers le premier grand train lamineur, le *train « blooming »*, qui alimente toute l'usine. La forme du lingot est légè-

rement conique ; ainsi, un très gros lingot, pesant 6 tonnes et mesurant 1 m 50 de longueur, aura une section de 82×77 centimètres au gros bout et de 62×57 centimètres au bout mince. Cette lourde masse est déposée par les rouleaux sur un « fauteur basculant », ou *manipulateur* spécial, qui la retourne rapidement et la présente, sur de nouveaux rouleaux, en face des cylindres du laminoir.

On conçoit que le travail, très important, du laminage, ne peut être fait en une seule *passée*, ni même, en général, sur un seul train. Le train « blooming » transforme les lingots, grâce à plusieurs passes, en *blooms* allongés qui peuvent être, soit vendus pour l'exécution des pièces de forge, soit repris immédiatement et transformés en *brames* de 40 à 80 centimètres de largeur, en *billettes* carrées de 15 à 40 centimètres de côté, en *méplats* de 25×15 centimètres environ. Ces produits *demi-finis* seront ensuite terminés sur d'autres trains à rotation plus rapide, qui les transformeront en *profilés* de toutes sortes, *rails*, *tôles* épaisses ou fines, voire *fils* , *barres* et *tubes* (fig. 6), destinés aux industries de construction.

Voici un des plus puissants « bloomings » du monde

Examinons maintenant le fonctionnement du laminoir principal.

Propulsé par les rouleaux automoteurs ou par un poussoir mécanique à griffes, le lingot vient donner du nez entre les cylindres et s'engage avec fracas. En un instant, il passe de l'autre côté du train, où il est immédiatement culbuté par un retourneur mécanique et présenté à nouveau sur tranche pour être repassé en sens inverse (fig. 4). Les « pressions », c'est-à-dire les *diminutions d'épaisseur* subies par le lingot à la première passe, sont aujourd'hui si considérables que le métal ressort souvent *plus incandescent* du laminoir, par suite du travail dépensé à l'écrasement !

Ici, deux solutions sont possibles. Dans les installations classiques, on trouve le train « trio », qui comporte deux cylindres tournant dans le même sens, séparés par un troisième cylindre tournant en sens inverse ;

suivant que l'on présente le bloc à la partie supérieure ou inférieure de la « cage », on obtient la translation dans l'un ou l'autre sens. Cette présentation à hauteur variable est rendue possible par l'emploi de *tabliers basculants*, par où se fait l'amenée des blocs et sur lesquels se tiennent également les ouvriers chargés du service du laminoir ; autrement dit, le sol s'élève ou s'abaisse pour desservir le haut ou le bas de la cage.

Plus simple d'aspect, le train « duo-réversible » (fig. 1) comporte seulement deux cylindres que l'on peut arrêter pour les lancer en sens contraire. Les tabliers mobiles se trouvent ainsi supprimés ; par contre, on perd la possibilité précieuse d'avoir un *volant* accumulateur d'énergie sur l'arbre de commande. Les moteurs des trains réversibles doivent, par suite, posséder une puissance élevée et un *couple*, ou effort de rotation, extrêmement élevé ; l'électricité, en permettant d'étendre indirectement aux trains réversibles les avantages du volant accumulateur d'énergie, a puissamment contribué, dans ces

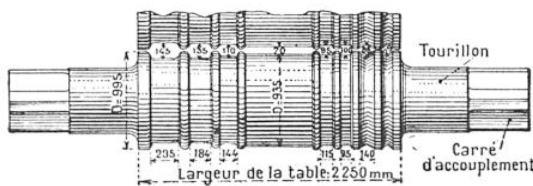


FIG. 3. — « CANNELURES » DES CYLINDRES DE 1 MÈTRE DE DIAMÈTRE DESTINÉS À UN GROS LAMINOIR RÉVERSIBLE

En examinant les espaces libres entre le cylindre et les « cannelures » symétriques du cylindre supérieur, on se rend compte de la variété des profils qu'il est possible d'obtenir. La « largeur de table », ou largeur totale utile, est de 2 m 250 (Alsthom).

dernières années, à l'extension de ce nouveau type de laminoir.

Voici, à titre d'indication, comment est composé le très gros train « blooming » des usines de Fenderie (Wendel ; Demag, constructeur). Le *moteur électrique réversible* développe un *couple* maximum de 240 tonnes-mètres, c'est-à-dire qu'il pourrait enrouler sur un tambour de 1 mètre de rayon un câble chargé de 240 tonnes ; sa vitesse est alors de 1 tour par seconde. La rotation est transmise, par l'intermédiaire d'un accouplement de sécurité Bibby, au pignon inférieur d'un énorme *engrenage* à pignons égaux ayant 1 m 50 de longueur sur 1 m 10 de diamètre.

Deux arbres de gros diamètre relient les pignons aux deux cylindres du train, l'arbre supérieur oblique étant *articulé* à cardan à ses deux extrémités et télescopique, ce qui permet de faire varier la hauteur du cylindre. La première articulation introduit une irrégularité dans la rotation de l'arbre oblique, mais cette irrégularité est compensée par la seconde articulation, en sorte que le mouvement du cylindre est régulier. On recon-

naît là le principe du *joint homocinétique* utilisé dans les automobiles à traction avant (1).

Les cylindres du laminoir possèdent une largeur totale utile de 2 m 10, la partie lisse médiane ayant 95 centimètres de diamètre et les *tourillons* 60 centimètres. L'écartement maximum des cylindres est de 80 centimètres ; on peut le faire varier rapidement au moyen de deux moteurs de 90 ch agissant par vis pour élever ou abaisser les paliers du cylindre supérieur. La *cage* des

en conservant au lingot une meilleure température. Le « blooming » est desservi par un grand nombre d'*auxiliaires* automatiques, tels que *poussoirs*, *culbuteurs*, *ripeurs* transversaux ; un seul homme, monté sur la passerelle, suffit ainsi à toute la manœuvre.

Trains « trio » à grande vitesse

A leur sortie du train « blooming », les « blooms », encore incandescents, sont généralement dirigés, avec le maximum de rapi-

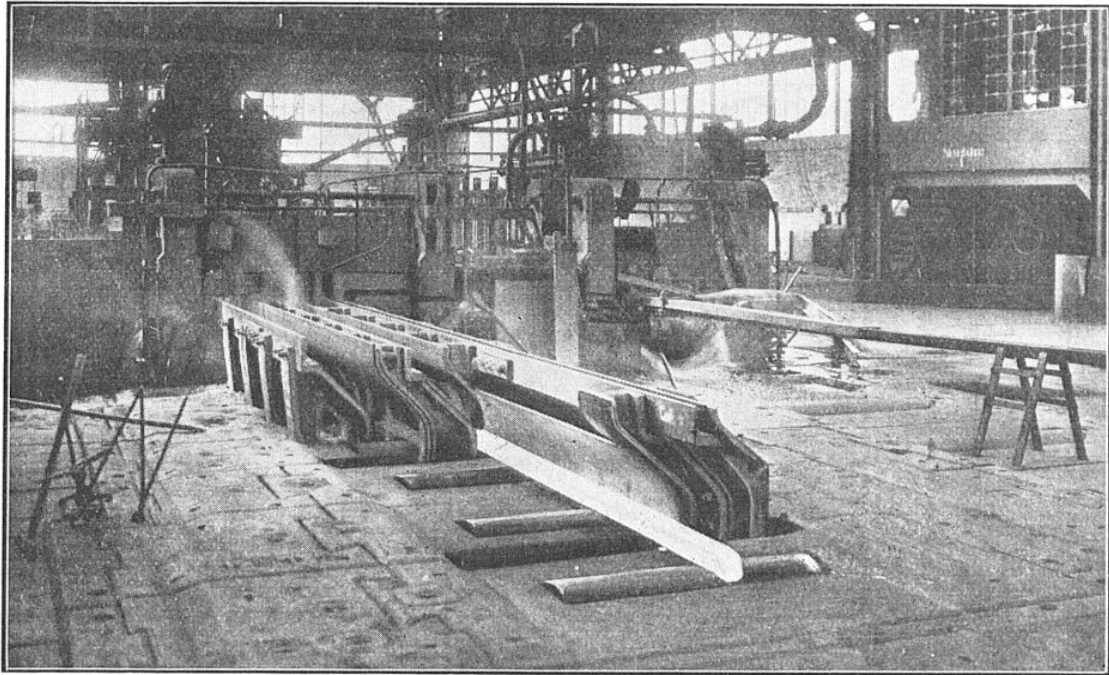


FIG. 4. — A SA SORTIE DU LAMINOIR, CETTE BARRE INCANDESCENTE VIENT DE TOMBER ENTRE DES GLISSIÈRES SPÉCIALES QUI L'ONT FAIT PIVOTER D'UN QUART DE TOUR ; LES ROULEAUX AUTOMOTEURS VONT MAINTENANT LA REPASSER EN SENS INVERSE (Krupp)

cylindres est en acier moulé et extrêmement robuste ; c'est elle, en effet, qui reçoit tout l'effort d'écartement produit sur les cylindres par le lingot ; les *tourillons* sont graissés par des pompes à graisse.

La production de ce train réversible à grande puissance peut atteindre 100 à 150 tonnes à l'heure, suivant la section finale des demi-produits obtenus... et en admettant que l'usine elle-même, ou le marché commercial des demi-produits laminés, permettent d'absorber un tel tonnage !

La tendance actuelle est vers une augmentation du poids des lingots, avec une extrême rapidité de la cadence de travail ; on diminue ainsi les « temps morts », tout

dité, vers des laminoirs « trio » qui continuent la transformation en vue de fabriquer des *fers marchands*, des *fils* , des *rails* , des *tôles* .

Ici, nous entrons dans le domaine de la vitesse, car la masse métallique, plus longue et plus mince, se refroidit rapidement. Ce sont des serpents de feu, lancés à des vitesses variant de 20 à 70 kilomètres à l'heure, qui jaillissent maintenant des cages « trio », s'étalent sur d'immenses surfaces recouvertes de dalles métalliques, puis repartent en sens inverse en s'amincissant à chaque passage. Au lieu de la cage unique du « blooming », nous avons ici toute une série de cages placées côte à côte et présentant des sections de passage décroissantes.

A ce cheminement alternatif de la barre,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 39.

on tend à substituer un cheminement *continu*, plus rapide, les cages étant alors placées les unes devant les autres ; pour certains produits de petite section, on peut, du reste *ramener* le métal encore souple au moyen de simples rigoles fixes incurvées en demi-cercle : c'est le laminage en *serpente*ment.

Une fois terminés, les produits doivent être *refroidis* ; cette opération s'effectue sur des transporteurs transversaux, à mouvement lent et discontinu, qui amènent les barres ou profilés devant des *cisailles* ; celles-ci découpent alors la longueur totale du produit (une cinquantaine de mètres pour les petits fers) en longueurs marchandes. Les rails sont « éboulés » à chaud à l'aide de scies circulaires. Pour couper les grosses barres sortant du « blooming », il existe, par ailleurs, des cisailles spéciales susceptibles de trancher à chaud du carré d'acier de 40 centimètres de côté.

Comment on fabrique des tubes au laminoir

De bien curieuses excursions seraient encore à effectuer dans le monde des laminoirs spéciaux : laminoirs à fils, à tôles de blindage, à tôles minces, telles ces *tôles à fer-blanc* qui mesurent seulement 25 centièmes de millimètre d'épaisseur ; ces fabrications exigent une telle précision que le cylindre lamineur doit être soutenu par des rouleaux auxiliaires pour compenser son fléchisse-

ment éventuel. Citons encore les laminoirs à zinc, les laminoirs à feuilles de plomb, qui fournissent une surface glacée comme un miroir, les innombrables *laminoirs à froid*, utilisés notamment pour les métaux précieux.

Les *auxiliaires* de ces différents laminoirs ne sont pas moins intéressants ; ainsi les *tôles*, au sortir du train, ne sont pas reçues sur des

rouleaux, mais sur des champs de *castors* constitués par des centaines de roulettes orientables, analogues à des roulettes de lit ou à des crosses de golf. Pour les tôles, on tend, à l'exemple des Américains, à partir de demi-produits (billettes) parfaitement sains et décapés, afin d'obtenir des tôles impeccables, notamment pour l'automobile.

Une mention spéciale doit être faite pour les paradoxaux *laminoirs à tubes* dont l'emploi est aujourd'hui général (fig. 5 et 6). Le procédé classique, dit à *pas de pèlerin*, comporte un avan-

cement irrégulier, le lingot se trouvant très fortement poussé entre deux cylindres obliques qui travaillent par refoulement en faisant apparaître, dans le métal, une sorte de cavité tourbillonnaire ; un mandrin spécial vient s'engager dans cette cavité et calibre l'âme du tube. Dans le *procédé suédois*, on perce le lingot à la presse hydraulique, puis on l'engage dans un laminoir droit qui l'enfile sur une tige-mandrin fixe.

Notre figure 6 montre quelques dispositions mécaniques curieuses, que l'on tend

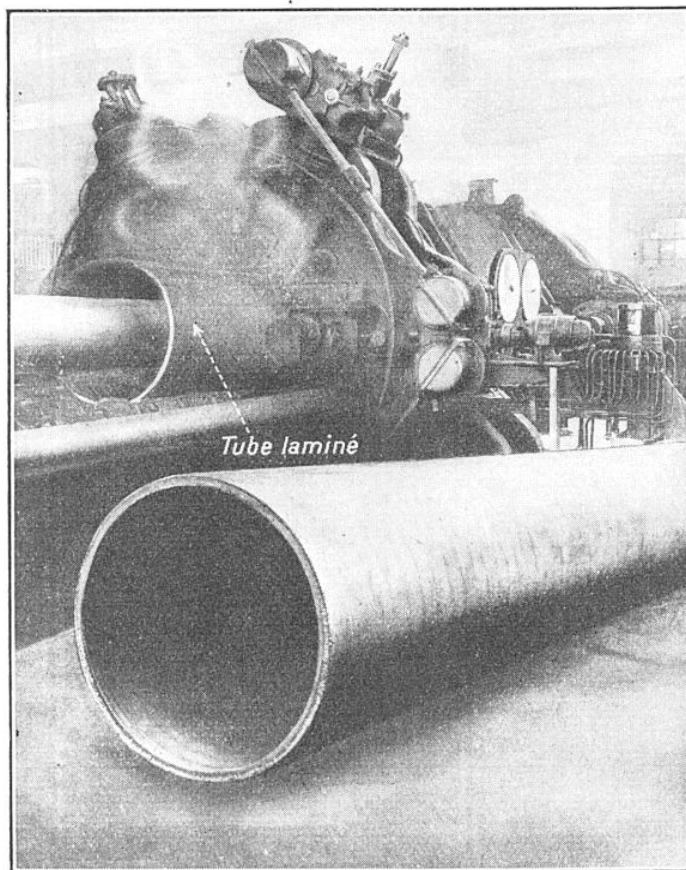


FIG. 5. — « LAMINOIR RADIAL » A ROULEAUX INTÉRIEURS ET EXTÉRIEURS SERVANT A TRANSFORMER EN TUBE CYLINDRIQUE UN LINGOT D'ACIER, PRÉALABLEMENT CHAUFFÉ AU ROUGE BLANC (Demag)

à utiliser actuellement pour des *laminoirs-perceurs à grande vitesse*. L'effet de rotation oblique vient ici s'ajouter à la perforation exercée par la tige pour accélérer la production.

De très gros *corps cylindriques*, sans soudeure, destinés à l'industrie chimique, aux appareils de « cracking » des pétroles, aux chaudières à haute pression, peuvent être fabriqués à partir de lingots préalablement percés que l'on dilate sur un *laminoir radial*, comportant des rouleaux intérieurs et extérieurs au lingot ; ici encore, le travail se fait par refoulement du métal, comprimé entre les deux couronnes de rouleaux ; mais il est nécessaire de démonter l'arbre qui porte les rouleaux intérieurs pour mettre le lingot en place. Un laminoir est actuellement à l'étude pour la fabrication de corps cylindriques de 1 m 80 de diamètre et 12 mètres de longueur.

Un colossal « volant électrique » pour les « bloomings »

Ce bref aperçu serait incomplet si nous ne disions quelques mots de l'équipement électrique extrêmement spécial des grands « bloomings » réversibles.

Le problème technique est singulièrement ardu, car aucun « secteur » de distribution, ni aucune station génératrice privée, ne sauraient supporter sans dommage les formidables appels de courant provoqués par le moteur réversible d'un grand « blooming », qui passe, en moins d'une seconde, d'une « pointe » de 15.000 ch à la puissance zéro !

Les ingénieurs ont adopté une solution fort élégante, déjà utilisée pour les treuils

des puits de mines, et qui constitue un véritable *volant électrique*. Voici, à titre d'exemple, la description succincte de l'installation du grand « blooming » de l'usine de Clabecq.

Un moteur de 3.000 ch, sous 500 volts, entraîne deux dynamos, capables de fournir ensemble 17.000 ch sous 1.000 volts, et un énorme volant de 43 tonnes, mesurant 4 m 300 de diamètre ; cet ensemble, appelé « groupe convertisseur Ilgner », tourne à une vitesse régime de 600 tours-minute, la périphérie du volant atteignant alors

une vitesse de 135 kilomètres à l'heure.

Pour faire tourner le « blooming », on envoie au moteur réversible qui le commande (non représenté sur la figure) le courant des dynamos ; un afflux de courant énorme peut ainsi être absorbé (jusqu'à 5.000 ampères) pendant un temps très court, le volant ralentissant alors jusqu'à

environ 500 tours-minute. Malgré l'inertie considérable du moteur réversible, dont l'induit mesure 4 mètres de diamètre, on a pu obtenir jusqu'à trente renversements de marche par minute, ce qui dépasse de beaucoup les nécessités industrielles actuelles.

Tels sont, brièvement résumés, les aspects les plus récents de la technique moderne du laminage. Des températures élevées, des machines géantes, capables de traiter des lingots énormes, une extrême accélération de la cadence de production, rendue possible par le précieux automatisme électrique ; dans ces trois traits caractéristiques se résume l'évolution complète des laminoirs actuels, fondement de l'industrie lourde.

PIERRE DEVAUX.

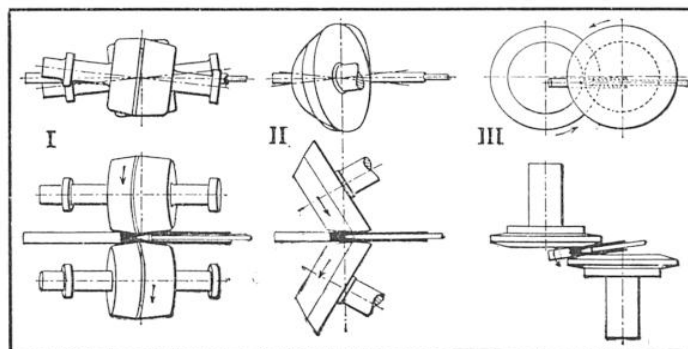


FIG. 6. — PRINCIPE DE LA FABRICATION DES TUBES SANS SOUDURE AU MOYEN D'UN LAMINOIR AUTOMATIQUE I, laminoirs à « cylindres » biconiques obliques ; II, « cylindres » coniques ; III, les cylindres sont remplacés par deux disques excentrés. Dans les trois procédés, la barre pleine et incandescente arrive de la gauche et se trouve poussée, par la rotation oblique, contre une tige terminée par une « olive de perçage ». (Les figures supérieures sont des vues de profil, les figures inférieures des vues en plan correspondantes.)

LES « ANTIOXYGÈNES » TRIOMPHERONT-ILS DES INCENDIES ?

Par Charles BRACHET

Nous avons étudié précédemment (1) les curieuses propriétés de certains corps appelés « anti-oxygènes », — tel le tétrachlorure de carbone, par exemple, — qui, véritables catalyseurs, entravent les phénomènes chimiques de combustion ou d'oxydation lente. L'emploi des antioxygènes tend maintenant à prendre une place de plus en plus considérable dans l'industrie, soit pour préserver certains corps contre la détérioration due aux oxydations (caoutchouc, par exemple), soit, d'une manière plus générale, pour la défense contre l'incendie. Dans ce dernier domaine, les travaux tout récents de MM. Charles Moureu et Dufraisse ont permis d'accomplir des progrès vraiment intéressants, susceptibles de bouleverser les conditions de la lutte contre le feu. Rappelons-nous les catastrophes maritimes du Philippiar et de l'Atlantique !

LA science contemporaine semble attachée — par les nécessités mêmes du progrès — à expérimenter sur des phénomènes dont la finesse (l'échelle, dirions-nous, s'il s'agissait de grandeurs géométriques) est, pour ainsi dire, « incommensurable » à celle des découvertes du siècle dernier. Les physiciens ont désormais inauguré la transmutation de la matière, qui traite de réactions « nucléaires » au sein de l'atome, comme les chimistes classiques traitent de réactions atomiques au sein de la molécule ; les biologistes sont conduits à étudier l'activité capitale de corps existant à l'état impondérable, soit dans les aliments (vitamines), soit dans les sécrétions internes (hormones) ; les chimistes eux-mêmes se sont aperçus de l'importance primordiale des « catalyseurs », ces corps dont la seule présence en infime quantité suffit à déclencher des réactions qui, dans les conditions normales de température et de pression, ne se produisent jamais. Réciproquement, la présence de certains catalyseurs peut empêcher une réaction de se produire, même si ces conditions normales se trouvent réalisées.

Parmi ces actions catalytiques, il en est deux qui dominent de haut toute la chimie : celle des « prooxygènes » et celle des « antioxygènes ». Les corps « prooxygènes » sont des catalyseurs qui activent les oxydations, tandis que les « antioxygènes » sont des catalyseurs *négatifs* capables de les freiner au point de les arrêter net. Etant donné le rôle que joue l'oxygène dans la vie, depuis notre respiration jusqu'à l'entretien du feu, sans lequel nous n'aurions ni cuisine ni industrie, on aperçoit sans peine l'importance

des recherches scientifiques qui concernent cette classe de catalyseurs. Ces recherches — inaugurées depuis quelques années seulement, dans une forme méthodique, par le regretté Charles Moureu, professeur de chimie organique au Collège de France, en collaboration avec M. Charles Dufraisse — sont activement poursuivies par ce dernier au laboratoire qu'il dirige dans la célèbre institution.

L'effet antioxygène dans les oxydations lentes ou rapides

La Science et la Vie ayant déjà présenté à ses lecteurs (1) le sens général de ces travaux, nous nous bornerons à le rappeler en insistant seulement sur leurs conséquences pratiques éventuelles touchant l'extinction des incendies.

Dès 1931, MM. Moureu et Dufraisse avaient établi plusieurs faits d'une grande importance industrielle. Ils démontrèrent que le « vieillissement » du caoutchouc n'était pas autre chose qu'une oxydation lente de ce corps privé, par la coagulation du latex, de certains corps antioxygènes que la nature avait placés dans le *sérum* (partie non coagulable de ce même latex), comme pour préserver la para de cette oxydation. Il n'était donc que de restituer au caoutchouc, lors de ses traitements industriels, les antioxygènes nécessaires pour assurer sa conservation durant son usage normal.

Dans une autre combustion, non plus lente mais fort rapide, — la combustion interne des gaz carburés dans les moteurs, — la théorie de MM. Moureu et Dufraisse expliquait l'action retardatrice et bienfaisante des « antidétonants », lesquels ne sont

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 190.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 190.

pas autre chose que des catalyseurs « antioxygènes ».

Mais, entre ces deux types extrêmes d'oxydations, — celle du caoutchouc qui met des semaines et des mois à s'accomplir, sans élévation sensible de température, et celle des gaz carburés qui s'effectue dans une culasse de cylindre, en une fraction de seconde, à une température de plusieurs centaines de degrés, — il faut placer toute l'échelle des autres combustions, depuis l'ignition d'une « braise » dépourvue de flamme visible jusqu'à la combustion normale par longues flammes gazeuses. « L'incendie », au sens catastrophique que nous attribuons d'ordinaire à ce terme, commence à la braise qui « couve » et s'étend jusqu'à la flamme qui « dévore », pour nous en tenir aux vocables populaires parfaitement expressifs de la réalité.

Le problème pratique de l'application des antioxygènes à la lutte contre le feu consistait à rechercher s'il existait des corps capables de vaincre le charbon en ignition et aussi les flammes gazeuses. Les recherches méthodiques commencées par MM. Moureu et Dufraisse, continuées par MM. Charles Dufraisse, Raymond Horclois, Roger Vieillefosse et Jean Le Braz, ont abouti à un succès à peu près complet (sous une réserve que nous précisons tout à l'heure) en ce qui concerne l'ignition, tout en permettant d'espérer qu'un jour le même résultat pourra s'acquérir dans le domaine de la flamme pure.

Il doit suffire de quantités minimales d'antioxygène, variant entre 1 et 5 % de l'air engagé dans la combustion, pour maîtriser l'une et l'autre.

L'extinction absolue des braises par effets antioxygènes

Jusqu'aux années qui précédèrent la guerre, la lutte contre l'incendie se bornait à l'emploi massif des matières tendant à son étouffement. Les effets particulièrement sensationnels de quelques produits « extincteurs », notamment du tétrachlorure de carbone, se rattachent nettement à l'effet « antioxygène ». MM. Charles Dufraisse et Horclois l'ont démontré à l'aide de l'appareil qu'ils ont imaginé pour l'étude méthodique de cet effet.

Leur montage expérimental est extrêmement simple : un petit fourneau cylindrique, vertical et étanche, est muni d'une tuyère inférieure par laquelle arrive le mélange gazeux *comburant*, soigneusement dosé. On charge ce fourneau de braise de boulanger allumée et on assure l'embrasement uniforme de la masse par injection d'air à une vitesse réglée. Dès que l'incandescence est devenue uniforme sous l'action d'un courant d'air suffisant, on coupe l'air pour lui substituer le gaz ou le mélange gazeux dont il s'agit de déceler ou de mesurer la propriété

antioxygène. Les répercussions sur le régime de la combustion sont appréciées par le moyen d'une pile thermoélectrique, exposée au rayonnement que transmet le foyer à travers une fenêtre de mica.

Les expériences ont porté d'abord sur les corps extincteurs du commerce, au premier rang desquels il faut placer le *tétrachlorure de carbone*. L'air envoyé au fourneau, après barbotage dans ce liquide, détermine l'extinction aussi rapidement que l'étouffement pur et simple, par privation totale d'oxygène. Cependant, la teneur du courant d'air extincteur en *oxygène pur* se trouve seulement abaissée de 21 (état normal) à 20 %, tandis que la concentration des vapeurs de tétrachlorure ne dépasse pas 5 %. Une première con-

tre-expérience, effectuée avec un courant d'air appauvri en oxygène dans la même proportion, montre d'ailleurs qu'un appauvrissement aussi faible n'atténue l'incandescence du charbon que d'une manière à peine perceptible. Une seconde contre-expérience, élevant à 31 % la teneur en oxygène de l'air insufflé, tout en conservant les 5 % de tétrachlorure, montre que le supplément d'oxygène ne suffit pas à contre-balancer la présence du corps extincteur.

Si l'on supprime enfin (troisième contre-expérience) les 5 % de tétrachlorure en conservant le supplément d'oxygène, non seulement la combustion du charbon est violemment activée, mais encore le fer du fourneau est attaqué.

L'effet de catalyse est donc parfaitement mis en évidence. La teneur de 5 % en *tétrachlorure de carbone* suffit à neutraliser com-

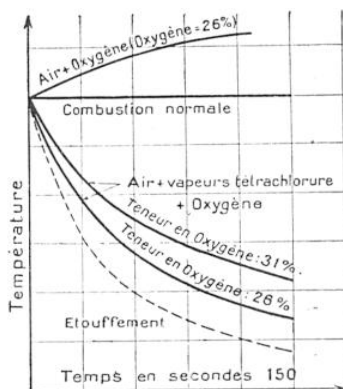


FIG. 1. — GRAPHIQUE MONTRANT QUE DE L'AIR CONTENANT UNE PROPORTION D'OXYGÈNE SUPÉRIEURE À LA NORMALE (26 A 31 % CONTRE 21 %), MAIS ADDITIONNÉ DE TÉTRACHLORURE DE CARBONE, EST ENCORE CAPABLE D'ÉTOUFFER UN BRASIER

plètement l'air normalement oxygéné, dans le cas de l'ignition. Mais cet effet commence à se faire sentir quand l'air insufflé contient (en volume) 1 centième seulement de tétrachlorure. Ce « seuil » est observé à l'œil nu, beaucoup plus aisément encore qu'à la pile thermoélectrique, par la disparition de la légère flamme d'oxyde de carbone qui flotte normalement au-dessus d'une braise en ignition.

De nombreux corps se comportent à peu près comme le tétrachlorure de carbone : ce sont le chloroforme, le chlorure d'éthylène, l'éthylène dichloré, l'éthylène trichloré, le bromure d'éthyle, le chloroformiate d'éthyle, le chlorure de soufre, le chlorure de thionyle, le chlorure de sulfuryle, le trichlorure de phosphore, le tribromure de phosphore, le chlorure d'arsenic, le chlorure de silicium, le chlorure de titane, le chlorure d'étain, le chlorure de bore.

Mais le corps dont l'activité antioxygène domine de beaucoup tous les autres, dans le cas de l'ignition, est, sans contredit, l'oxychlorure de phosphore. La teneur en vapeurs nocives pour le feu n'est plus ici que de un pour cent en volume. Le « seuil » d'activité se trouve à la teneur de deux-millième.

Il est regrettable que l'oxychlorure de phosphore soit un produit extrêmement toxique. Sans quoi, le problème de l'extinction des foyers en simple ignition, si vastes qu'ils fussent, se trouverait résolu. Toutefois, ce résultat expérimental permet d'espérer que sur les cinq mille corps nouveaux créés annuellement par les chimistes se trouvera quelque jour un antioxygène seulement nocif pour le feu, non pour les humains.

Application de l'effet antioxygène à l'extinction des flammes

L'effet de la catalyse antioxygène sur les flammes est loin d'être aussi net que sur les braises. Pourtant, sans l'extinction des flammes, il n'est guère de lutte possible contre l'incendie. C'est pourquoi les chimistes — à commencer par l'illustre Davy, qui a publié le premier travail systématique sur le sujet — se sont attachés tout d'abord

à l'extinction des flammes, question à laquelle se rattachent l'empêchement d'explosion des mélanges tonnants et la suppression du cognement des moteurs à combustion interne.

En 1933 et 1934, MM. Charles Dufrasse et ses collaborateurs ont effectué sur les flammes les mêmes essais d'extinction méthodique qu'ils avaient si bien réussis antérieurement sur les braises. L'appareillage utilisé comporte un brûleur à gaz disposé dans l'axe d'un long cylindre en verre, à la partie inférieure duquel une tuyère amène l'air chargé, en proportions connues, des corps antioxygènes à étudier.

Voici les curieux résultats obtenus :

Ainsi qu'on devait le prévoir, d'après les différences d'ordre physique, chimique et même mécanique qui distinguent l'ignition de la flamme, il arrive souvent qu'un même corps n'a pas les mêmes pouvoirs extincteurs contre l'une et l'autre : l'oxychlorure de phosphore — dont nous avons vu la merveilleuse efficacité contre l'ignition de la braise, à raison de 1 % (en volume) de l'air comburant — demeure sans action sur la flamme de gaz, même si on élève la dose à 40 %. Inversement, le bromure d'éthyle éteint mieux la flamme que la braise. On peut donc être amené, dans la pratique, à combiner plusieurs corps antioxygènes pour lutter contre l'incendie.

Un paradoxe : les combustibles extincteurs

Une particularité d'apparence paradoxale est le pouvoir extincteur de certains corps eux-mêmes susceptibles de brûler, parmi lesquels il faut comprendre non seulement les chlorures, bromures et iodures organiques (précédemment cités), mais encore de purs combustibles hydrocarburés tels que le benzène, l'acétate d'amyle. A la vérité, dans ce cas, il y a souvent substitution d'une flamme à l'autre, celle des vapeurs de l'extincteur à celle du gaz d'éclairage, mais on constate aussi l'extinction des deux flammes.

La distinction entre corps combustibles et corps incombustibles est, d'ailleurs, assez arbitraire : à proprement parler, parmi les

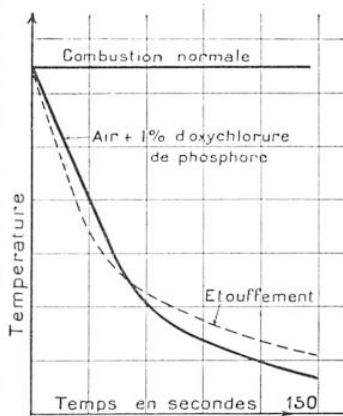


FIG. 2. — GRAPHIQUE MONTRANT QUE DE L'AIR EN QUANTITÉ NORMALE, ADDITIONNÉ DE SEULEMENT 1 % D'OXYCHLORURE DE PHOSPHORE, EST CAPABLE D'ÉTEINDRE UN BRASIER SENSIBLEMENT DE LA MÊME FAÇON QUE LE MANQUE COMPLET D'OXYGÈNE

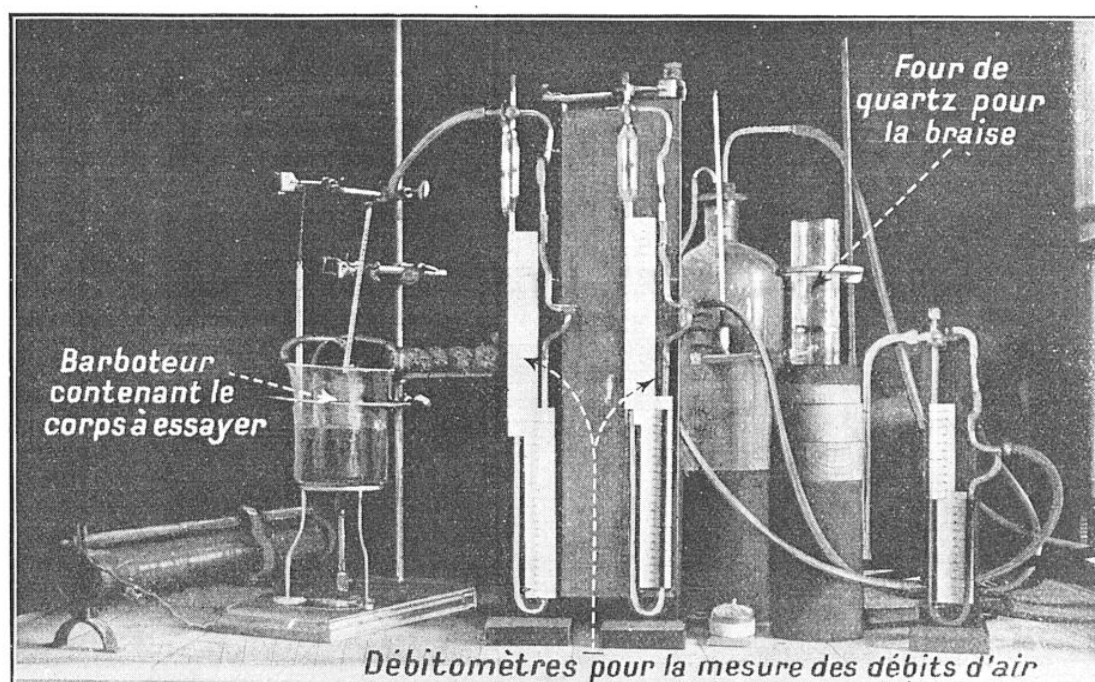


FIG. 3. — APPAREIL DE LABORATOIRE DE M. CHARLES DUFRAISSE ET DE SES COLLABORATEURS POUR L'ÉTUDE DE L'EFFET ANTIOXYGÈNE SUR LES BRAISES EN IGNITION

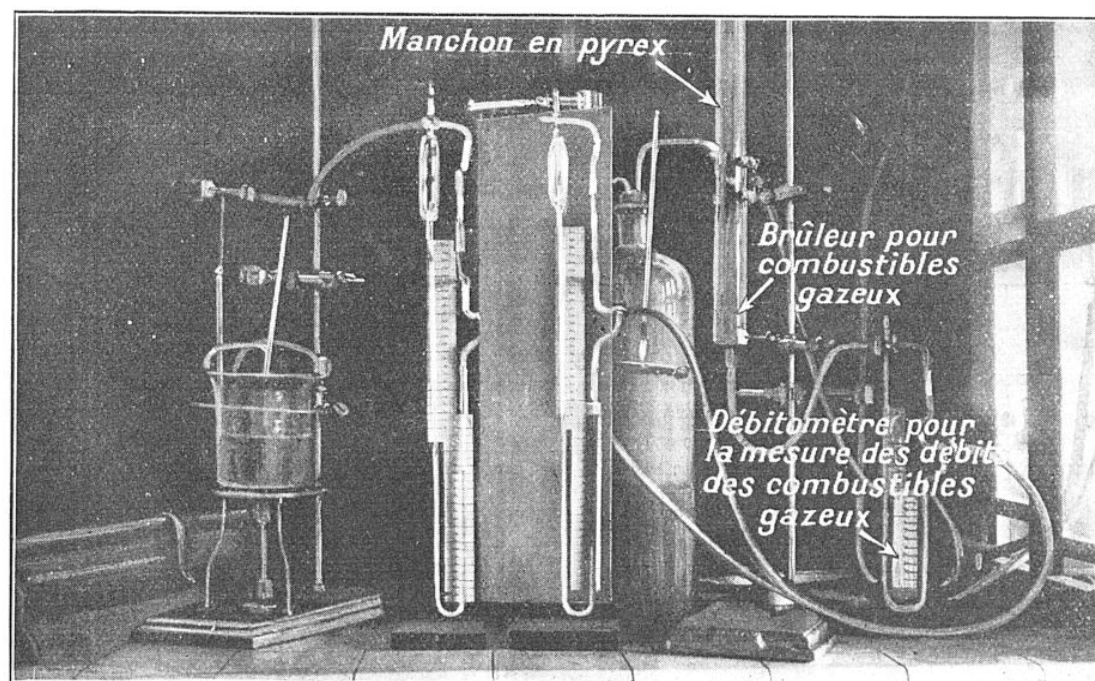


FIG. 4. — APPAREIL « DUFRAISSE » POUR L'ÉTUDE DE L'EFFET ANTIOXYGÈNE SUR LES FLAMMES
La seule différence entre ce dispositif et l'appareillage précédent consiste dans le remplacement du four de quartz par un brûleur posé à la partie inférieure d'un manchon.

corps organiques, il n'en est pas qui soient incapables, quand ils sont injectés dans une flamme, de consommer une partie de l'oxygène ambiant. Même le tétrachlorure de carbone (extincteur commercial déjà étudié) peut fixer deux atomes d'oxygène, c'est-à-dire, par conséquent, « brûler ».

Si l'on analyse les gaz résiduels d'une combustion alimentée (dans l'appareil Dufraisse) par un courant d'air chargé de vapeurs « extinctrices », on constate que celles-ci agissent manifestement, soit en abaissant la teneur en oxygène au-dessous du minimum nécessaire à la combustion, soit en conservant l'oxygène au-dessus de ce minimum : dans le premier cas, les vapeurs extinctrices agissent par étouffement ; dans le second, par effet antioxygène (déjà expliqué).

La première de ces expériences a ceci de paradoxal que le gaz, en présence de vapeurs extinctrices, arrive à brûler dans un air appauvri en oxygène *bien au-dessous du minimum compatible avec sa combustion normale*. L'extincteur semble favoriser la combustion, *puisqu'il la pousse* jusqu'au point où elle consomme presque tout l'oxygène ambiant *et s'étouffe ainsi elle-même !*

Comment un phénomène aussi paradoxal peut-il se dérouler ? Les vapeurs nocives viennent sans doute brûler elles-mêmes au contact de la flamme, qu'elles étouffent en lui « soufflant », si l'on peut dire, son oxygène, tout en contribuant par là à l'entretien provisoire du feu.

Ces faits, observent les auteurs, suggèrent une méthode pratique assez imprévue pour éteindre les flammes ; une méthode qui utiliserait comme extincteurs des corps combustibles, mais non isolément inflammables dans les conditions habituelles, — par exemple le bromure d'éthyle. Ce procédé pourrait servir contre les incendies localisés en espace clos ou alimentés par une circulation aérienne peu active.

En somme, les flammes peuvent être éteintes soit par effet « antioxygène », encore que cet effet leur soit moins sensible qu'aux braises, soit par effet « prooxygène », le corps extincteur *étouffant* dans ce cas, par sa propre combustion, la flamme proprement dite.

A quand l'extinction des incendies par des pompes à pétrole ? Le dicton serait-il absurde qui met en garde de « jeter de l'huile sur le feu » ? CHARLES BRACHET.



MAZOUT OU CHARBON POUR LA MARINE

L'utilisation du mazout, par la marine britannique, pour la propulsion des navires, ayant aggravé le chômage dans les houillères anglaises, alors que la Grande-Bretagne doit importer annuellement des centaines de milliers de tonnes de mazout, l'ingénieur général sir Reginald W. Skelton a exposé récemment les raisons pratiques qui ont motivé cette décision. Elles se résument ainsi : tout d'abord, le mazout permet d'utiliser des chaudières de forte puissance unitaire et de tracer plus aisément le dessin d'un bâtiment, pour une alimentation régulière de toutes les « rues de chauffe ». Ce mode de chauffage a autorisé un armement supérieur, une réduction de 20 % sur le déplacement, un gain de vitesse de 1,5 nœud et une réduction de 16 % sur le prix.

Au point de vue technique, le mazout a un pouvoir calorifique de 30 à 40 % supérieur à celui du meilleur charbon, et son emmagasinage est plus aisé (gain de 15 % en volume). Par ailleurs, on ne peut encore compter ni sur le charbon pulvérisé, dont le stockage est dangereux, ni sur les combustibles colloïdaux (charbon pulvérisé en suspension dans le mazout), qui ne conservent pas — jusqu'à présent — leur homogénéité. (Voir *La Science et la Vie*, n° 158, page 137.)

Enfin, le stockage et la manipulation du mazout suppriment toutes les anciennes corvées de charbonnage, si pénibles. La chauffe est automatique, et un bâtiment peut marcher à pleine puissance avec un personnel réduit. Seule, la question d'approvisionnement milite en faveur du charbon, en Angleterre et en France notamment. Elle nécessite, en temps de paix, la constitution de stocks importants pour la défense nationale, et, en temps de guerre, elle peut se compliquer — singulièrement — par le jeu des alliances.

L'ŒUVRE MAGISTRALE DE L'ITALIE DANS L'ÉLECTRIFICATION FERROVIAIRE

Par Jean MARIVAL

« La Science permet aux Etats d'acquérir leur indépendance », affirmait, il y a huit ans, M. Mussolini à l'envoyé spécial de la Science et la Vie à Rome (1). « Ainsi, ajoutait-il, grâce à cette Science, l'Italie pourra se passer de houille, qu'elle est encore obligée d'importer. » Les chemins de fer étant de gros « mangeurs » de charbon, leur électrification, grâce à l'abondance de houille blanche en Italie, constitue un des facteurs principaux dans la recherche de cette indépendance économique vers laquelle — du moins pour l'instant — tendent les grands Etats modernes. Commencée en 1901, cette œuvre grandiose doit aboutir à l'établissement, dès 1942 (vingtième année de l'ère fasciste), de 6.340 kilomètres de lignes électrifiées, ce qui triplera le réseau actuel exploité par traction électrique. Voici un exposé des tendances de l'électrotechnique italienne dans ce domaine, et une description du matériel moderne récemment mis en service.

LA SCIENCE ET LA VIE a déjà indiqué (2) le développement de la traction électrique en Italie. Son but est, on le sait, de réduire au minimum la consommation de charbon dont ce pays est pauvre et d'utiliser au maximum la houille blanche, qui, au contraire, y est abondante.

Après les articles publiés dans cette revue sur l'électrification des chemins de fer (3) et sur la traction à vapeur (4), on a constaté combien les avis les plus autorisés sont partagés. A vrai dire, la solution unique n'existe pas. Selon les conditions économiques, l'un ou l'autre de ces modes de traction s'impose. Du côté de l'électricité, les avantages sont bien connus : amélioration de l'exploitation, grâce à la possibilité de remorquer des trains plus lourds qu'avec la vapeur, à poids égal de locomotive ; accroissement de vitesse moyenne ; élimination de la fumée, importante surtout sur les lignes comprenant de nombreux tunnels ; suppression du chauffeur.

Par contre, il faut également tenir compte des frais d'installation beaucoup plus élevés pour la traction électrique que pour la traction à vapeur.

Par conséquent, si l'économie réalisée chaque année dans l'exploitation électrique est égale ou supérieure à l'amortissement des frais d'installation, l'électrification est avantageuse. C'est précisément le cas de l'Italie, pauvre en charbon, riche en houille

blanche, et où les lignes accidentées et de grand trafic sont nombreuses.

Aussi, dès 1901, l'Etat italien commença-t-il à électrifier son réseau sur les lignes Milan-Varèse et Lecco-Colico-Sondrio. Vingt ans après fut élaboré un vaste programme qui doit aboutir, en 1942, (vingtième année de l'ère fasciste), à la création de 6.340 kilomètres de lignes électrifiées. La figure 1 montre la progression de la longueur des transports d'énergie électrique et celle des voies ferrées électrifiées.

Les tendances de l'électrification des chemins de fer italiens

Après cet exposé général, voici quelles sont, au point de vue technique, les tendances de l'électrification en Italie. Nous devons, ici, distinguer entre le réseau de l'Etat et ceux des chemins de fer d'intérêt local, c'est-à-dire exploités par des compagnies privées.

Chemins de fer de l'Etat. — Deux grands systèmes sont actuellement utilisés : la traction par courant triphasé 3.600 volts, 16,7 périodes par seconde, et la traction par courant continu, 3.000 volts. Le triphasé fut le premier utilisé et, aujourd'hui, 1.540 kilomètres de voies sont ainsi électrifiés.

A la suite des essais effectués en Amérique, en particulier sur la ligne Chicago-Milwaukee-Saint-Paul, le courant continu 3.000 volts fut adopté, en 1925, sur la ligne Foggia-Bénévent (prolongée jusqu'à Naples). Devant les résultats obtenus, ce mode de traction fut donc développé.

Il faut citer encore, comme systèmes par-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 108, page 477.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 185, page 413.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 177, page 177.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 93.



FIG. 1. — ÉTAT ACTUEL DES LIGNES ÉLECTRIFIÉES EN ITALIE, ET DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE TRACTION UTILISÉS

ticuliers, la traction par courant continu à 650 volts avec troisième rail (Milan-Varèse et Naples-Villa-Literno) et la traction par courant triphasé à 10.000 volts 45 périodes (Rome-Avezzano) qui va être prolongée jusqu'à Pescara. Ces systèmes sont indiqués sur la carte figure 1.

Au total, 1.949 kilomètres de lignes sont actuellement électrifiées, le triphasé tenant la première place (Italie du Nord), le continu, 3.000 volts, étant limité à l'Italie méridionale. Ce dernier système a cependant reçu la préférence et, sur les 1.342 kilomètres de lignes nouvelles dont l'électrification doit être achevée en 1936, ainsi que le montre la carte ci-jointe figure 2, la majorité seront équipées en continu.

De 1936 à 1942, on prévoit l'électrification de 3.182 kilomètres supplémentaires, la plupart en continu (fig. 7). La ligne

Bologne-Florence (1), — 133 kilomètres, — actuellement exploitée en triphasé basse fréquence, sera transformée en faveur du continu 3.000 volts.

On peut conclure, d'après la répartition des différentes lignes, que le pourcentage des lignes électrifiées passera de 11,54 % à 35,21 % en 1942. Comme, d'autre part, ce sont les lignes dont le trafic est le plus important qui sont électrifiées, on voit le rôle de premier plan que joue la traction électrique en Italie (2).

Chemins de fer d'intérêt local. — Fort nombreuses sont les lignes d'intérêt local électrifiées (fig. 8), surtout en continu 3.000 volts. On trouve cependant quelques lignes utilisant l'alternatif monophasé. Comme l'Etat par-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 183, page 229.

(2) Sur quelques lignes, exploitées à la vapeur, circulent des locomotives Diesel électriques.



FIG. 2. — CE QUE SERA L'ÉLECTRIFICATION FERROVIAIRE EN 1936. LES MÊMES SYSTÈMES DE TRACTION SONT PRÉ-VUS (COURANTS ALTERNATIFS JUSQU'À 10.000 VOLTS)

tiépe aux frais d'installation, les compagnies privées peuvent s'assurer des fonds suffisants pour la transformation de leurs lignes (1). Actuellement, 30,6 % de ces chemins de fer sont électrifiés. Ce pourcentage sera porté à 38,55 %.

Le matériel roulant de la traction électrique

Chemins de fer de l'Etat. — L'histoire du matériel de traction électrique découle des tendances suivantes : recherche du meilleur rendement, de la simplification par la standardisation et des grandes vitesses.

Lors de l'électrification des premières lignes, on construisit deux types de locomotives électriques : des machines à courant triphasé de basse fréquence et des automotrices à courant continu basse tension.

Rapidement, les locomotrices se révélèrent insuffisantes. Elles furent remplacées par un nouveau type (E 550) encore en service depuis vingt ans. Les modifications qui y furent apportées eurent généralement pour but d'accroître le nombre d'essieux moteurs et, par suite, l'adhérence (remorquage de trains plus lourds) et d'obtenir une gamme plus variée de vitesses pour les trains de voyageurs.

Nous ne pouvons passer en revue ici toutes les machines en service ou en construction, car cette énumération serait fastidieuse. Leur nombre s'élève, aujourd'hui, à 975 (75 automotrices et 900 locomotrices) et leur puissance totale atteint 2.090.600 ch (2).

On remarque le grand nombre de types de locomotives triphasées par rapport à celui des locomotives à courant continu. Cette disproportion ne s'explique pas seulement par l'importance des lignes électrifiées en triphasé, mais surtout par les divers essais qui ont dû être effectués, le triphasé ayant été le premier installé.

Au contraire, pour le continu, les Italiens ont su profiter de l'expérience américaine et des progrès de la technique. Cela

(1) L'allocation annuelle que l'Etat assure aux chemins de fer d'intérêt local peut atteindre les chiffres suivants : 51.000 livres par kilomètre s'il s'agit de lignes neuves ou en transformation complète ; 10.000 livres par kilomètre s'il s'agit simplement de l'électrification de lignes existantes. Cette allocation peut être versée pendant cinquante ans au maximum, après lesquels l'Etat devient propriétaire des installations fixes. Il achète le matériel roulant. Les chemins de fer privés peuvent, d'ailleurs, capitaliser les neuf dixièmes de l'allocation et disposent ainsi des sommes nécessaires à l'électrification.

(2) Si l'on tient compte de certains remplacements et des machines en construction, on obtient 1.020 machines et 2.313.200 ch.

leur a permis d'établir un plan d'ensemble prévoyant notamment un petit nombre d'appareils qui se répètent sur les divers types de locomotives, tel, par exemple, le contacteur électropneumatique, organe de contrôle utilisé sur les divers modèles de machines à courant continu. D'autre part, la transmission par engrenage, particulière au moteur à courant continu utilisé pour la traction, a permis, en faisant varier simplement le rapport de transmission, d'attacher un type de locomotive, soit au service marchandises, soit au service voyageurs. Dans ces conditions, l'approvisionnement de dépôts en pièces de rechange peut être réduit.

Chemins de fer d'intérêt local. — Actuellement, 349 machines (128 locomotives, 221 automotrices) sont en service sur les voies ferrées des compagnies privées. Prochainement, ce total atteindra 413 (150 locomotives, 263 automotrices).

Sur les lignes à courant continu au-dessous de 1.200 volts, les équipements de contrôle des motrices sont analogues à ceux des tramways. Pour la haute tension, de 1.500 à 4.000 volts, la commande s'effectue selon quatre modes différents : électropneumatique, électromagnétique, électrique à moteurs, mécanique).

Sur les lignes à courant monophasé, les motrices sont équipées avec un transformateur abaisseur de tension pour l'alimentation des moteurs. On fait varier cette tension pour le démarrage et pour réaliser les diverses vitesses de marche.

Comment sont alimentées les lignes électrifiées

Chemins de fer de l'Etat. — La diversité même des modes de traction adoptés pour les lignes électrifiées en Italie a rendu fort délicate la question de l'alimentation de ces lignes. Dans son ensemble, le problème exige une judicieuse interconnexion des usines et une réserve de puissance (fournie, en général, par des centrales thermiques) pour le cas où l'énergie hydraulique serait défaillante. Mais c'est là le problème même de l'électrification. Bornons-nous à exposer ici comment les lignes elles-mêmes reçoivent et utilisent l'énergie.

Les chemins de fer de l'Etat italien doivent, à cet égard, être partagés en quatre groupes suivant le genre de courant utilisé. Ce sont, par ordre d'importance : le triphasé, 3.600 volts, 16,7 périodes par seconde ; le continu, 3.000 volts ; le triphasé, 10.000 volts, 45 périodes par seconde ; le continu, 650 volts.

Le courant triphasé 3.600 volts à basse

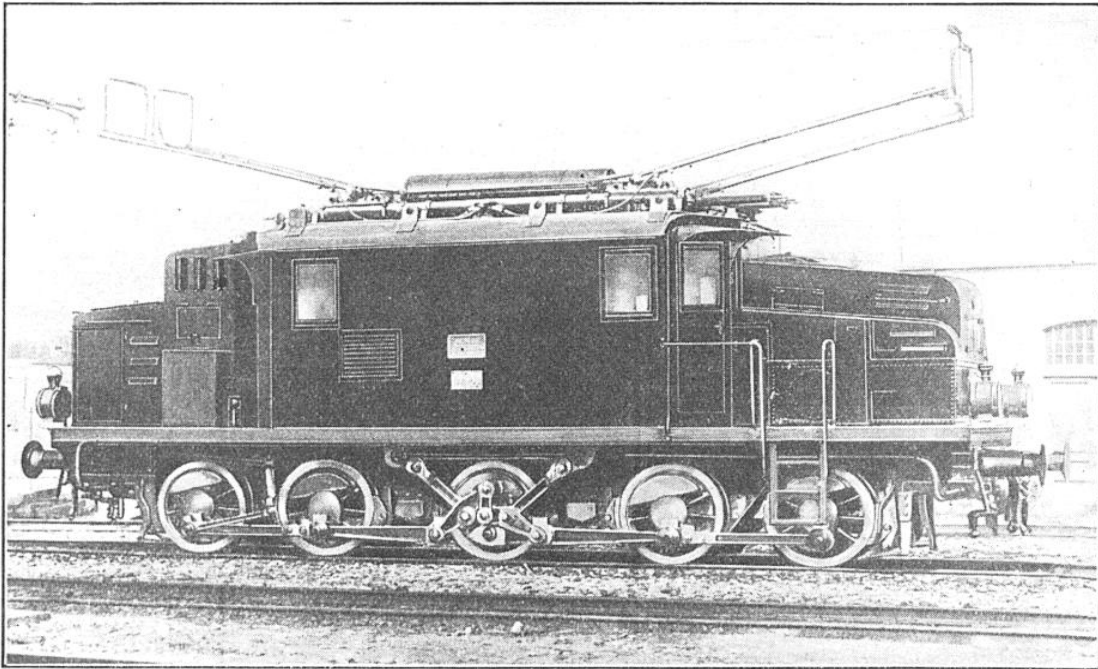


FIG. 3. — LOCOMOTIVE « 0-D-0 » DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT ITALIEN POUR COURANT TRIPHASÉ. PUISSANCE, 2.800 CH ; VITESSE DE CETTE LOCOMOTIVE, 25 A 50 KM-HEURE
Cette locomotive puissante et peu rapide est surtout désignée pour la traction en montagne.

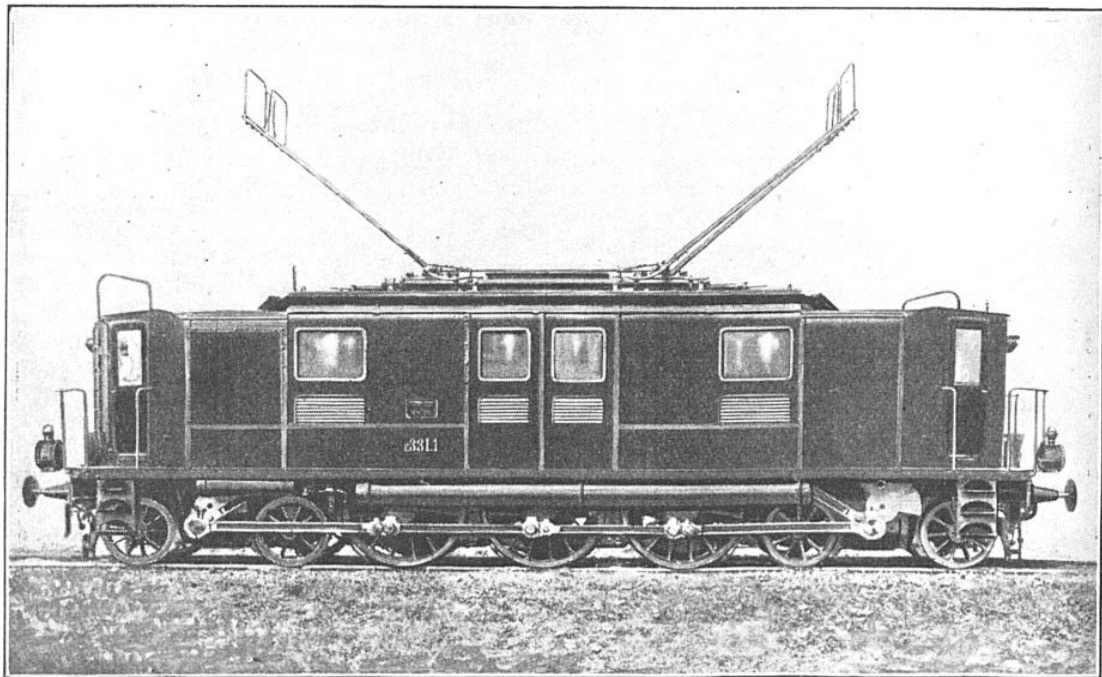


FIG. 4. — LOCOMOTIVE « 2-C-2 » DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT ITALIEN POUR COURANT TRIPHASÉ ; PUISSANCE, 3.000 CH ; SA VITESSE PEUT VARIER DE 37,5 A 100 KM-HEURE
Un peu plus puissante que la précédente, cette machine remorque les trains rapides.

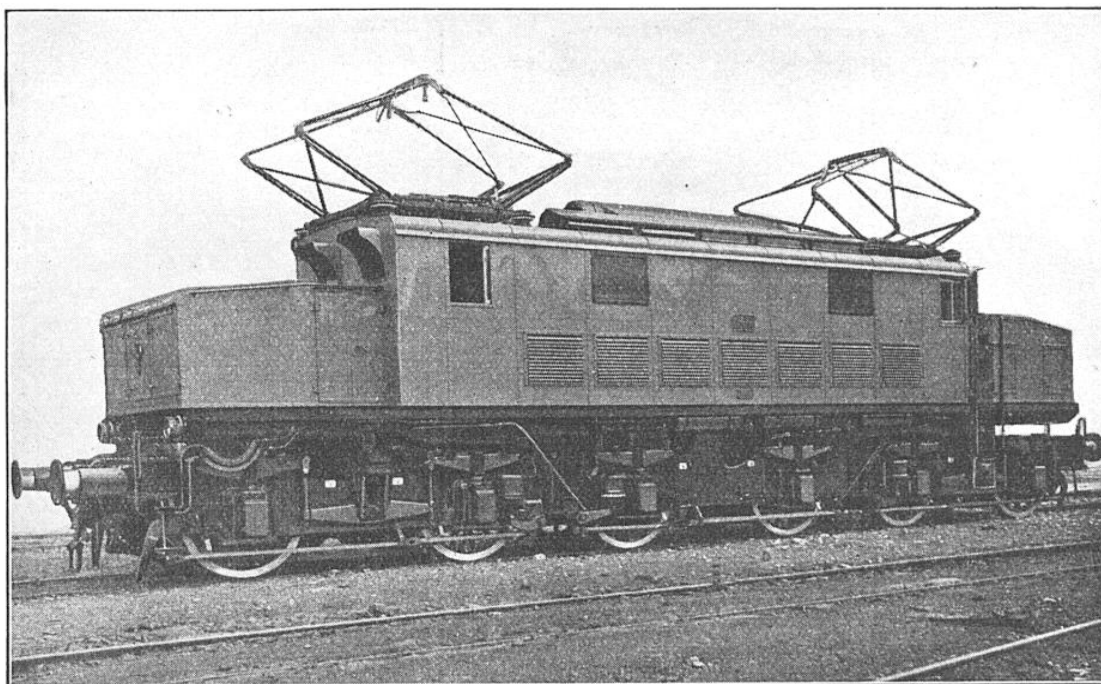


FIG. 5. — LOCOMOTIVE « B-B-B » POUR TRACTION PAR COURANT CONTINU. PUISSANCE, 2.700 CH ; LA VITESSE DE CETTE MACHINE ATTEINT 85 KM-HEURE

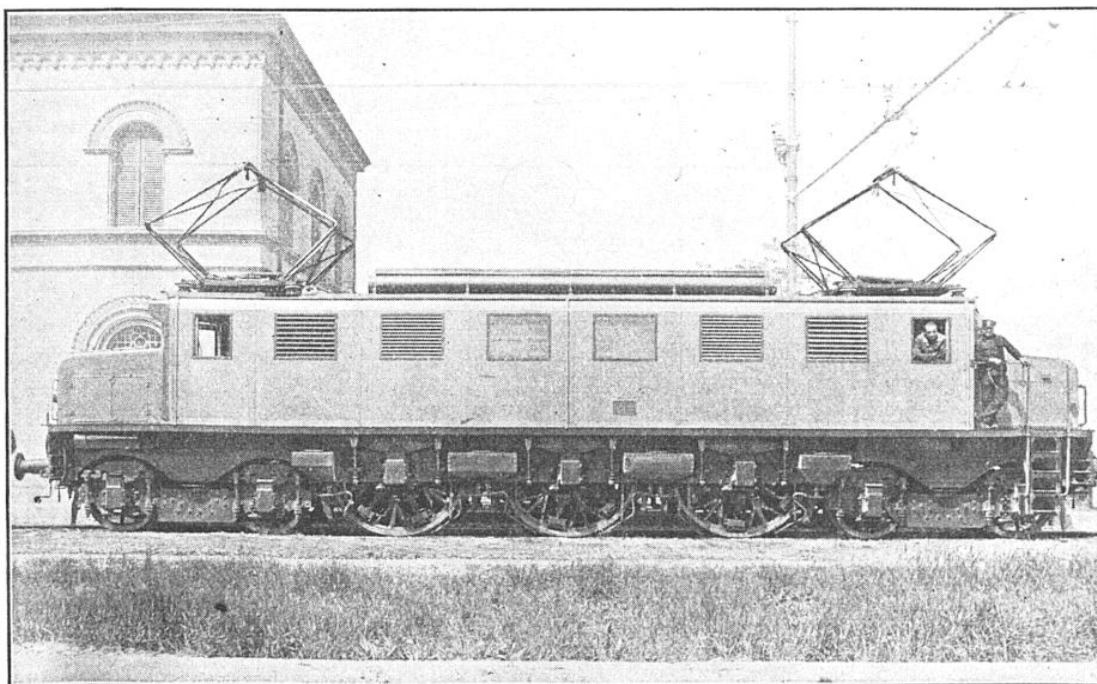


FIG. 6. — LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE ITALIENNE A GRANDE VITESSE (130 KM-HEURE), DE 2.700 CH, POUR COURANT CONTINU. DES MACHINES ANALOGUES, AVEC UN ESSIEU-MOTEUR EN PLUS, DE 3.600 CH, ATTEIGNENT LA VITESSE VRAIMENT REMARQUABLE DE 150 KM-HEURE



FIG. 7. — CE QUE SERA, EN 1942, LA CARTE DES CHEMINS DE FER ÉLECTRIQUES DE L'ÉTAT ITALIEN

fréquence alimente actuellement la majeure partie du réseau. L'énergie est fournie par 33 centrales hydrauliques des Alpes et 5 usines thermiques ; 4.500 kilomètres de lignes de transport relient les centrales aux sous-stations. Les divers réseaux produisant le courant à des tensions et à des fréquences différentes, des sous-stations ont été prévues soit pour la transformation, soit pour la conversion de la fréquence ; 74 sous-stations de transformation et 13 changeuses de fréquence sont installées. La conversion de la fréquence est obtenue au moyen de groupes rotatifs (moteur asynchrone-alternateur). On poursuit actuellement les essais de redresseurs à vapeur de mercure (1). Ce type d'appareil est, en effet, à la fois pratique et économique, mais son emploi industriel n'est pas

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

encore complètement réalisé.

Il faut signaler, en outre, 16 sous-stations de transformation ambulantes modèles, de divers types.

Quant à la ligne alimentant les locomotives, elle est, du fait même de l'emploi de trois phases, assez complexe. Deux phases sont aériennes et la troisième est constituée par les rails eux-mêmes. La suspension des lignes est, soit ordinaire, soit caténaire.

Le courant continu 3.000 volts, encore utilisé seulement sur la ligne Foggia-Bénévent-Naples, doit prendre une importance plus considérable. En effet, la nouvelle ligne Bologne-Florence (1), le tronçon Naples-Salerne, et la ligne Naples-Reggio-Calabrie seront ainsi équipés.

Voici, à titre d'exemple, comment est alimentée la ligne Naples-Foggia. La centrale hy-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 9.



FIG. 8. — CARTE DES LIGNES DE CHEMINS DE FER ITALIENS D'INTÉRÊT LOCAL ÉLECTRIFIÉES ET UTILISANT SURTOUT LE COURANT CONTINU 3.000 VOLTS

droélectrique de Sagittario des chemins de fer de l'Etat et des usines thermiques ou hydrauliques privées de la région de Naples fournissent le courant alternatif à 60.000 volts. Des sous-stations, au nombre de six, le convertissent en courant continu 3.000 volts. Des groupes rotatifs et des redresseurs à vapeur de mercure sont utilisés dans ce but. Ces derniers se sont montrés supérieurs et les nouvelles lignes seront équipées avec ce type d'appareils.

Ici encore, il faut signaler deux sous-stations mobiles à redresseurs, capables de se rendre sur place pour suppléer rapidement à une panne d'une sous-station fixe.

Literno. Trois centrales hydroélectriques et 8 sous-stations (à commutatrices ou à redresseurs) alimentent la première ligne. La seconde reçoit le courant des centrales thermiques de Naples, au moyen de 5 sous-stations (à commutatrices, à groupes rotatifs ou à redresseurs).

Ainsi, pour les chemins de fer de l'Etat, 115 sous-stations de transformation, dont 18 mobiles, ou de conversion, sont actuellement en service.

Chemins de fer d'intérêt local. — Les lignes des compagnies privées italiennes sont diversément équipées. La carte figure 8 donne l'état actuel de leur exploitation.

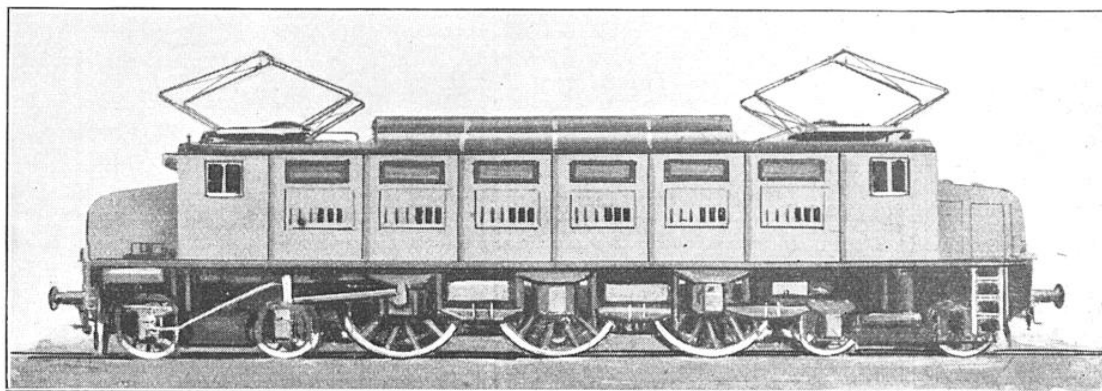


FIG. 9. — LOCOMOTIVE A COURANT CONTINU « 2-C-2 » DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT ITALIEN. PUISSANCE, 3.000 CH ; VITESSE, 130 KM-HEURE. SON POIDS TOTAL EST DE 122 TONNES, LE POIDS ADHÉRENT DE 63 TONNES

Quant aux lignes aériennes, elles sont toutes de type caténaire.

Le courant triphasé 10.000 volts, 45 périodes n'alimente que la ligne Rome-Avezzano, qui va être prolongée jusqu'au Pescara. La centrale du Sagittario fournit le courant que 4 sous-stations ramènent à 10.000 volts. Par ailleurs, cette centrale alimente directement la ligne aérienne, par type caténaire, au moyen de 6 sous-stations mobiles de transformation.

Toutefois, la mise au point des locomotives à une tension aussi élevée a posé des problèmes délicats et toutes les difficultés ne sont pas encore surmontées.

Enfin, le courant continu 650 volts équipe les lignes Milan-Varèse et Naples-Villa

Ces lignes utilisent pour la plus large part le courant triphasé haute tension situé dans leur région. Certaines, cependant, tel le chemin de fer Intra-Pfemeno, produisent elles-mêmes leur énergie.

Si l'on se rappelle que, d'ici 1942, le réseau électrifié doit être triplé, on peut juger de l'effort accompli par l'Italie pour l'électrification de ses chemins de fer, afin de se libérer, au maximum, des onéreuses importations de charbon, grâce à l'utilisation de la houille blanche. Ainsi sera atteint le but que M. Mussolini avait défini il y a huit ans, lorsqu'il reçut l'envoyé spécial de *La Science et la Vie* à Rome (1).

J. MARIVAL.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 108, page 477.

N. D. L. R. — La voie ferrée Rome-Milan sera incessamment électrifiée. Les 720 kilomètres qui séparent les deux villes seront parcourus en 4 heures 20, soit à la vitesse moyenne de 166 kilomètres à l'heure. Ce sera le service le plus rapide du monde.

LES MITRAILLEUSES DE POCHE

Par José LE BOUCHER

Les fabriques d'armes d'Europe et d'Amérique ont mis au point, récemment, des armes automatiques à grand rendement, qui sont des chefs-d'œuvre de balistique au point de vue de la rapidité du tir et de la puissance du feu. Les pistolets-mitrailleurs, construits notamment en Allemagne (analogues aux mitrailleuses puisqu'ils fonctionnent sur le même principe), sont capables d'épuiser automatiquement plusieurs chargeurs de dix et vingt cartouches, et cela en moins de dix secondes par chargeur ! On cite même une « mitraillette » de ce genre qui, entre les mains d'un tireur habile, peut épuiser 240 cartouches en une minute (soit 12 chargeurs). Ces armes sont constituées par de gros pistolets (dont le commerce est, du reste, interdit) auxquels on adjoint un système de détente automatique pour réaliser le tir continu. Il va de soi que la rapidité de ces armes en constitue la principale qualité, mais en exclut la précision ; elles ne sauraient donc être comparées aux mitrailleuses de l'infanterie. A ce propos, il est piquant de constater que l'usager est parfois victime de son pistolet automatique ; en effet, ces armes, n'étant pas pourvues d'un système de refroidissement comme les mitrailleuses ordinaires, s'échauffent rapidement et, parfois, éclatent au nez du tireur ! Notre collaborateur, spécialiste dans ce genre d'armes automatiques, expose ici leurs caractéristiques et les perfectionnements apportés dans ce domaine de l'armement. Il est évident que de telles armes offensives ne sauraient être destinées à la guerre des armées régulières ; elles ne sont malheureusement employées efficacement qu'en cas d'émeute.

L'IMPORTANCE des armes automatiques a été mise en lumière, pendant la dernière guerre, de telle façon qu'il n'est peut-être pas besoin d'insister sur ce point. Leur intérêt réside avant tout dans la rapidité du tir qu'elles permettent. La chose est aussi vraie qu'il s'agit d'armes à main ou d'armes servies par un ou plusieurs individus. Le problème consiste à simplifier au maximum les opérations nécessaires pour obtenir le départ d'un coup. Qu'on imagine le temps mis jadis pour charger un pistolet, viser et tirer. Combien de balles pouvaient ainsi

être tirées en une minute ? Deux, trois peut-être. Aujourd'hui, un homme disposant d'un *Mauser* ultramoderne peut décharger sur ses adversaires, en une minute, 240 cartouches.

Mais, avant d'arriver au pistolet automatique et à la mitraillette de poche, type *Mauser*, le revolver connut une grande vogue. Cette arme, quelques services qu'elle ait rendus, est nettement inférieure cependant au pistolet automatique. Pourquoi ? Parce que, comme chacun le sait, un revolver est composé de deux pièces essentielles, le canon et le barillet. Une solution de continuité existe entre la cham-

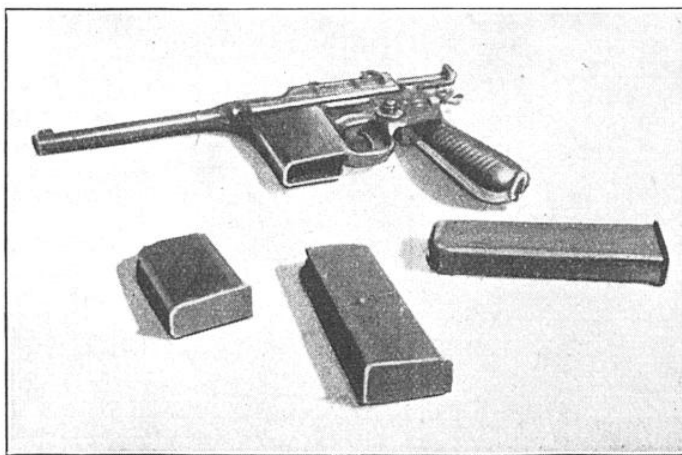


FIG. 1. — VOICI, PHOTOGRAPHIÉS IMMÉDIATEMENT APRÈS L'ATTENTAT DE MARSEILLE, LE PISTOLET-MITRAILLEUR ET LES CHARGEURS QUI FURENT UTILISÉS PAR L'ASSASSIN DU ROI ALEXANDRE 1^{ER} DE YOUgoslavIE ET DU MINISTRE FRANÇAIS LOUIS BARTHOU

Le chargeur de vingt cartouches est tiré par cette arme sous forme d'une rapide rafale en quelques secondes.

bre du barillet et le canon. Il s'ensuit une perte de gaz, qui entraîne une diminution de la vitesse initiale du projectile. Si l'on imagine un pistolet automatique conçu selon les mêmes cotes que le revolver français modèle 1892, on s'aperçoit que la vitesse initiale du projectile du revolver sera de 220 mètres et celui du pistolet automatique de 260 mètres.

En outre, le tireur au revolver doit exercer une très forte pression, équivalente à 7 kilogrammes environ, pour faire tourner son barillet et être en mesure de tirer un deuxième coup. Le tir est ainsi beaucoup plus fatigant et, par voie de conséquence, moins précis, car l'effort fourni rend très difficile le pointage, sauf pour des tireurs particulièrement entraînés, comme, par exemple, le grand as de toutes les « armes de poing », M. Krikor Agathon, le marquis de Castelbajac et M. Pedro Estevez Lasa, le comte T. de Vibraye.

Il faut noter enfin l'infériorité du revolver sur le pistolet en matière de débit de feu. En tir ajusté, au revolver, il est difficile de tirer plus de douze coups à la minute ; un bon tireur au pistolet automatique atteint aisément dix-huit coups dans le même temps.

Il était normal, dans ces conditions, de chercher à améliorer la valeur balistique du revolver. Dès 1850, on pouvait voir un premier projet de pistolet automatique. Depuis cette date, d'immenses progrès ont été accomplis. L'aboutissement en est peut-être ce *Mausers*, qui permet à la fois de tirer coup par coup et également en mitrailleuse.

On touche, avec cette arme, à l'automatisme absolu, alors que tous les pistolets dits automatiques ne sont, en réalité, que semi-automatiques. Il y a, en effet, automatisme et automatisme.

M. Marcel Devouges, le très distingué ingénieur d'armement, donne cette définition de l'automatisme :

Une machine est dite automatique lorsque son fonctionnement est l'œuvre d'agents moteurs inanimés, l'intervention de l'homme étant réduite au minimum indispensable, savoir : mettre en marche, exercer une surveillance pour parer à des incidents de marche.

Si l'on excepte ce dernier membre de phrase, qui s'applique plus particulièrement aux mitrailleuses, tout le reste convient parfaitement aux pistolets dits automatiques. Mais on s'aperçoit alors que, sauf un, — le *Mausers*, — il n'y a pas de pistolet absolument automatique.

Il y a des armes, et nombreuses, à char-

gement automatique. Il n'y a jusqu'à présent qu'un seul pistolet à tir automatique.

Dans l'arme à chargement automatique, seule la manœuvre de la culasse se fait automatiquement. Supposons le pistolet approvisionné et armé. Le premier coup parti entraînera l'ouverture de la culasse, l'extraction et l'éjection de l'étui, la mise à l'armé du système de percussion et la compression du ressort récupérateur. La détente immédiate de celui-ci a pour effet d'introduire dans la chambre une nouvelle cartouche et d'assurer la fermeture de la culasse.

A partir de ce moment, l'arme est prête à tirer à nouveau ; mais, pour cela, il est indispensable que le tireur actionne à nouveau sa détente, laquelle assurera la percussion et ainsi de suite.

Au contraire, dans l'arme à tir automatique, les opérations sont encore plus simplifiées.

Tant que le tireur maintient son doigt sur la détente, toute sa provision de munitions s'épuisera — sauf enrayage — sans qu'il ait autre chose à faire qu'à diriger son arme ou à la maintenir sur l'objectif. C'est le tir en mitrailleuse.

Jusqu'à cette dernière année, ce genre de tir était réservé à des armes plus ou moins lourdes, mais qui, en tout cas, n'étaient pas des armes à main. Le pistolet-mitrailleur *Bergmann*, modèle 1918, pesait presque 4 kilogrammes.

L'apparition du *Mausers*, du type qui a causé l'horrible tragédie de Marseille, constitue donc un événement dans l'histoire des pistolets automatiques.

On comprend évidemment l'intérêt de ce tir en mitrailleuse. Il réside avant tout dans l'augmentation considérable du débit de feu. En revanche, un pistolet tirant en mitrailleuse ne saurait assurer une précision très grande. Il ne permet pas de faire du tir proprement dit, mais de l'arrosage. A ce titre, évidemment, cette nouvelle invention apparaît comme l'arme prédestinée des terroristes anarchistes et fauteurs de guerre civile.

L'arme à chargement automatique permet de rétablir le pointage après chaque coup et autorise une vitesse déjà très appréciable ; une vingtaine de coups par minute et exceptionnellement plus.

Les pistolets à tir automatique et les pistolets à chargement automatique se ressemblent absolument, en ce sens que leur mode de chargement est le même, qu'ils possèdent tous deux un ressort récupérateur chargé d'assurer la fermeture de la culasse. Seul, le mécanisme de détente diffère.

Le fonctionnement automatique

M. Devouges a comparé fort justement le fonctionnement de l'arme automatique à celui d'un moteur à explosion à qui manqueraient seulement le carburateur et la transmission bielle-manivelle. Que se passe-t-il, en effet, dans une arme automatique ? L'énergie est fournie par la pression des gaz provenant de la déflagration de la poudre de la cartouche. Cette énergie entraîne, en général, la culasse vers l'arrière et, en même temps, bande un ressort récupérateur. La détente de ce ressort ramène l'arme à la position de tir.

Comme on le voit, il s'agit réellement d'un petit moteur. Le cylindre en l'occurrence, c'est le canon ; le piston, c'est la balle ; le mélange carburé, c'est la poudre ; la magnéto, c'est l'amorce de la cartouche ; la distribution, ce sont les différentes pièces de la culasse qui assurent l'alimentation et l'éjection.

La déflagration de la charge de poudre au départ du coup détermine dans la chambre la production d'une masse gazeuse. Pour rendre l'arme automatique, il s'agit d'utiliser cette masse gazeuse. On peut soit utiliser les pressions, dues à la production de cette masse gazeuse, qui s'exercent sur la culasse, c'est-à-dire, en fin de compte,

utiliser le recul, soit faire un emprunt de gaz et s'en servir pour actionner un piston qui commandera la culasse. Ce dernier procédé, couramment utilisé pour les mitrailleuses,

est à peu près inconnu dans la fabrication des pistolets automatiques.

En 1888, les frères Clair avaient étudié un pistolet fonctionnant par emprunt de gaz sur un point du canon. Mais cette tentative fut sans lendemain. Mannlicher tenta également, en 1894, de mettre au point un modèle dont le fonctionnement était dû au forçement de la balle dans le canon et, accessoirement, à l'action des gaz sur le raccordement de la chambre ; mais ce procédé ne fut pas généralisé.

Le principe dit du forçement de la balle est celui-ci : Quand la balle s'engage dans le canon, elle force sur les rayures de celui-ci. Supposons celui-ci mobile. Il va se porter en avant. Ce mouvement comprimera un ressort récupérateur dont la détente ramènera le canon à sa position de tir...

Ce procédé, bien que curieux, n'a cependant été réalisé qu'à de très rares exemplaires.

On peut dire que tous les pistolets automatiques utilisent les pressions qui s'exercent, à la suite de la déflagration de la

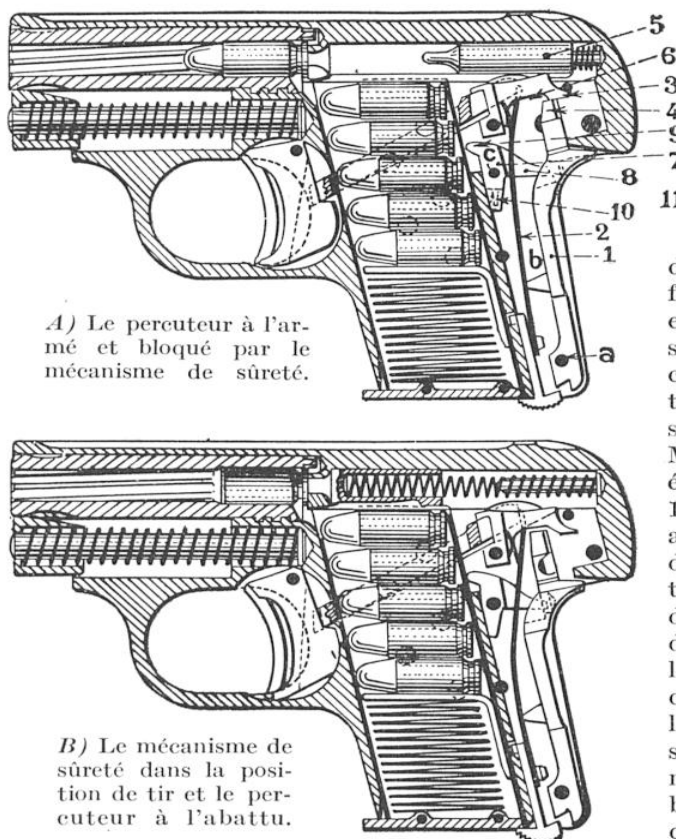


FIG. 2. — FONCTIONNEMENT DU BROWNING 6,35

1, levier de sûreté ; 2, ressort de sûreté ; 3, bras de la gâchette ; 4, tête du levier de sûreté ; 5, percuteur ; 6, échancrure de la gâchette ; 7, 8, 9, pièce tournant autour de la goupille c et empêchant la manœuvre du levier de sûreté quand le magasin est enlevé ; 10, ressort agissant sur la pièce précédente ; 11, cavité où doit s'engager le bras 8 pour que cette manœuvre du levier de sûreté soit possible ; a, goupille du levier de sûreté ; b, butée du levier de sûreté ; c, goupille de la pièce 7. — Dans la figure A, le pistolet est armé, mais la tête du levier de sûreté, s'appuyant sous le bras postérieur de la gâchette, empêche la percussion. Dans la figure B, le pistolet est figuré pendant le court instant qui suit la percussion, avant que la douille vide ne soit éjectée. Le levier de sûreté, poussé en avant par la main du tireur, a libéré la gâchette et permis la percussion.

poudre, sur la culasse, par l'intermédiaire du culot de l'étui, c'est-à-dire que tous les pistolets automatiques fonctionnent par recul.

Les armes fonctionnant ainsi se classent en deux groupes : celui des armes à *culasse non calée*, celui des armes à *culasse calée*.

Dans le premier cas, le canon est fixe et la culasse est simplement collée à la partie arrière du canon par l'action d'un ressort récupérateur. Au départ du coup, le recul porte l'étui et la culasse en arrière. Par ce mouvement sont assurés l'ouverture, l'extraction, l'éjection, l'armé du système de percussion, la compression du ressort récupérateur.

La détente de ce dernier ramène la culasse en avant, ce qui produit l'introduction d'une cartouche dans la chambre, la fermeture. La percussion, sauf dans le cas de tir en mitrailleuse, n'aura lieu qu'au moment où le tireur appuiera sur la gâchette.

Ce système de culasse *non calée* est utilisé par Colt, Browning, Ruby, Star...

Dans les armes à *culasse calée*, le canon n'est pas fixe. On a cherché à retarder le divorce entre la culasse et le canon. C'est pourquoi le canon, pendant une partie du mouvement de recul, ou pendant la totalité de ce mouvement, suit la culasse.

Le canon du pistolet qui ne se déplace qu'en partie est dit à *court recul de canon*. Dans l'autre cas, quand il accompagne la culasse sur tout le parcours du recul, il est dit à *long recul de canon*.

Les célèbres pistolets automatiques allemands *Mauser* et *Parabellum*, modèles 1908, sont du type à court recul du canon. Nous ne croyons pas qu'il existe de pistolets à long recul du canon, sauf un, et qui n'est guère connu : le *Frommer-Pat*, qui est à long recul et à verrouillage. C'est une arme curieuse, mais qu'il n'est pas aisé de trouver.

Quel est l'avantage de la culasse calée ou non ?

La culasse non calée se séparant instantanément du canon au moment de la déflagration, on peut craindre que la chambre soit ouverte avant que la balle soit sortie du canon, ce qui entraînerait une perte de gaz et diminuerait la vitesse initiale.

Sur les pistolets — et il sont nombreux — qui utilisent ce système, on a paré à cet inconvénient en faisant des canons très courts et en renforçant le ressort récupérateur.

Les pistolets à *culasse calée* présentent, à cet égard, une plus grande sécurité. L'ouverture de la chambre ne se fait qu'après la sortie de la balle du canon.

Petite histoire des armes automatiques

Les armes automatiques de poche, ou dites de poche, ne sont que des dérivés des armes de guerre.

L'idée de tirer un grand nombre de coups dans le minimum de temps a, depuis fort longtemps, hanté les cerveaux. Au *xiv^e* siècle, on avait déjà conçu des armes de ce genre. C'étaient les « orgues à serpentins » et « ribaudequins ». C'étaient aussi les chariots chinois munis de quatre ou six canons, tels qu'on peut en voir encore quelques modèles aux Invalides. Si ces machines primitives permettaient de multiplier le débit du tir, elles n'étaient pas toutefois automatiques. Il fallut attendre 1860, époque où apparut la cartouche à étui métallique, pour qu'un certain automatisme naquît.

Les deux premières armes de ce genre ont été la mitrailleuse *Gottling*, d'origine américaine, et le canon à balles de *Reffye*, celui-ci d'origine française.

Le principe du fonctionnement était le suivant, sur l'arme américaine : toute une série de culasses et de canons était groupée circulairement et parallèlement autour d'un axe. Par l'intermédiaire d'une manivelle, on actionnait les canons, qui tournaient autour de leur axe. En même temps, l'ouverture et la fermeture des culasses se produisaient et assuraient la charge et la percussion.

Le canon à balles français de *Reffye* marchait selon un système différent. L'engin était constitué par vingt-cinq canons, fixes, disposés par rangées de cinq. Une manivelle actionnait vingt-cinq culasses. On voit la différence des deux procédés. Tel qu'il était, le canon à balles de *Reffye* permettait de tirer 130 coups à la minute ; mais l'engin pesait plus de 800 kilogrammes.

L'idée de multiplier les canons, si ingénieuse qu'elle soit, était fort rudimentaire. Elle devait bientôt disparaître pour faire place au canon unique, équipé d'un système automatique.

La première arme véritablement automatique fut la carabine *Winchester*, inventée aux États-Unis en 1882. La *Winchester* fonctionnait par recul de la culasse, le canon étant fixe. Le magasin contenait six cartouches à balles d'un calibre de 7 $\frac{m}{m}$ 62.

Sir *Hiram Maxim*, en Angleterre, devait, peu après, mettre au point la première mitrailleuse à tir automatique, puis un fusil automatique à court recul de canon. Dès lors, de toutes parts, naissent des armes de ce genre. C'est *Mannlicher*, le constructeur autro-hongrois, qui réalise, en 1885,

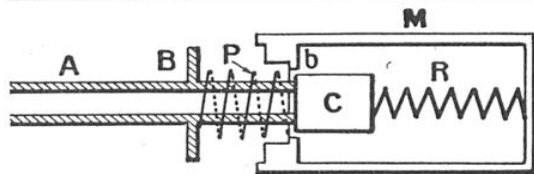


FIG. 3. — SCHÉMA D'UNE ARME AUTOMATIQUE DITE A COURT RECU DE CANON

A, canon de l'arme ; C, culasse ; R et P, ressorts récupérateurs ; M, monture ; B, butée.

une mitrailleuse de 11 $\frac{m}{m}$, puis un fusil automatique en 1891, puis une carabine en 1900.

C'est la manufacture autrichienne *Skoda* qui sort, en 1893, une mitrailleuse dite « Archiduc Salvator », dont le fonctionnement rappelle celui de la carabine *Winchester*.

En 1888, apparaît en France une arme très légère, un *pistolet* dû aux frères *Clair*, armuriers à Saint-Etienne. Pour la première fois se trouve réalisé, comme nous l'avons déjà signalé, l'emprunt de gaz en un point du canon destiné à assurer l'automatisme.

En 1893, un ouvrier allemand, *Borchardt*, fabrique un pistolet automatique qui fait date. Il s'agit d'une arme d'un calibre de 7 $\frac{m}{m}$ 65, munie d'un chargeur mobile de huit cartouches. Ce chargeur s'introduit dans la poignée. Une crosse en bois amovible permet d'épauler l'arme qui, sans la crosse, ne pèse que 1 kg 260. Ce pistolet, déjà moderne, fonctionne par court recul du canon.

En 1894, *Mannlicher* sort un pistolet à culasse fixe, sans verrouillage. Puis c'est *Bergmann*, un capitaine suédois, qui invente un pistolet automatique à canon fixe et à fermeture non calée, fonctionnant par recul de la culasse.

Nous voici déjà parvenus aux armes de tout petit calibre. Le pistolet *Bergmann* présentait, en effet, les caractéristiques suivantes :

Calibre, 6 $\frac{m}{m}$ 5 ;

Poids, 875 grammes ;

Vitesse du projectile, V^{10} , 210 mètres ;

Magasin fixe contenant cinq cartouches.

Bergmann devait plus tard établir une arme analogue de 9 $\frac{m}{m}$.

En 1896, *Mausser* sort une arme qui demeurera célèbre.

Le pistolet *Mausser* est du type même, dans ses grandes lignes, qui tua le roi Alexandre I^{er}, roi de Yougoslavie, et M. Louis Barthou.

Nous verrons plus tard le perfectionnement qui fut apporté à cette arme, dont les caractéristiques générales, depuis 1896, n'ont pas varié.

Le pistolet *Mausser* fonctionne par court

recul du canon. Le canon et la boîte de culasse sont d'une seule pièce. Un tenon oscillant est fixé à la boîte de culasse. Ce tenon assure le verrouillage de la culasse jusqu'au moment où, dans le recul de l'ensemble, il bascule sur un ressort de la monture, dégageant la culasse tout en immobilisant le canon et autorisant ainsi l'ouverture.

Le pistolet *Mausser*, type 1896, comportait déjà une hausse graduée jusqu'à 1.000 mètres. Une crosse amovible permettait de tirer à l'épaulé.

Le calibre était de 7 $\frac{m}{m}$ 65. Le *Mausser* de cette époque comportait un magasin fixe de dix cartouches. Sans crosse, il pesait 1 kg 105.

Les éléments constitutifs de cette arme redoutable étaient les suivants :

Poids de la balle, 5 gr. 05 ; vitesse initiale, 410 mètres-seconde ; force vive à 10 mètres, 47 kgm 1.

C'est un dérivé de cette arme qui a permis l'attentat de Marseille.

Le *Mausser* utilisé est une arme dont le calibre est quelque peu réduit : il ne fait plus que 7 $\frac{m}{m}$ 63. L'arme est munie d'un chien extérieur et reçoit des chargeurs mobiles, soit de dix, soit de vingt cartouches. Le pistolet en question a une longueur de 288 millimètres. Avec sa crosse mobile, — car, bien entendu, le tireur dispose d'une crosse mobile, — l'arme mesure 63 centimètres. Le pistolet seul pèse 1.240 grammes ; avec son étui, 1.700 grammes.

Le tir en mitrailleuse

La grande nouveauté consiste dans un nouveau dispositif d'embrayage de la détente, qui permet de tirer coup par coup, comme dans les autres modèles de pistolet automatique, ou, au contraire, en rafale, comme avec une mitrailleuse. Pour cela,

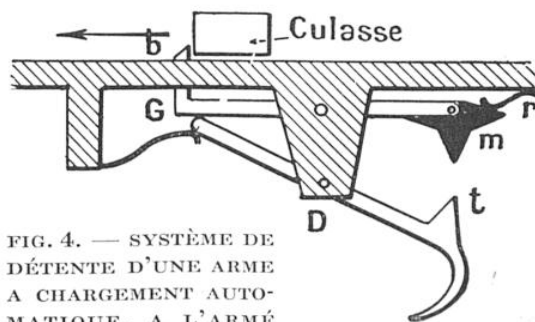


FIG. 4. — SYSTÈME DE DÉTENTE D'UNE ARME A CHARGEMENT AUTOMATIQUE, A L'ARMÉ

D, détente ; t, talon de détente ; G, gâchette ; r, ressort de gâchette ; m, mentonnet soulevé par le talon t lorsque le tireur agit sur la détente.

le tireur dispose d'un petit levier qu'il peut manœuvrer d'un seul doigt. Désire-t-il tirer coup par coup, il maintient le doigt sur une position. S'il appuie sur la gâchette, une simple balle partira ; il devra relâcher sa détente pour faire partir le coup suivant.

Abaisse-t-il le doigt sur une autre position, le tenon oscillant, dont nous avons parlé plus haut en décrivant l'arme initiale, ne rencontrera plus de résistance sur son parcours et toutes les balles s'en iront en rafale.

On imagine aisément les dégâts qui peuvent être causés par une telle arme.

Théoriquement, en disposant de chargeurs en nombre suffisant, cette mitrailleuse de poche peut tirer 240 à 260 cartouches à la minute. On dit « théoriquement » parce qu'il faudrait réellement être très entraîné pour tirer à une semblable cadence. Il est indispensable de faire remarquer que ce *Mauser-mitrailleur* est une arme très dangereuse, non seulement pour ceux qui peuvent être exposés à son feu, mais aussi pour le tireur. Le recul, en effet, est terrible. Il faut réellement se cramponner à l'arme pour que le canon ne se dresse pas tout droit et même ne dépasse la verticale. Un très grand tireur racontait un jour — sans que nous ayons pu vérifier le fait — qu'un amateur ayant « bricolé » le mécanisme de détente de son *Colt 45*, l'arme se mit à tirer en mitrailleuse. La puissance du recul fit se dresser le canon et le tireur fut atteint par ses propres balles.

Faisons remarquer, à ce propos, que le *Mauser* dispose d'un mécanisme original pour le tir en mitrailleuse. On ne s'est pas contenté de modifier la détente, comme on peut le faire, par exemple, sur un pistolet automatique quelconque afin de tirer toutes ses balles en rafale. L'impression dans le tir est d'ailleurs très spéciale. Si, par exemple, accidentellement ou volontairement, on tire avec un *Colt 22* en mitrailleuse, — ce pourquoi il n'est pas fait, — on entend un coup d'une puissance terrible, mais qui ne permet pas de distinguer à l'oreille le passage des diverses cartouches. Au contraire, avec le *Mauser*, on distingue nettement le « ta-ta-ta-ta » bien connu de tous ceux qui ont tiré avec une mitrailleuse ou l'ont simplement entendue tirer. En somme, le *Mauser* tire en mitrailleuse à une certaine cadence.

Un pistolet automatique déréglé, tirant accidentellement en mitrailleuse, n'a pas de cadence de tir. Dans le deuxième cas, seul le ressort récupérateur entre en action. Dans le premier cas, celui du *Mauser*, la détente du ressort est contrôlée et réglée. C'est, on en conviendra, l'arme de la guerre civile par excellence.

L'avènement du « Browning » et du « Parabellum »

Poursuivons l'examen des différentes armes automatiques de poche.

Au moment où Mauser sortait son remarquable modèle 1896, aux Etats-Unis apparaissait un pistolet qui devait devenir rapidement très célèbre, le *Browning*, modèle 1897, dont la fabrique belge d'armes Herstal devait bientôt d'ailleurs acquérir la licence.

Des milliers et des milliers de *Browning* sont en circulation dans le monde. Le type le plus courant est du calibre $7\frac{m}{m}$ 65. Le poids de l'arme est de 615 grammes, la vitesse du projectile, V^{10} , est égale à 225 mètres.

Un autre *Browning* devait bientôt suivre ce premier modèle. Celui-ci est d'un calibre plus fort : $9\frac{m}{m}$; le poids de la balle est de 7 gr 15 ; la vitesse du projectile, V^{10} , est de 310 mètres ; la force vive à 10 mètres représente 34 kgm 9.

Tous les *Browning*, bien entendu, fonctionnent selon le même système, c'est-à-dire par recul du bloc de culasse. Le canon est fixe, à fermeture non calée. Une glissière se trouve au-dessus du canon. Sur cette glissière est fixé un levier qui est lié au percuteur. Ainsi celui-ci se trouve solidaire des mouvements de recul et d'avance de la partie mobile. Le ressort assure, en outre, la fermeture et la percussion.

Mais les industries suédoise et allemande, dont le rôle en matière d'armes automatiques a toujours été très important, devaient bientôt mettre sur le marché deux autres pistolets dont les noms sont connus de tous. L'une est le pistolet-carabine *Bergmann*, modèle 1897 ; l'autre, le pistolet *Parabellum*, modèle 1900.

Le pistolet *Bergmann*, comme le pistolet *Mauser*, est muni d'une crosse amovible, mais son canon court peut être remplacé par un canon plus long, qui transforme le pistolet en une véritable petite carabine.

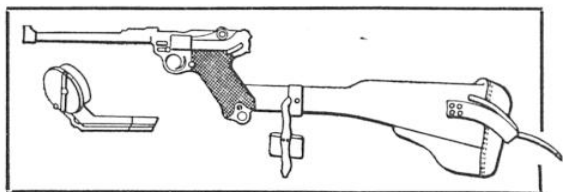


FIG. 5. — PISTOLET AUTOMATIQUE BORCHARDT-LUEGER, DIT « PARABELLUM », MODÈLE 1908, MUNI DE SA CROSSE AMOVIBLE

En pistolet, le *Bergmann* pèse 1 kg 130 ; en carabine, 1 kg 624. L'arme fonctionne par court recul du canon. Le calibre est de $7 \frac{m}{m}$ 64 ; le magasin mobile contient dix cartouches.

Comme le *Bergmann*, le pistolet *Parabellum*, modèle 1900, fonctionne par court recul du canon. C'est une arme remarquable par sa précision et la sûreté de son mécanisme. Le modèle 1900 est de $7 \frac{m}{m}$ 65 ; le poids de l'arme est de 835 grammes ; celui du projectile, de 6 grammes ; la vitesse initiale, V^{10} , est de 345 mètres.

Le modèle 1904, mis en service à cette date dans l'armée allemande, est de $9 \frac{m}{m}$ et le poids de la balle de 8 gr 05. Le type 1908 se fait en deux modèles ; l'un utilise un canon court, l'autre, un canon long, afin d'augmenter la portée. Jusqu'à 500 mètres, la précision est satisfaisante.

Le tireur dispose à volonté, soit d'un magasin de huit cartouches, soit d'un tambour-magasin de trente-deux cartouches.

Comme le *Mausers* et le *Bergmann*, le *Parabellum* fonctionne par court recul du canon ; mais le système de fermeture, ainsi que celui de sûreté, sont tout à fait originaux. La sûreté est double. Il existe une sûreté ordinaire, qui permet de bloquer la gâchette à la volonté du tireur, et une sûreté automatique.

Citons encore le pistolet *Mannlicher* de $7 \frac{m}{m}$ 65, à canon fixe et à culasse non calée, dont le magasin est constitué par une lame-chargeur de huit cartouches ; le pistolet *Steyr*, modèle 1907, à canon fixe et à fermeture non calée, en usage dans l'armée austro-hongroise pendant la guerre. Mentionnons le pistolet *Webley*, bien connu en Grande-Bretagne. Le *Webley* se fait en deux calibres : $11 \frac{m}{m}$ et $8 \frac{m}{m}$ 85. Il s'agit toujours de pistolets à canon fixe et à culasse calée.

Et nous arrivons au pistolet *Mausers*, modèle 1910.

Dans ce modèle, au contraire du type 1896, le canon est fixe et la culasse non calée. On se souvient que l'ancien modèle fonctionnait, au contraire, par court recul du canon.

Enfin, en 1911, le *Colt*, célèbre dans toute l'armée américaine et dans beaucoup d'autres pays, fait son apparition.

Par sa puissance, sa précision, le *Colt*, qui se fait en plusieurs calibres, est une arme magnifique et redoutable. Le $11 \frac{m}{m}$ 43 *Colt* pèse, sans chargeur, 1 kg 010 ; avec un chargeur garni de sept cartouches, le poids est de 1 kg 248.

Le poids de la balle est de 14 gr 70 ; la vitesse initiale, V^{10} , de 246 mètres ; la force vive à 10 mètres, de 46 kilogrammètres.

L'arme fonctionne par court recul du canon.

On ne saurait mieux expliquer le mécanisme du *Colt* que l'a fait M. Marcel Devouges (1).

« La séparation du canon et de la glissière (bloc de culasse) est réalisée par une « chaînette », qui, au cours du recul de l'ensemble de ces deux pièces, après le départ du coup, abaisse la tranche postérieure du canon, dégageant ainsi les nervures qui verrouillaient ce dernier à la glissière.

« Au cours de ces opérations, un « séparateur », fonctionnant comme une sûreté automatique, empêche le mécanisme de détente d'entrer en action avant que le canon soit revenu à la position de tir.

« Une autre sûreté consiste dans l'emploi d'une pédale, placée à l'arrière de la crosse et qui s'oppose à tout départ prématuré du coup, déterminé, par exemple, par pression involontaire du doigt sur la détente.

« Lorsqu'une cartouche est dans la chambre, le tireur peut également mettre l'arme hors d'état de faire feu par l'interposition d'une troisième pièce de sûreté dont le levier se trouve sur le côté de l'arme. »

Il faut enfin mentionner une arme originale et nouvelle : le *Walther*, qui se fait en deux calibres, le $6 \frac{m}{m}$ 35 et le $7 \frac{m}{m}$ 65. Ce qui est très curieux dans cette arme, c'est sa sûreté. Quand on met l'index de sûreté, le chien — le *Walther* comporte un chien extérieur comme le *Colt* — le chien s'abat sans que le coup parte, et, bien entendu, il y a une balle dans le canon. Pour être prêt à tirer à nouveau, point n'est besoin de ramener le chien en arrière avec le pouce pour se remettre en position de tir. En appuyant sur la détente, le chien reprend sa position arrière. Ce qu'on peut reprocher à cette arme, c'est d'être trop délicate.

En résumé, on peut dire que, pour les tirs à grande distance, le *Mausers* et le *Parabellum* sont les plus belles armes automatiques existant actuellement. Pour le tir de précision, pour le tir de défense, le *Colt* est sans doute incomparable ; mais les partisans du revolver — ils sont nombreux — ne manqueront pas toutefois de faire remarquer, et fort justement, que cette arme, dont nous connaissons les défauts, a une qualité primordiale : sa sûreté de fonctionnement. Si une balle ne percute pas, heureusement les autres demeurent, tandis que, sur le pistolet automatique, la possibilité des enrayages peut annuler le bénéfice de l'automatisme.

J. LE BOUCHER.

(1) *L'avènement des armes automatiques*, chez Charles Lavauzelle.

POURQUOI TANT D'ACCIDENTS D'AVIATION DUS AUX PARACHUTES ?

Par Edmond BLANC

CAPITAINE AVIATEUR, INGÉNIEUR DES CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES

De nombreux et récents accidents mortels survenus en France, à la suite du mauvais fonctionnement des parachutes, — bouées de sauvetage des aviateurs, — ont fortement ému l'opinion publique. Celle-ci se demande, en effet, pourquoi les parachutes donnant, en général, satisfaction à l'étranger, il n'en est pas de même chez nous. Cependant les plus hautes autorités de l'aéronautique affirment que nous possédons l'un des meilleurs matériels du monde, qui a d'ailleurs fait ses preuves dans les concours internationaux. Que faut-il donc en conclure ? La réponse est bien simple : pour les parachutes, — comme d'ailleurs pour l'aviation en général, — nous possédons d'excellents prototypes ; mais ceux-ci ne sont pas encore en service... et nos aviateurs doivent le plus souvent se contenter d'appareils périmés et dangereux. En outre, on néglige assez souvent leur entretien, d'où les défaillances fatales au moment précis où l'on veut utiliser l'appareil. Enfin, l'éducation des pilotes et des passagers reste, hélas ! encore à faire. Telles sont les causes des catastrophes enregistrées ; voyons maintenant les remèdes.

LE développement inéluctable et rapide de la locomotion aérienne, tant du point de vue *civil* que du point de vue *militaire*, fait du parachute un objet de première nécessité.

Argument décisif de la sécurité qu'il assure par l'*évasion* (que ne permettent ni le wagon, ni l'automobile, et que le navire offre sans garanties), le parachute ne peut souffrir de *médiocrité d'aucune espèce*, ni dans sa *fabrication*, ni dans son *emploi*.

Or, certains accidents et incidents récents survenus en France ont soulevé des critiques, reprises et transformées par la presse étrangère et qu'il importe de sonder, car elles relèvent de trois questions : *qualité* de notre matériel, *modalités du choix* par voie de concours et *mise en service* du parachute.

Les cinq conditions exigées d'un bon parachute

Les cinq conditions requises pour un parachute se présentent dans l'ordre d'importance suivant : *certitude* de l'ouverture, *promptitude* de l'ouverture, *résistance au choc* d'ouverture, quels que soient la vitesse de chute et le poids de l'usager, *sensibilité* aux manœuvres de balancement et bonne *sustentation* assurant une descente assez lente. Cet ensemble d'exigences constitue le plan même de toute discussion sur ce sujet. Examinons-les dans leur principe essentiel, et confrontons les méthodes en faveur en France et à l'étranger, pour satis-

faire à ces exigences, encore qu'il soit souvent malaisé de discerner à quelle nation ou à quel inventeur en revient la paternité.

Tranchons tout d'abord la question de l'étoffe employée. En Angleterre, en Italie, aux Etats-Unis, la soie naturelle reste en grande faveur. Les constructeurs américains utilisent tant pour l'« Air Corps » que pour les transports civils la même qualité de soie qu'on vit lors de la réalisation des premiers parachutes modernes, en 1918. Mais sa résistance au déchirement reste inférieure. Il convient de considérer pour une étoffe sa *légèreté*, sa résistance à la *traction* et sa résistance au *déchirement*, qualités qui dépendent non seulement de la quantité de matière, mais aussi de la fabrication et de l'entretien. Les parachutes Salvator existent, par exemple, en deux qualités de soie, pesant l'une 38 grammes, l'autre 50 grammes au mètre carré. Le coton offre sur la soie l'avantage de mieux résister à l'action du soleil et de la pluie. Les rayons ultraviolets dévorent la soie, mais le coton est plus lourd. On le préféra longtemps en France, où les types Aviorex et Aerazur emploient un tissu ne pesant que 60 grammes au mètre carré pour une résistance de 720 kilogrammes au mètre. En Amérique, on lui reproche son manque de résistance au déchirement, *aux grandes vitesses de chute*. Nos constructeurs emploient d'ailleurs les deux genres de tissus, de telle sorte que ce choix n'offre point de prise aux controverses.



FIG. 1. — HARNACHEMENT ET CEINTURE DU PARACHUTE « SALVATOR »

Il se règle par la courroie et par la ceinture. Le système d'agrafage est représenté ici ouvert et soulevé. Le parachutiste pousse en avant la plaque de dessous et agrafe au maillon qui convient à sa taille. Puis il abaisse le couvercle en faisant détendre les deux touches.

Nous devons signaler cependant, au XIV^e Salon de l'Aéronautique qui vient de fermer ses portes, l'exposition d'une voileure Louis Vinay en soie naturelle *traitée* suivant un procédé particulier au constructeur qui a installé un atelier spécial de tissage. Cette voileure, pesant 45 grammes au mètre carré, offre une résistance au mètre de l'ordre de 850 kilogrammes, et sa conservation, aux dires des constructeurs, serait pratiquement indéfinie. Les derniers marchés du Ministère ont été passés pour des parachutes en soie.

Ouverture automatique

Le souci d'ouverture prête beaucoup plus à la discussion. La voileure se trouvant enclose dans un sac, deux actions consécutives s'imposent : *ouverture du sac* et *extraction de la voileure*. Si celle-ci est bien construite, bien pliée, en bon état et sèche, le vent se charge de la déployer à coup sûr, comme il le faisait dans les premiers parachutes utilisés par Pégoud et du type dit

« enlèvement », qui arrachaient l'aviateur hors de sa carlingue. Les parachutes actuels, du type « lancement », disposent de deux systèmes d'ouverture, isolément ou simultanément : un système *automatique* et un système *à main*.

Le fonctionnement automatique est assuré par une corde (câble de déclenchement) comportant un *fil à casser* et qui lie le parachute à l'avion. En sautant, le parachutiste tire sur le câble et le fil est rompu qui maintenait les pattelettes du sac. Les élastiques de rappel rabattent ces pattelettes et le sac s'ouvre. La voileure doit normalement s'en échapper d'elle-même, mais, pour assurer son extraction *immédiate*, certains inventeurs, comme Ors, font agir une *ficelle d'extraction* qui arrache un petit parachute auxiliaire et se rompt. Le petit parachute auxiliaire se déploie et tire la voileure. Son action est *secondaire*. Certains constructeurs le font sortir en substituant au jeu de la ficelle d'extraction celui d'un ressort.

Cette première méthode d'ouverture automatique ne demande aucune volonté à l'aviateur, hormis celle de sauter, mais une mauvaise fixation du câble à l'avion ou son



FIG. 2. — TYPE DE PARACHUTE DE SIÈGE « IRVIN » PORTÉ PAR UN PILOTE

A gauche, la poignée de commande à main.

accrochage intempestif peuvent présenter des risques.

Aussi, certains constructeurs, comme L. Vinay, établissent-ils un câble relativement court mais *élastique*, afin de permettre des déplacements aisés à l'aviateur qui en est équipé.

Ouverture commandée à la main

La seconde méthode, préférée dès le début par les Américains, laisse à l'homme qui saute le soin de commander lui-même l'ouverture. N'étant plus lié à l'avion par un câble, il a toute liberté de mouvement et peut sauter du côté qu'il veut, ce qui est appréciable lorsque l'appareil est dans une position anormale. Dans la chute désordonnée d'un avion désarmé, cette indépendance de l'aviateur devient précieuse. Elle exige de lui plus de sang-froid, car il lui faut tirer à bon escient sur la *commande à main*, dragonne qui pend sur son épaule ou poignée qu'il saisit à la ceinture. S'il agit trop tôt sur la corde, le parachute, préma-



FIG. 3. — HARNACHEMENT DU PARACHUTISTE MARCHENAUD, QUI SE JETA, EN PARACHUTE, DE LA HAUTEUR DE 7.500 MÈTRES

turément libéré, peut s'accrocher à la queue de l'avion. En revanche, un retard à l'ouverture importe peu si l'évasion a lieu à assez grande hauteur et la chute dans le vide ne semble pas engendrer de troubles physiologiques pour l'homme qui tombe. D'autre part, la vitesse de chute a une limite qui est, comme nous le verrons, de l'ordre de 250 kilomètres à l'heure.

Les Anglo-Américains accordent toutes leurs faveurs à l'ouverture commandée. Les

Russes en ont même fait un sport. Le record du genre a été battu par Jevdokimow qui s'élança de 8.100 mètres d'altitude pour commander l'ouverture à 200 mètres du sol seulement. Notons seulement que le rôle du parachute extracteur devient *capital* lorsque le câble de déclenchement n'est plus lié à l'avion, mais à la commande à main (1).

Type libre et types mixtes

Comme exemple de cette disposition, citons particulièrement le parachute *Irvin*, en service dans les forces aériennes d'Angleterre et des Etats-Unis. Il revendique le titre de « type libre » parce qu'il n'a aucune attache avec l'avion. Il a été spécialement conçu pour l'usage urgent d'un moyen de sauvetage commode pour l'évasion d'un avion qui n'est plus gouverné, quelle que soit sa position. L'évasion est évidemment plus sûre que lorsqu'il existe une attache quelconque.

Le pilote décide de l'ouverture du sac en agissant sur un anneau de tirage (*pull-ring*) placé en un endroit très accessible du harnachement. Si les circonstances l'exigent, l'aviateur peut faire une longue chute libre

(1) Le parachute Gravereaux emploie cet extracteur et use, en place de la ficelle altérable de fermeture du sac, d'un lien métallique libérable.

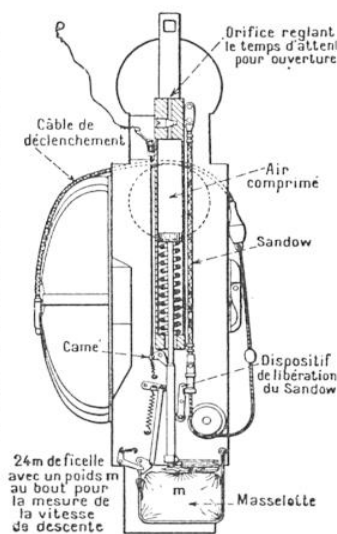


FIG. 4. — MANNEQUIN DE PARACHUTE « AERAZUR » AVEC DISPOSITIF AUTOMATIQUE D'OUVERTURE ET DE LARGAGE PERMETTANT DE MESURER LA VITESSE D'ARRIVÉE AU SOL

(*free drop*) destinée, soit à le mettre rapidement hors d'atteinte des débris de son appareil en feu, soit de lui éviter d'être dérivé vers la mer ou une région dangereuse par un vent qu'il a apprécié comme violent. Les constructeurs revendiquent les avantages de ce « type libre », surtout pour les pilotes militaires.

Les parachutes italiens Salvator disposent des deux systèmes d'ouverture. En France, les fabricants doivent de même les réaliser tous les deux. Les moyens d'ouverture du sac et de sortie de la voilure sont plus variés en raison du grand nombre de modèles. Notons la précaution prise par *Aviorex* pour obtenir une garantie supplémentaire en ce qui concerne le rabattement des pattelettes du sac. Les élastiques de rappel sont pourvus d'un système instantané d'agrafage qui permet de ne les mettre en place qu'au départ de l'avion. Les caoutchoucs conservent ainsi leur meilleure efficacité. Dans le système Irvin, le parachute auxiliaire (appelé *parachute-pilote*) a environ 75 centimètres de diamètre (30 pouces) contre 7 mètres environ pour la voilure principale. Les essais montrent que celle-ci peut se développer sous l'action du parachute-pilote mais sans garantie de temps. Le parachute-pilote joue donc un rôle précieux en assurant l'extraction rapide et le déploiement, au lieu et place de la ficelle d'extraction du système automatique dont nous avons parlé plus haut.

A propos d'un accident-type

On a souvent parlé, comme d'ailleurs pour beaucoup d'autres matériels français, de l'infériorité de nos parachutes comparés aux parachutes étrangers.

Ces critiques, faites souvent dans l'intention louable d'un avertissement, résultaient de jugements un peu sommaires autour de faits trop vite commentés, et sur une technique complexe connue de très peu de gens. Il est exact qu'au cours de l'année écoulée l'aviation française ait déploré des

accidents mortels et que le nombre des aviateurs sauvés par l'emploi des parachutes demeure encore trop faible. On a parlé de mauvaise fabrication, de conceptions désuètes, de l'inexpérience du personnel. Nous ferons justice des deux premières accusations, et nous donnerons à la troisième son véritable aspect, en examinant objectivement des cas types.

L'accident du sergent H... mit en présence les partisans et adversaires de la *ficelle d'extraction*. Cet aviateur s'écrasa au sol parce que, suivant divers témoignages, la corde d'extraction s'était enroulée autour de sa jambe et avait emmêlé la voilure. Sans cette ficelle « à casser », mais un ressort chassant le parachute extracteur, celui-ci aurait fait prendre à la voilure une *direction différente* de celle du câble de déclenchement et l'aurait développée. Les défenseurs de la ficelle à casser invoquent, en revanche, les accidents survenus à Maubeuge et à Redon où une jeune fille se tua, bien que les parachutes-pilotes fussent dotés de ressorts. En ce qui concerne l'accident H..., ils affirment que le sergent sauta à cheval sur le câble et se trouvait sur le dos lorsque la voilure sortit. Il la saisit, dit-on, à pleins bras et l'empêcha de s'ouvrir.

Mais les partisans du ressort font état d'expériences avec un *parachute mouillé*. Il offrit, pour sortir du sac, une résistance supérieure à celle de la ficelle qui, dans ces conditions, cassa sans extraire la voilure.

L'influence de la pluie ou du vent

Il convient de tenir compte de cette dernière éventualité, surtout en temps de guerre où les précautions contre l'humidité sont plus malaisées à prendre.

Même remarque pour les raids ou les longs voyages. Lorsque Le Brix et Rossi durent sauter hors de leur avion désemparé par la tempête, au-dessus des monts de Birmanie, il arriva que le parachute de Rossi fût mouillé par les averses qui ruisselaient sur sa combinaison de cuir et ne s'ouvrit qu'après 500 mè-

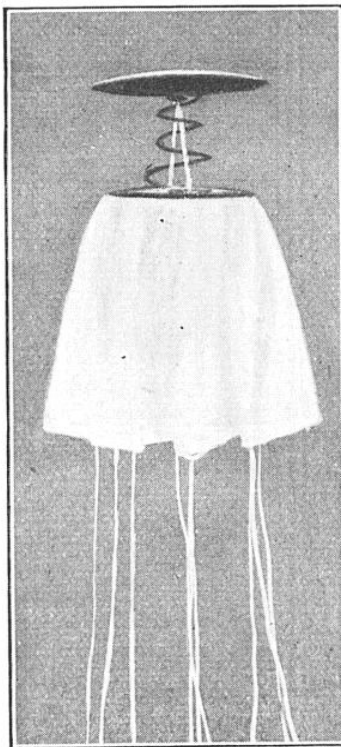


FIG. 5. — SYSTÈME D'ÉJECTION A RESSORT POUR PARACHUTE « SALVATOR »

tres de chute, trop près du sol, où la descente brutale valut au pilote de graves blessures. L'avantage de la commande à main et du parachute extracteur à ressort apparaît, dans ces cas spéciaux, comme dans celui où des rafales de vent soufflent sur la voile, qui s'entortille autour du sac. Parfois, ces rafales collent une moitié de la calotte dans l'autre moitié ouverte. Le côté rebelle parvient toujours à s'ouvrir dans le cas de voilures sphériques. Mais le coup de vent fait encore courir le risque d'accrochage dans l'avion ou d'enroulement des cordes, toujours assez longues (1 m 50 de libre) dans la disposition automatique.

Les parachutes Irvin confient leur déploiement à l'action d'une petite voile pilote à nervures d'acier, *pliée sous tension*. Ces nervures le projettent hors du sac dès que le pilote tire sur la poignée de commande fixée à sa ceinture et la voile se déploie *loin de lui*.

Les parachutes italiens et français, usant des deux systèmes d'ouverture accouplés, répondent à toutes les éventualités.

Le parachute A. L. O. Z. emploie la ficelle d'extraction (ou ficelle à casser), même avec la commande à main. Une disposition spéciale permet à cette ficelle de se dégager lorsque fonctionne le système automatique. Elle est *coupée* en même temps que la ficelle de fermeture pour l'ouverture commandée. Partisan de la ficelle à casser, l'inventeur Jean Ors estimait que, grâce à elle, un parachute quel qu'il soit, bien ou mal plié, depuis peu ou longtemps, s'ouvre infailliblement. Ajoutons que, comme l'ancien parachute Ors, le système A. L. O. Z., qui en dérive,

est muni de *cerceaux* qui rendent impossible la *descente en torche* de la voile, même avec un poids et une vitesse faibles.

Conditions du saut

En dehors de ces considérations de construction, assez variées, il importe de faire du parachute bon usage et de sauter convenablement hors de l'avion. La correction du saut dépend évidemment des commodités du mouvement de l'usager. A cet effet, et suivant l'aménagement de son habitacle ou le genre de mission à accomplir à bord, l'aviateur use d'un *parachute siège*, d'un *parachute dorsal* ou d'un *parachute ventral*. Le sac dorsal est plus long et plus mince que le sac siège (60 cm x 10 cm, contre 40 cm x 18 cm pour *Aviores*). Dans le type Irvin, le premier (*back pack*) est également prévu pour les ballons, le second (*seal pack*) pour les pilotes en général, le modèle ventral (*lap pack*) pour les photographes et mitrailleurs, sur les genoux desquels il repose quand ils sont assis.

A ces trois modèles essentiels, on peut ajouter le *parachute dossier*, modèle dorsal, qui retombe au-dessous des reins quand l'usager se lève ; le sac à *agrafage rapide*, pour ceux qui ne peuvent porter constamment leur bouée de sauvetage dans leur travail à bord (mécaniciens), et, enfin, le *vêtement parachute* où le sac est, en quelque sorte, inséré dans la combinaison de cuir (modèles Vinay, Aerazur, A. L. O. Z., etc.).

Au XIV^e Salon de l'Aéronautique, on vit un exemplaire du parachute « valise » S. L. G. (adopté par l'équipage de l'*Arc-en-Ciel*) et qui peut être attelé en dorsal, siège, ventral ou accroché latéralement.

Vinay a établi un modèle dorsal à cuirasse d'aluminium, pour supprimer tout risque d'accrochage.

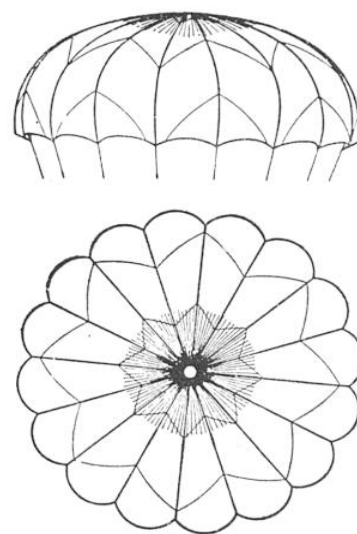


FIG. 7. — VOILURE « SALVATOR » A TROU ÉLASTIQUE, DONT LE DIAMÈTRE PASSE DE 18 A 15 CENTIMÈTRES AU MOMENT DE L'OUVERTURE

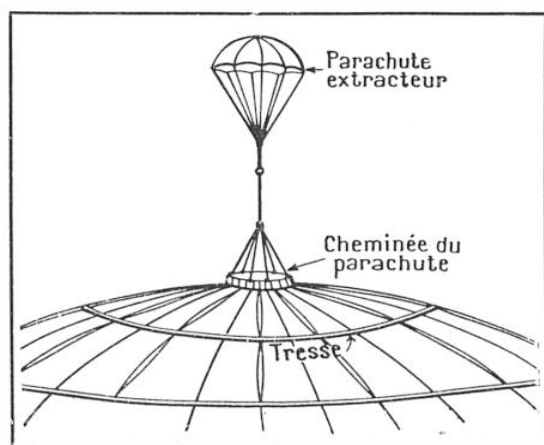


FIG. 6. — COMMENT LE PARACHUTE EXTRACTEUR EST FIXÉ A LA CHEMINÉE DU PARACHUTE DONT IL ASSURE L'EXTRACTION

Ainsi, le choix ne manque pas. Cependant, en septembre, lorsque le pilote Durmon ordonna à son radio Roger Henry de s'évader de l'avion menacé par l'incendie en vol, celui-ci éprouva quelque difficulté à *boucler son harnachement*, puis à *ouvrir la porte d'embarquement* bloquée par la poussée de l'air, et, une fois lancé dans l'espace, il se trouva fort préoccupé de maintenir ses bretelles et sa ceinture, *de peur de passer au travers*. Ce radio, seul passager de la *Belle-de-Nuit*, aéronef à dix places, normalement piloté dans une carlingue fermée, donc dans une situation confortable, éprouvait donc des difficultés pour utiliser son parachute d'un modèle adopté par l'armée de l'air. Roger Henry s'en tira sans mal, et Durmon sauva son appareil.

Le matériel et le personnel

Cet exemple nous permet de montrer que, dans l'établissement d'une bouée aérienne, aucun détail ne doit rester imparfait et que le problème est vaste et minutieux. Il nous fait, en outre, toucher du doigt une des raisons des critiques actuelles, car si les constructeurs revendiquent des progrès remarquables au cours de ces trois dernières années, et la mise au point de parachutes de 7 kilogrammes et de 12 litres de volume, le matériel en service dans nos forces aériennes date toujours (pour la plupart des formations) de 1928 et pèse 12 kilogrammes pour un volume encombrant de 22 litres. Dans le dessein d'y remédier, l'Etat, négligent, a autorisé la mise au point des parachutes soie (plus chers) et leur présentation dans des *concours*. Malheureusement, ces concours ont engendré des polémiques et des protestations qui firent perdre beaucoup de temps, sans apporter la solution attendue et sans déterminer l'Etat à une décision. Nous en dirons les défaillances après l'examen complet de la technique du parachute. Mais, à cette question du matériel, on peut associer celle de l'entraînement du personnel, qui paraît

insuffisant. Cet entraînement tient large place dans la sécurité. On cite le cas d'un pilote américain (pourtant libre) qui tomba pendant 700 mètres en tirant, par erreur, sur une boucle quelconque de son harnais au lieu de saisir la poignée de commande à main. On cite aussi le cas de Louis Bucquet, grand pilote, qui se tua parce que sa ceinture était mal serrée ; il passa au travers pendant la chute.

La manière de sauter dépend des facilités permises par les habitacles. Certains avions militaires les aménagent judicieusement. Ainsi, le « Bréguet-27 » offre au pilote comme à l'observateur deux portes latérales pour

l'évasion et leur permettant d'éviter facilement d'accrocher l'empennage. Peu importe qu'on se jette dans le vide tête ou pieds en avant (les parachutistes professionnels adoptent les deux méthodes). On sera bientôt les jambes en rétraction et la tête en bas,

car c'est elle qui présente le plus de densité. Quelques cabrioles peuvent précéder cette attitude, mais elles sont *plus brèves qu'en aucun cirque*.

L'homme qui tombe

Lorsque le saut a été fait dans de bonnes conditions et que les systèmes de déclenchement ont normalement fonctionné pour sortir la voile, le vent s'engouffre dans celle-ci qui se *déploie* assez vivement. La vitesse de chute est brusquement réduite par l'afflux d'air qui fouette la toile à la manière d'un fouet que l'on fait claquer. Il y a là un nouvel instant critique, car la violence de cet arrêt agit, d'une part, sur la toile et, d'autre part, sur l'aviateur, qui éprouve un choc par les bretelles qui l'attachent au sac. Ce choc varie avec le poids de l'aviateur, la nature du parachute et la vitesse avec laquelle il tombe au moment de l'ouverture.

La promptitude à l'ouverture est de l'ordre de *deux secondes*, ce qui correspond à une chute libre de 20 mètres, avec l'ouver-

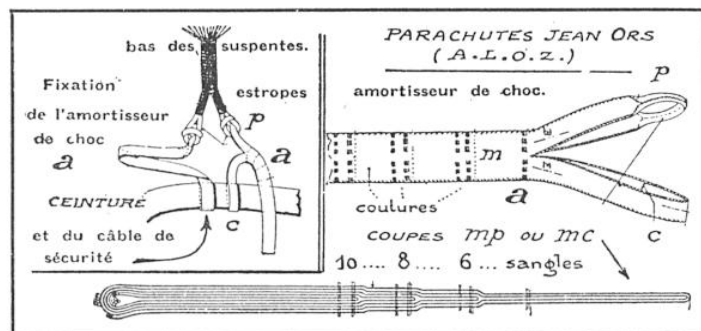


FIG. 8. — DISPOSITIF D'AMORTISSEMENT DU CHOC A L'OUVERTURE DU PARACHUTE « JEAN ORS »

Cet amortisseur, placé entre les suspentes et la ceinture, consiste en un assemblage de sangles en nombre croissant, de telle sorte que l'effort à l'ouverture en déchire deux, puis quatre, puis six, etc.

ture automatique. Les usagers du parachute Irvin donnent une moyenne de 1 seconde 3/5 à partir du moment où la main agit sur la commande du câble de déclenchement (ceci explique que le lieutenant Walter Lees, des U. S. A., ait pu sauter à 45 mètres du sol seulement et rester sauf).

Il importe donc d'analyser ce qui se passe pendant la chute libre qui, pour des raisons diverses, peut être prolongée. Une personne ordinaire, équipée d'un parachute dorsal, sautant la tête la première, les bras collés au corps, atteindrait une vitesse de l'ordre de 420 kilomètres à l'heure après 1.200 mètres de chute. En revanche, si elle pouvait demeurer horizontalement et bras et jambes écartés, cette vitesse se réduirait à 168 kilomètres. L'essai officiel de H. E. Manning, à Los Angeles, donna la durée de 46 secondes pour 500 mètres de descente libre,

soit une moyenne de 360 km-heure. On peut donc considérer que, dans l'ensemble des cas où le parachutiste ne s'impose aucune attitude spéciale, et notamment en cas d'accident, l'homme qui tombe atteint une vitesse limite de l'ordre de 200 à 250 km-heure. Il en résulte ce fait capital qu'au moment du saut, hors d'un avion rapide, il est projeté à une vitesse sensiblement plus grande que celle de sa chute libre et que, pour réduire au minimum le choc au moment du déploiement de la voile, il a intérêt à attendre quelques secondes afin de perdre un peu de sa vitesse d'entraînement. Cela devient encore plus

nécessaire quand il saute hors d'un appareil en perdition, qui pique vers le sol à des allures qui peuvent varier de 300 à 700 km-heure. Ce dernier cas est celui des pilotes d'essais américains, comme le lieutenant Doolittle, qui poussent le piqué des appareils jusqu'aux conditions de rupture des ailes. Mais ce sont là des circonstances limites, différentes des conditions ordinaires d'utilisation.

Le choc à l'ouverture

Une ouverture trop rapide devient donc dangereuse à bord d'appareils en grande vitesse, et il s'ensuit que la commande à main, qui permet à l'usager de retarder cette ouverture, semble préférable à la disposition automatique. En installant les deux systèmes, on répond aux exigences de l'aviation moderne.

Mais cette précaution ne suffit pas, car le choc à l'ouverture reste toujours important et, d'autre part,

un accident à basse altitude ne laisse pas le temps de retarder le déclenchement si besoin est. La preuve en est que le modèle Irvin prévoit l'ouverture immédiate et la possibilité de supporter l'effort résultant d'un poids de 90 kilogrammes tombant à une vitesse de 400 milles (640 kilomètres) à l'heure.

Pour réduire cet effort, le type Irvin recourt, d'une part, à la porosité de la soie employée (porosité qui ne doit, d'ailleurs, pas dépasser une certaine valeur), et, d'autre part, à une disposition de voile non tendue. Les panneaux d'étoffe de la voile sphérique

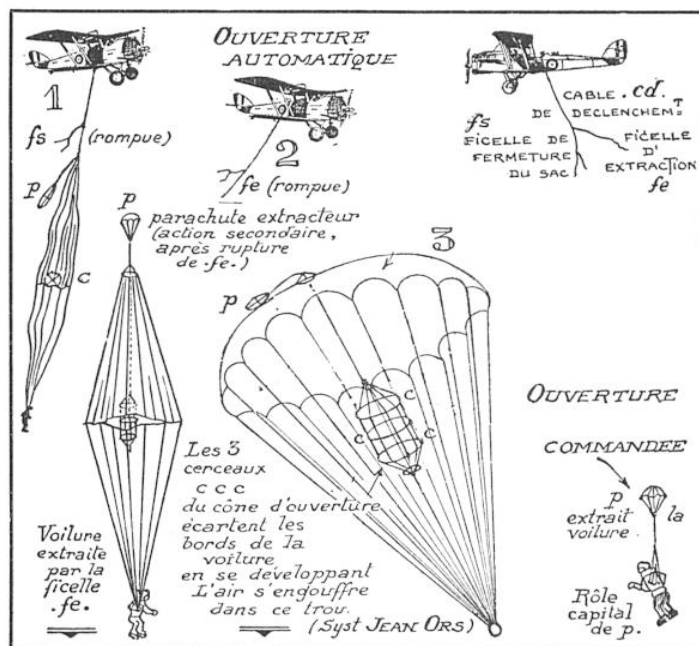


FIG. 9. — DIFFÉRENTS SCHÉMAS MONTRANT LE FONCTIONNEMENT D'UN PARACHUTE A DOUBLE SYSTÈME D'OUVERTURE (AUTOMATIQUE ET A MAIN)

A droite, on voit le câble de déclenchement, auquel sont fixées la ficelle d'extraction et la ficelle de fermeture du sac. C'est cette dernière (fs) qui se rompt tout d'abord, permettant l'extraction du parachute (schéma 1). La seconde se rompt par la suite, permettant le déploiement du parachute, grâce au parachute extracteur. En bas, à droite, fonctionnement du parachute extracteur, en cas d'ouverture commandée à main.

sont faits un peu plus larges que ne l'indiquent les plans, de sorte que les cordes tendues sur la calotte prennent l'aspect d'un motif de nervures. L'étoffe lâche amortit le choc à l'ouverture, auquel une voilure tendue laisserait toute sa brutalité. Il importe d'ailleurs que la fatigue imposée au matériel reste *uniforme* en vertu de l'ancien dicton : *Une chaîne n'a pas plus de résistance que son anneau le plus faible.*

Le parachute italien ne se contente pas de l'usage d'un tissu non tendu ; il adopte, en outre, pour l'amortissement du choc, la *calotte déformable* munie, au sommet, d'une ouverture à *bords élastiques*, dont le diamètre varie de 18 à 95 centimètres au moment du déploiement, laissant ainsi passer une grande partie de l'air qui provoque le choc. Ces dispositions ont remplacé la manche élastique prévue auparavant, dans le même but, sur le *Salvator*.

En France, où la faveur reste au *tissu tendu*, et où l'on réalise parfois une *progressivité* favorable du déploiement de la voilure, on adopte, d'une part, la *voilure à fentes* et, d'autre part, l'*amortisseur de choc* proprement dit, dont le parachute Ors donne un ingénieux exemple. Cet amortisseur, placé entre les suspentes et la ceinture, consiste en un assemblage de sangles en nombre croissant, de telle sorte que l'effort à l'ouverture en déchire deux, puis quatre, puis six successivement, jusqu'aux douze sangles, et se trouve ainsi fractionné et peu à peu absorbé par ces déchirures, qui lui opposent une résistance croissante. La résistance de la voilure au choc dépend beaucoup de la fabrication (spéciale) et de l'emploi du tissu. Le *Salvator*, par exemple, exige une main-d'œuvre assez délicate : le tissu de soie (qui résiste à 6 à 700 kilogrammes en chaîne et trame au mètre carré) est coupé en *diagonale*, et ces panneaux, assemblés ainsi de biais, s'allongent très bien. La voilure Ors à feutre circulaire fait qu'aux grandes vitesses le parachute s'ouvre plus lentement, ce

qui améliore les conditions d'utilisation.

Notons enfin que quelques constructeurs, comme Vinay, revendiquent un amortissement suffisant par l'établissement judicieux d'une voilure absorbant le choc. Il est certain qu'en principe mieux vaut recourir à l'amortissement *aérodynamique* qu'à l'amortissement *mécanique* du choc à l'ouverture.

En pratique, nous croyons à la sagesse d'un compromis entre ces deux méthodes (1).

La descente et l'atterrissage

La diversité des formes de voilures proposées montre l'impuissance du calcul à déterminer la voilure théorique. Il a tout au plus permis de déterminer la méridienne optimum d'une voilure descendant en air calme sous l'action d'un poids fixé. C'est un élément de base. L'ingéniosité et l'expérience des constructeurs a fait le reste pour obtenir les résultats exigés, à savoir une vitesse de descente inférieure à 7 m 50 par seconde pendant les 24 derniers mètres. Beaucoup de parachutes français donnent des résultats meilleurs (entre 4 m 50 et 6 m 50 par seconde), fort appréciables quand l'usager (ce fut le cas d'Haegelen), qui a rarement le corps vertical, atterrit sur le ventre. La *stabilité* des parachutes offre également grand intérêt. On l'obtient au moyen de feutres, comme dans le modèle A. L. O. Z., qui amortissent le balancement,

et d'une disposition judicieuse de la cheminée.

La possibilité de faire atterrir un parachute dans un endroit fixé dépend surtout de la capacité du parachutiste pour *diriger* sa bouée en la déformant par traction sur certaines suspentes et de la *dégonfler* aux approches du sol. On peut même arriver à faire une *glissade* avec un parachute sphérique. Le parachute de forme *triangulaire* employé en Amérique, et qui paraît assurer

(1) En avril 1934, Sadi-Lecointe fut durement éprouvé par le choc à l'ouverture. Plusieurs grands pilotes estiment l'amortisseur indispensable. Les parachutes A. L. O. Z. récemment homologués en sont pourvus.

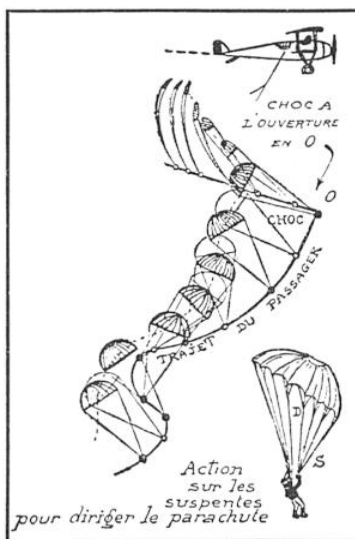


FIG. 10. — SCHÉMA MONTRANT COMMENT PRENNENT NAISSANCE LES MOUVEMENTS PENDULAIRES AUXQUELS SONT SOUMIS LES PARACHUTES

Sous l'effet de la force d'inertie, le corps du passager est entraîné dans le sens de direction de l'avion, tandis que le parachute est freiné. La position oblique prise par le corps amorce alors un mouvement pendulaire que le passager peut freiner en agissant sur les suspentes.

un long amortissement et une descente plus lente, possède une *queue-cheminée* par où l'air s'échappe, d'où un effet de réaction qui lui permet une vitesse de *planement* de 5 km-heure.

Enfin, pour éviter d'être traîné au sol, ce qui peut être dangereux en terrain varié, les parachutistes ont recours au dégrafage rapide de la ceinture à boucle spéciale, qui assure le désharnachement instantané et qu'on voit sur tous les modèles de parachutes français.

Le choix et les concours

Dans l'ensemble, donc, nos parachutes n'ont rien à envier aux étrangers. Ils ont prouvé leur valeur au dernier concours international en Roumanie, où ils obtinrent la première place alors qu'un parachute américain fut déchiré et qu'un modèle italien éprouva des ruptures de suspentes au lancer du mannequin de 205 kilogrammes à 160 km-heure.

Lors des concours entre constructeurs français, le Nieuport, spécialement prévu pour les essais, fut remplacé par un Gourdon, un peu plus rapide, et accepté verbalement par les concurrents. Certains d'entre eux, malchanceux ou mal classés, n'en protestèrent pas moins, à l'aide d'arguments plus administratifs que techniques, et l'Etat, indécis, ne fit aucune commande et ne trancha pas la question — ce qui valut aux formations de conserver un matériel désuet, et à l'industrie du parachute de subir un lourd préjudice. Le concours fut alors remplacé par l'homologation, pure et simple, qui présente maints inconvénients.

En août 1934, enfin, une commande de 1.200 parachutes modernes, répartie entre les constructeurs A. L. O. Z. et Vinay, fut faite par le ministre de l'Air pour rem-

placer le matériel désuet. A cette heure, la commande dépasse 2.000 exemplaires d'appareils vraiment modernes.

Il est assez regrettable d'ailleurs qu'en France les moyens se trouvent divisés entre sept constructeurs, alors qu'en Italie ou en Angleterre un seul constructeur bénéficie des essais et des commandes. Une union paraît opportune, d'autant plus qu'un matériel de sauvetage tel que le parachute relève plus des sentiments d'humanité que des intrigues de la concurrence.

Essais minutieux

Après l'Italie et l'Angleterre, l'Allemagne (qui ne nous présente rien d'exceptionnel) compte parmi les nations effectuant les recherches les plus complètes et les plus précises, notamment sur les lancers à *grande vitesse* qui importent au premier chef. Ces recherches confirment la valeur des voilures sphériques.

Aucune soufflerie aérodynamique n'a



FIG. 11. — PARACHUTISTE SAUTANT D'UN APPAREIL EN VOL, A L'ÉCOLE SPÉCIALE D'APPRENTISSAGE DU SAUT EN PARACHUTE DE TUSHINO, PRÈS MOSCOU

Les élèves sautent d'abord deux fois du haut d'une tour spécialement construite, puis, sous la conduite d'un moniteur qualifié, s'élancent d'un avion à diverses altitudes.

été jusque là pratiquement réalisée pour étudier les *lois du mouvement d'ouverture*, capitales en la matière. Un constructeur français cherchait à y parvenir à l'aide du *cinéma* et d'un mannequin *lumineux*, mais les services techniques accumulèrent devant lui les obstacles. En revanche, le mannequin automatique Aerazur déclenchant l'ouverture avec un retard fixé d'avance a permis d'utiles observations ; un dynamomètre à billes enregistre le choc à l'ouverture. Le même fabricant a poussé à fond les essais de *résilience* à l'aide d'un mouton-pendule qui agit en percussion (essais indispensables pour compléter les essais de traction des étoffes), et les essais de *porosité* au moyen d'un ventilateur centrifuge sur la base duquel on place l'étoffe. Des prises pour manomètres sont prévues de part et d'autre

de cette éprouvette-diaphragme et un anémomètre mesure la vitesse de sortie de l'air.

Les essais, en France, sont plus sévères qu'à l'étranger. On peut dire que les parachutes se différencient surtout par leur poids, leur volume et les qualités de leur équipement.

En revanche, il semble que tout soit encore à faire pour habituer aviateurs et passagers à l'emploi de la bouée aérienne. Alors que le parachute Irvin totalise 20.000 descentes volontaires, en France on commence seulement à s'habituer à considérer le parachute comme un engin normal, et un compagnon de voyage. L'Aéro-Club de Paris qui, en octobre 1934, organisa une école de parachutistes, donna un salubre exemple.

Après l'accident du pilote d'essai Gustave Lemoine, où les obscures conclusions d'enquête laissent un doute sur l'action du pilote (qui n'aurait pas agi sur sa commande à main) et sur l'état du couteau qui devait sectionner la ficelle de fermeture, le général

Denain, ministre de l'Air, prit des mesures opportunes en prescrivant chaque mois non seulement la *vérification* de l'équipement, mais *l'essai de la commande d'ouverture* par l'utilisateur. Il prescrivait aussi de *nombreux exercices à terre* afin de *créer des réflexes* pour que la main puisse atteindre sans tâtonnement la poignée ou la dragonne, et que les *muscles des bras* soient entraînés à fournir l'effort nécessaire pour agir d'un coup sec.

Le parachute « Aviorex 801 », présenté au Salon de 1934, disposait d'un déclenchement à main adapté à la ceinture et combiné pour être utilisé avec n'importe quelle main.

Dans quelques années, quand le public sera habitué au parachute, celui-ci acquerra droit de cité dans les aéronefs de transport. Actuellement, cet usage n'est pas encore défini et le facteur psychologique joue, cependant que, sur les paquebots, on trouve toute naturelle la présence des ceintures et des canots de sauvetage.

EDMOND BLANC.

On cherche un peu partout, pour la locomotion aérienne, à résoudre le problème de l'ascension et de la descente verticales, ainsi que du vol au point fixe par « le plus lourd que l'air », le problème de la sécurité dépendant avant tout de la maîtrise de la vitesse dans le plan horizontal et dans le plan vertical. Dans cet ordre d'idées, l'ingénieur français Oehmichen réussit le premier à exécuter l'ascension et la descente rigoureusement verticales avec un appareil de son invention (1). Transformé par la suite, cet appareil aérien a abouti à son hélicostat : un ballonnet allongé de 400 mètres cubes, une carlingue renfermant un moteur de 40 ch actionnant cinq hélices, dont deux sont sustentatrices et deux tractives, la cinquième étant évolutive. La force ascensionnelle de cet hélicostat était obtenue moitié par le moteur, moitié par le gaz (hydrogène) gonflant le ballonnet, qui, en outre, stabilise ou freine l'appareil (rôle d'un parachute), tout en permettant le déplacement horizontal. Mais l'inventeur va faire beaucoup mieux : il supprime l'hydrogène, réduit le ballon à un fuseau de petites dimensions rempli d'air ou même en communication avec l'air. Il obtient ainsi un appareil fuselé de très faible encombrement ayant de grandes qualités de vitesse et de charge utile, — parfaitement stable et maître absolu de sa vitesse. C'est là une application d'un principe analogue à celui qui assure la stabilité et l'équilibre des oiseaux. Cette machine volante fort ingénieuse permet maintenant d'éviter les *pertes de vitesse*, de réaliser, sur tout terrain, *l'atterrissage vertical*, d'assurer la *sécurité* sans intervention d'un mécanisme quelconque (2). La vitesse et la charge utile seront égales à celles des avions de même puissance. Le ministère de l'Air a encouragé la construction d'appareils de démonstration, dont nous reparlerons bientôt. Notre collaborateur, le commandant Laboureur, exposera ici, en détails, les résultats obtenus. Ils doivent marquer une étape intéressante dans l'évolution des procédés de navigation aérienne.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 198, page 489.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 379.

LE CABLE A HUILE TRANSFORMERA-T-IL LE PROBLÈME DU TRANSPORT DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ?

Par J. BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
INGÉNIEUR DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ

Jusqu'à ces dernières années, le transport de l'énergie électrique à haute tension s'effectuait presque exclusivement par lignes aériennes. La mise au point toute récente de câbles isolés à « circulation d'huile » permet aujourd'hui d'envisager l'utilisation de canalisations souterraines à des tensions dépassant 200.000 volts. Mais, à l'heure actuelle, ces lignes souterraines coûtent encore quatre à cinq fois plus cher que les lignes aériennes, et, d'autre part, des difficultés techniques s'opposent encore à leur emploi sur de longues distances (de l'ordre de plusieurs centaines de kilomètres). Aussi ne les utilise-t-on guère, jusqu'à présent, que dans les agglomérations où elles suppriment tout danger d'électrocution par contact et assurent une exploitation d'une régularité parfaite (elles sont à l'abri des perturbations atmosphériques). Il est cependant permis d'envisager, — d'ici quelques années, — avec le progrès technique incessant, l'emploi des câbles à huile dans la distribution généralisée de l'énergie électrique.

LE transport de l'énergie électrique à haute tension s'effectue soit par lignes aériennes, soit par canalisations souterraines. Les premières sont de beaucoup les plus répandues, parce que plus économiques et convenant mieux aux grandes distances. Les canalisations souterraines, cependant, ont pris, au cours de ces dernières années, un développement considérable. Elles présentent sur les lignes aériennes un certain nombre d'avantages.

D'abord, au point de vue technique, la sécurité de leur exploitation est supérieure à celle des lignes aériennes. Elles sont, en effet, à l'abri des perturbations d'origine atmosphérique, coups de foudre et surtensions. Avec elles, plus de poteaux renversés par la tempête, plus de lignes rompues ni d'isolateurs brisés. Mais c'est surtout au voisinage des agglomérations que les canalisations souterraines sont appréciées, car elles permettent de réaliser d'importantes économies en évitant de longs détours et des expropriations de terrains onéreuses. Enfin, elles suppriment tout danger d'électrocution par contact.

Grâce aux progrès de la technique dans ces dix dernières années, les câbles souterrains peuvent fonctionner sous des tensions de plus en plus élevées. Alors qu'en 1920 on ne dépassait que rarement 15.000 ou 20.000 volts, les installations des tensions

de l'ordre de 60.000 volts sont déjà très nombreuses, et nous verrons que, grâce à une technique nouvelle, celle des câbles à huile fluide, on a pu construire des câbles à 100.000, 132.000, et même 220.000 volts.

Comment on fabrique les câbles isolés au papier

A l'origine, le câble destiné à transporter des courants électriques sous quelques milliers de volts était fabriqué de la manière suivante, qui paraissait la plus simple : un conducteur de cuivre était placé au centre d'un tube de plomb, l'espace libre étant rempli d'huile. Pour éviter les déplacements du conducteur, des perles de verre le calaient tant bien que mal. Inutile d'énumérer les inconvénients d'un procédé aussi primitif. Le câble ainsi constitué était d'une grande fragilité et ne convenait que pour de très courtes distances. Ceci remonte aux années voisines de 1890, véritable préhistoire pour l'industrie électrique. L'histoire commence avec le câble isolé au papier imprégné d'huile qui était encore le seul employé il y a quelques années.

En principe, dans un câble, on remplace la rigidité électrostatique de l'air — qui est très faible — par celle d'un isolant qui en possède une remarquable (l'épaisseur nécessaire pour 60.000 volts passe de plusieurs décimètres à 1 centimètre environ). On

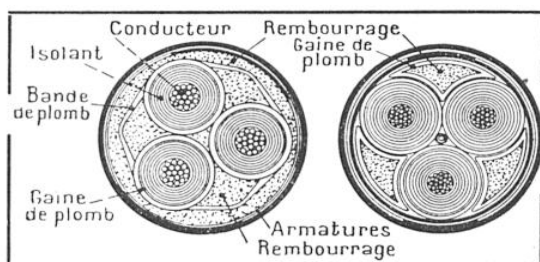


FIG. 1. — COUPES DE CABLES TRIPOLAIRES MONTRANT LA DISPOSITION DES CONDUCTEURS ET DES ISOLANTS

A gauche, une bande de plomb reliant les gaines assure un meilleur contact calorifique avec le milieu extérieur. A droite, le rembourrage lui-même est entouré d'une gaine dans le même but.

doit donc obtenir et garder l'isolant à l'état pur, non au point de vue strictement chimique, mais au point de vue électrique ; d'où la nécessité d'éliminer toute trace d'air et d'eau avant de procéder à l'imprégnation, et de placer ensuite l'ensemble conducteur et isolant dans une gaine étanche de plomb.

Voici la méthode, aujourd'hui classique, suivie pour fabriquer un câble électrique.

Le conducteur est constitué par un toron de fils de cuivre que l'on recouvre de bandelettes de papier (papier spécial de cellulose et de manille de chanvre) enroulées sur lui en hélice. Pour construire un câble triphasé, on assemble trois torons rubanés en les calant par des bourrages et en recouvrant l'ensemble, s'il y a lieu, d'une nouvelle ceinture de bandelettes de papier. Pour sécher le câble ainsi préparé, on le place dans une cuve hermétique chauffée par un serpent de vapeur et dans laquelle on fait le vide. Par l'effet combiné de la chaleur et du vide, toute l'humidité du câble est pratiquement éliminée. On laisse alors pénétrer dans la cuve l'« imprégnant », formé d'huiles de vaseline épaissies par des résines et que l'on sait aujourd'hui obtenir à un extrême degré de pureté. Lorsque l'imprégnation est terminée, on laisse refroidir le câble à l'air libre, avant de le recouvrir de sa gaine extérieure en le faisant passer à la presse à plomb.

On voit qu'il est difficile, sinon impossible, d'éviter les occlusions gazeuses dans la masse de l'isolant, d'une part, parce que le vide dans la cuve ne peut être parfait ; d'autre part, parce que l'« imprégnant » contient toujours une certaine quantité de gaz dissous qui sont libérés pendant l'imprégnation, et, enfin, parce que, après la mise sous plomb, l'isolant, qui n'était pas

complètement refroidi après cette opération, se contracte en laissant des vides.

D'autres vides peuvent encore se produire pendant le fonctionnement du câble. En effet, pendant le passage du courant dans le conducteur, le câble s'échauffe et l'huile, qui a un coefficient de dilatation bien supérieur à celui du papier et du plomb, détend la gaine de plomb. Au refroidissement, le plomb revient un peu sur lui-même, l'huile se contracte intensément, et comme les pressions qui entrent en jeu ne sont, en tout cas, pas supérieures à la pression atmosphérique, elle peut laisser de nouveaux vides.

Ce sont ces défauts localisés qui limitent la tension de fonctionnement des câbles. En effet, un champ électrique trop intense régnant à l'endroit où se trouve une bulle d'air peut y provoquer une décharge. Les vapeurs d'huile à très faible pression qui viennent remplir les vides s'ionisent et des effluves peuvent prendre naissance, amenant des transformations de l'huile et du papier, en particulier la carbonisation de celui-ci, phénomène désastreux qui le fait passer de la catégorie des isolants à celle des conducteurs.

Dans le cas du courant alternatif (seule forme industrielle aujourd'hui du transport de l'énergie sous haute tension), l'isolant travaille constamment et risque fort de se modifier sous l'effet des contraintes qui en résultent : attractions et répulsions périodiques. On ne saurait mieux le comparer qu'à

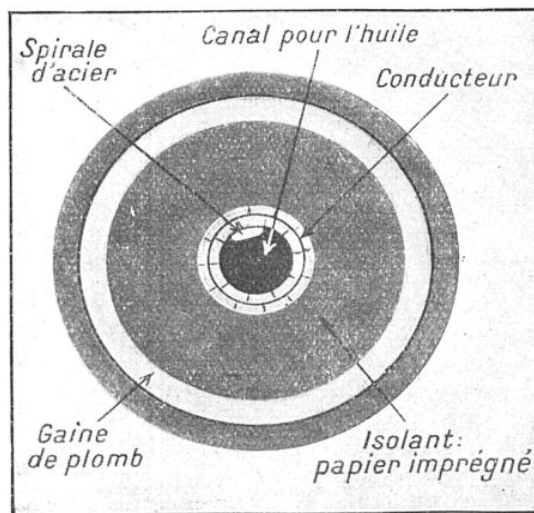


FIG. 2. — COUPE D'UN CÂBLE A HUILE AVEC CANAL CENTRAL ET SPIRALE D'ACIER. Un câble de ce type est employé par l'Union d'Electricité, entre Villejuif et Chevilly.

un ressort bandé et détendu à une cadence régulière. Le champ électrique change, en effet, constamment d'orientation et d'intensité (100 fois par seconde avec le courant habituel à 50 périodes). Il n'est donc pas étonnant qu'un câble ayant supporté victorieusement des essais sous une tension triple de la tension de service vienne à « claquer » (expression consacrée) sous cette simple tension au bout de quelques mois.

Signalons un autre danger qui guette les câbles : lors d'appels brusques de courant, des phénomènes vibratoires, dus à l'énorme capacité électrostatique des câbles et analogues aux coups de bélier des conduites d'eau, se produisent en entraînant, en certains points, des surtensions parfois considérables.

Un progrès important : le câble métallisé pour haute tension

Dans le cas d'un câble triphasé, où trois conducteurs sont placés dans la même gaine de plomb, le champ électrique résultant varie à la fois en grandeur et en direction, alors que, dans un câble monopolaire, il est toujours radial, grâce à la gaine de plomb qui, demeurant au potentiel 0, joue le rôle de surface équipotentielle. Chaque point de l'isolant se trouve ainsi soumis à une contrainte électrique variable, particulièrement dangereuse lorsqu'elle s'exerce dans le sens de moindre résistance, c'est-à-dire parallèlement aux couches de papier.

Aussi, dès que la tension de la distribution dépasse une certaine valeur, 25.000 volts en général, utilise-t-on des câbles « métallisés », dans lesquels chaque conducteur, avec les bandelettes de papier qui le protègent, est entouré d'une bande de papier « métallisé », c'est-à-dire doublé d'une mince pellicule d'aluminium. Ces papiers métallisés sont en contact avec la gaine de plomb qui recouvre l'ensemble et, par conséquent, maintenus au potentiel 0. Ils jouent donc le

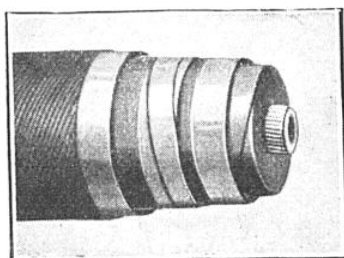


FIG. 3. — VUE DE L'EXTRÉMITÉ DU CABLE FIG. 2

rôle de surfaces équipotentielles et, au point de vue répartition du champ électrique dans l'isolant, tout se passe comme si chaque conducteur était isolé : le champ est fixe en

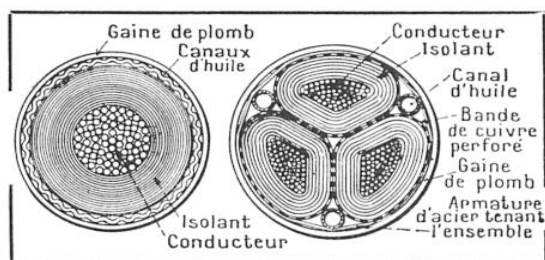


FIG. 4. — COUPES DE DEUX TYPES DIFFÉRENTS DE CABLES A CANAUX D'HUILE

A gauche, câble monopolaire avec canaux d'huile sous la gaine de plomb. A droite, câble triphasé à conducteurs en forme de secteurs et canaux d'huile entre les câbles élémentaires (type employé à Cincinnati, Etats-Unis d'Amérique).

direction et s'exerce radialement, dans le sens du maximum de résistance de l'isolant. Les bourrages de papier, qui servent au calage des conducteurs dans le câble triphasé et peuvent contenir de nombreux défauts, échappent ainsi aux phénomènes électrostatiques.

On arrive par ce procédé à des tensions de fonctionnement de l'ordre de 50.000 à 60.000 volts. Au-dessus, la fabrication d'un câble triphasé, quoique possible au point de vue électrique, cesserait d'être économique, car le diamètre et le poids du câble deviendraient trop grands.

On a alors recours à des câbles monopolaires en nombre suffisant.

Naturellement, plus la tension est élevée, plus l'isolant doit être compact. On est tenté de dire : puisque nous ne sommes pas absolument sûrs de l'isolant, augmentons son épaisseur largement pour obtenir un meilleur coefficient de sécurité. Malheureusement, les difficultés de l'imprégnation croissent avec l'épaisseur, si bien qu'en augmentant inconsiderément celle-ci, on risque encore plus d'avoir des défauts, d'où un « claquage » encore plus rapide. On ne peut, ici, suppléer à la qualité par la quantité. Nous avons vu que des vides pouvaient résulter de la présence d'huile qui a un trop grand coefficient de dilatation. On a cherché à réduire la quantité d'huile employée. Au lieu d'enrouler les bandes de papier en spirales se recouvrant légèrement, on les pose actuellement strictement jointives. Il faut alors plus de papier, ce qui prouve bien qu'on réduit l'espace à remplir par l'huile. On a aussi utilisé des papiers épaissis à la presse, qui ont une densité énorme de 1 à 1,2. Difficiles à sécher, on ne les emploie qu'aux points délicats — en particulier au contact du conduc-

teur, là où naturellement le champ électrique présente sa valeur la plus élevée.

Les câbles à huile fluide conviennent aux très hautes tensions

Ces dernières recherches menaient logiquement au câble à huile qu'il serait plus précis d'appeler *câble à circulation d'huile*. Ne pouvant bannir l'huile des câbles, il nous faut lui permettre de se dilater sans causer de dommages et, pour cela, lui ménager un canal par où elle pourra aller et venir, suivant que sa température augmentera ou diminuera, une légère pression empêchant aucun vide de se produire.

Dans les câbles ordinaires, l'« imprégnant » reste toujours visqueux aux températures de fonctionnement du câble et ne tend guère, par suite, à se déplacer longitudinalement. Les dilatations et contractions tendent à créer des défauts locaux, là où l'imprégnation est moins satisfaisante, et cela sans aucune correspondance avec le reste du câble.

Dans le câble à huile, au contraire, l'« imprégnant » est de l'huile qui reste fluide à des températures très basses, jusqu'à 20 degrés au-dessous de 0. Cette huile peut circuler dans le canal qui lui est ménagé, revenir aux réservoirs d'alimentation et ressortir de ces réservoirs pour alimenter le câble. Il n'y a donc plus de points particuliers, sièges de dépressions ou surpressions locales.

Grâce à des précautions particulières au cours de la fabrication, il est possible, en outre, d'éviter les occlusions gazeuses.

Où placer le canal d'écoulement de l'huile ? Dans les câbles monopolaires, la logique indique le centre du conducteur lui-même. Symétrie parfaite. C'est là que la température est la plus élevée. Les fils sont câblés sur une spirale en acier (fig. 2) qui maintient le vide du canal. Dans certains cas, on a

pu même supprimer la spirale. On peut aussi placer ces canaux sous la gaine de plomb dans le cas du câble monopolaire ou dans le rembourrage des câbles tripolaires, ce qui a l'avantage de ne pas augmenter le diamètre extérieur du câble (fig. 4). Naturellement, dans ce cas, chaque conducteur n'est pas enveloppé d'une gaine de plomb perforée permettant la circulation de l'huile. Un réservoir d'huile, placé à l'extrémité du câble, reçoit les excédents d'huile en cas d'échauffement et fournit les compléments en cas de refroidissement. La pression dans le câble, en un point quelconque, est fonction du profil de la ligne, de la pression en tête de ligne donnée par les réservoirs et de la chute de pression produite par l'écoulement de l'huile dans le canal. Les câbles sont calculés pour qu'en tout point cette pression soit supérieure à la

pression atmosphérique d'au moins 300 à 400 grammes par centimètre carré.

On admet généralement, pour les câbles à huile, un échauffement de 60 degrés au cuivre, soit, pour une température ambiante de 25 degrés, une température de 85 degrés au cuivre. La gaine de plomb est au voisinage de 65 degrés. En pratique, ce n'est pas tant la température, la chute de tension et

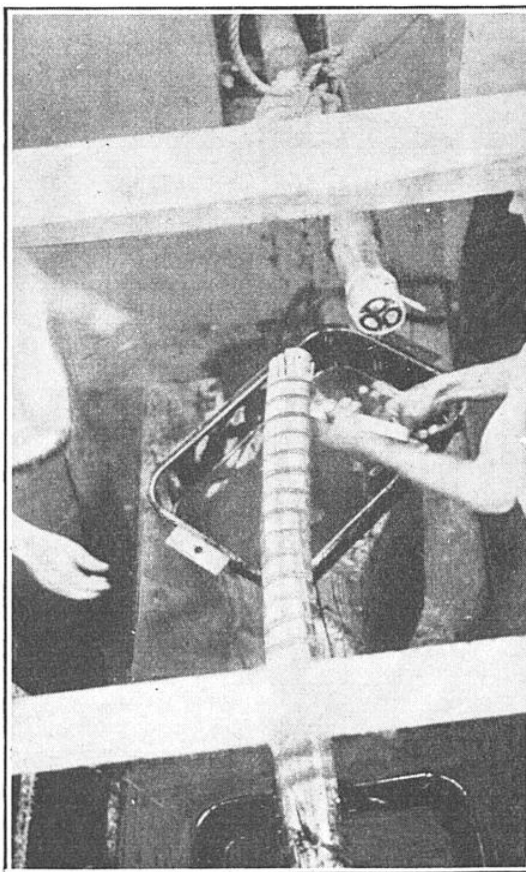


FIG. 5. — ÉTABLISSEMENT D'UNE CONNEXION ENTRE DEUX SECTIONS D'UN CÂBLE À HUILE

Cette opération est très délicate, puisqu'il faut éviter les pertes d'huile et les rentrées d'air et d'humidité. On voit nettement, sur ce document, la constitution du câble. L'ouvrier enroule le feuillard d'acier qui tient ensemble les trois câbles élémentaires et les canaux d'huile.

la perte d'énergie correspondante qui limitent la capacité du câble, ce sont les conditions économiques qui ont le dernier mot.

Le câble à huile a actuellement un concurrent qui ne semble pas devoir être dangereux. Dans ce procédé encore à l'étude, un câble du type normal sans armature est placé dans un tube d'acier ; l'intervalle est rempli d'un fluide sous forte pression (10 kilogrammes par centimètre carré) qui, en comprimant la gaine de plomb, empêche les vides de se produire. Outre la complication qui en résulte, la pose d'un tel tube d'acier ne semble pas une opération très aisée.

Certains techniciens estiment que l'avenir verra reparaître l'ancien câble rempli d'huile. La difficulté du calage du conducteur par un isolant solide semble, à certains autres, insurmontable. En effet, une telle présence détruit l'homogénéité du champ électrique, et il y a tendance à des dépôts qui compromettent l'isolement.

La France possèdera le premier câble à 220.000 volts en fonctionnement dans le monde

A la date de mai 1933, les longueurs de câbles à huile posées dans le monde étaient les suivantes :

Etats-Unis.....	207 kilomètres
Amérique du Sud.....	200 —
Japon.....	4 —
Europe.....	540 —

Ces derniers se répartissaient de la façon suivante :

Angleterre.....	400 kilomètres
Allemagne.....	80 —
France.....	50 —
Italie.....	10 —

pour des tensions de 30.000, 60.000 et 132.000 volts.

L'Union d'Electricité a réalisé, de 1920 à 1929, pour l'alimentation de la banlieue parisienne, le réseau souterrain à 60.000 volts, le plus important du monde. Ce réseau représentait, en effet, en fin 1929,

plus de 300 kilomètres de feeders triphasés constitués chacun par trois câbles unipolaires à 60.000 volts, d'une section variant de 50 à 250 millimètres carrés.

A partir de 1930, ce réseau a été complété par une société constituée par les producteurs de la région parisienne (Union d'Electricité, Société d'Electricité de Paris, Société d'Electricité de la Seine) pour l'interconnexion de leurs centrales, des anciennes usines de la Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité et des gros centres de production hydroélectrique. Le réseau à 60.000 volts de la région parisienne a été porté — par l'action de cette société — à plus de 400 kilomètres de feeders triphasés. L'adduction de quantités massives d'énergie hydraulique nécessitant des câbles à très grande capacité de

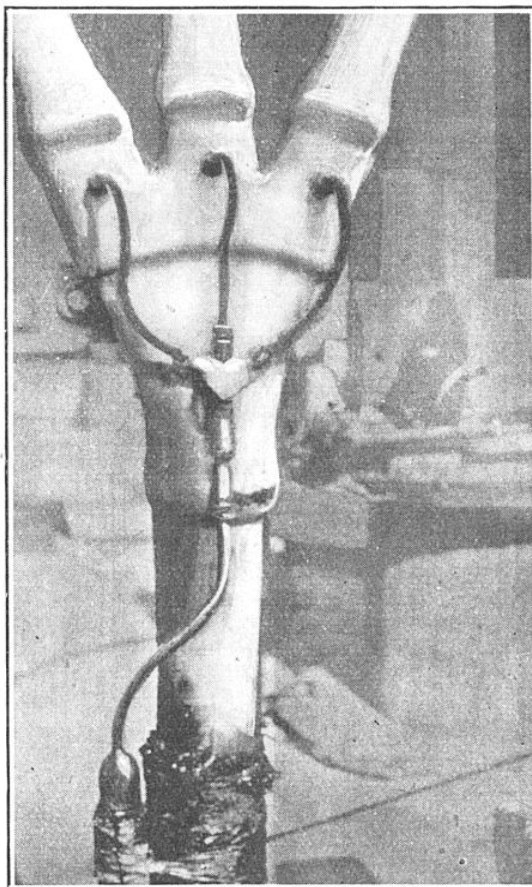


FIG. 6. — EXTRÉMITÉ D'UN CÂBLE A HUILE TRIPOLAIRE INSTALLÉ A CINCINNATI (E.-U.)

Le câble tripolaire se sépare en trois câbles monopolaires qui sont reliés à la ligne aérienne. Remarquer les tubes qui alimentent le câble en huile.

transport, la Société d'Interconnexion a été conduite à employer des câbles à huile. Actuellement, le réseau comprend environ 30 kilomètres de feeders constitués par trois câbles unipolaires à huile.

Le raccordement des grandes centrales du Massif Central (Eguzon, Coindre, Marèges, Brommat et Sarrans [1]) a nécessité notamment la pose, entre les postes de Chevilly et Villejuif, de trois feeders constitués

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 332.

chacun par trois câbles unipolaires à huile répondant aux caractéristiques suivantes :

Section de l'âme conductrice.....	475 mm
Épaisseur de l'isolant.....	10 mm
Épaisseur de la gaine de plomb.....	4,5 mm
Capacité de transport.....	75.000 kVA
Tension moyenne entre phases.....	60.000 volts

Ces capacités de transport considérables seront cependant insuffisantes dans l'avenir, lorsque de nouvelles quantités d'énergie hydraulique, en provenance des usines des Alpes et du Rhin, seront transportées jusqu'à Paris.

Il a donc fallu envisager l'emploi de tensions nettement supérieures.

Déjà, en août 1932, la firme italienne Pirelli, de Milan, a mis en service à Cislago, au bout d'une ligne aérienne à 200.000 volts, 600 mètres de câble unipolaire à l'huile. Depuis cette date, les câbles ont fonctionné sans incident.

La Société d'Interconnexion « Inter-Paris », désireuse d'utiliser de semblables câbles, a réalisé à son tour, avec le concours de quatre grandes câbleries françaises, une installation d'essais comportant environ 800 mètres de câbles à 220.000 volts. Ces câbles ont été posés courant décembre 1933 et janvier 1934. Ils ont fonctionné, depuis cette date, sans aucun incident.

A la suite de cet essai, les quatre câbleries françaises en question ont été chargées de la construction et de la pose d'une ligne souterraine triphasée de 18 kilomètres de longueur environ, soit 54 kilomètres de câbles unipolaires, reliant le point d'arrivée de la ligne aérienne venant de Troyes au poste de Saint-Denis. Cette ligne en câbles souterrains sera la première en fonctionnement dans le monde à 220.000 volts. Elle pourra transporter environ 200.000 kVA.

Ainsi la technique du câble souterrain pour le transport de l'énergie électrique évolue constamment. Les recherches, qui se poursuivent sans cesse dans le monde entier, aboutiront sans doute à de nouveaux progrès.

Le transport d'énergie par câbles supplantera-t-il le transport par lignes aériennes ?

Il semble que les lignes aériennes ne puissent dépasser la tension de 220.000 volts, au delà de laquelle les pertes par l'air deviennent trop importantes, de même que les difficultés d'installation. Le câble permettra-t-il de franchir cette limite et de créer des réseaux de tension supérieure où les pertes énergétiques deviendront négligeables ? Il serait tout à fait prématuré de donner une réponse ferme à cette question.

Un éminent technicien, auquel nous l'avons posée, nous a répondu en substance :

« Dans un intervalle de cinq à six années, le seul pour lequel on puisse faire des prévisions sérieuses, le câble ne pourra pas l'emporter sur la ligne aérienne à cause de son prix excessif. Alors qu'une ligne aérienne à 210.000 volts revient entre 200.000 et 250.000 francs le kilomètre, on peut estimer le kilomètre de câble posé pour la même tension à environ un million de francs. Cet écart considérable ne peut pas disparaître prochainement. Naturellement, le câble s'impose sur de petits parcours, dans les villes, par exemple. Sur de longues distances, son énorme capacité électrostatique provoquerait des courants de capacité inadmissibles et onéreux. Il faudrait lui adjoindre, de distance en distance, des bobines de self-induction comme aux câbles sous-marins (1). Ici, étant donné les hautes tensions envisagées, la mise au point de ces bobines serait autrement délicate. »

Rien, dans ce jugement, ne nous interdit de supposer que, dans quelques dizaines d'années, les difficultés techniques actuelles ne seront pas résolues comme l'ont été, dans le passé, tant d'autres qui paraissaient insurmontables, et que les artères nourricières de notre industrie nationale ne seront pas en grande partie des câbles fins et sûrs à plusieurs centaines de milliers de volts.

J. BODÉT.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 125, page 375.

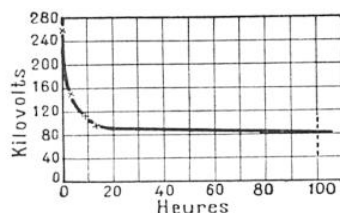


FIG. 7. — GRAPHIQUE DONNANT LE TEMPS DE « CLAUQUAGE » D'UN CÂBLE EN FONCTION DE LA TENSION

On soumet un échantillon du câble à une tension déterminée et on mesure le temps de claquage. On obtient ainsi un point de la courbe. Des essais avec différentes tensions permettent de tracer cette courbe, qui est asymptote, à une certaine tension que nous appellerons tension limite (ici 80 kilovolts) et à laquelle le câble résiste indéfiniment. On pourra donc utiliser le câble pour une tension inférieure à cette tension limite.

LA PHYSIQUE AU SERVICE DE LA BIOLOGIE

COMMENT LES PHÉNOMÈNES DE TENSION SUPERFICIELLE PERMETTENT D'EXPLIQUER LE FONCTIONNEMENT CELLULAIRE

Par Jean LABADIÉ

Les tissus vivants sont constitués, comme chacun sait, par des solutions « colloïdales », c'est-à-dire par des « suspensions », dans un liquide, de particules microscopiques de certains corps appelés colloïdes. Ces solutions colloïdales jouissent de propriétés extrêmement curieuses, en particulier en ce qui concerne leur « tension superficielle ». Nous exposons ci-dessous les remarquables découvertes, toutes récentes, effectuées dans ce domaine par M. Lecomte du Nouy, de l'Institut Pasteur de Paris. Ces découvertes sont, en effet, susceptibles d'apporter une explication rationnelle à toute une série de phénomènes biologiques, tels que l'action sur les organismes vivants de quantités minimales de certains corps : venin de cobra, toxines, antitoxines, vaccins, etc. Ainsi la biologie tend-elle de plus en plus à se rattacher étroitement à la physique moléculaire, et c'est en cela que la Science s'élève lorsqu'elle simplifie.

La tension superficielle est un des phénomènes de base sur lesquels se fonde la vie

LE nœud de l'œuvre du professeur d'Arsonval — nous l'avons expliqué dans l'article publié lors du jubilé de l'éminent savant — consiste dans cette découverte que les organismes vivants sont des machines électriques. Le professeur d'Arsonval a même

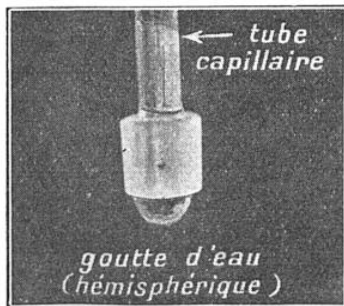


FIG. 1. — GOUTTE D'EAU EN TRAIN DE SE FORMER A L'EXTRÉMITÉ D'UN TUBE CAPILLAIRE

On aperçoit la forme de son ménisque, qui est bien celle d'une membrane tendue par un poids.

reconstitué artificiellement le mécanisme physique des muscles par l'effet « électrocapillaire » (1).

Cette découverte fut, il y a quarante ans, le point de départ d'un mouvement

scientifique qui, loin de s'atténuer, n'a fait que s'amplifier, en donnant naissance à l'électrophysiologie.

Nous allons présenter aujourd'hui une ramification nouvelle, extrêmement intéressante, de ce genre de travaux. D'autant plus intéressante qu'elle ouvre seulement l'horizon sur un domaine encore bien mystérieux : celui de la « biophysique moléculaire ».

Des phénomènes physiologiques « électrocapillaires », mis en lumière par d'Arson-

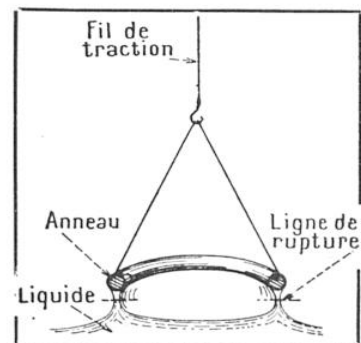


FIG. 2. — UN PRINCIPE DE MESURE DE LA TENSION SUPERFICIELLE

Un anneau librement suspendu, plongé dans l'eau, puis tiré vers le haut, provoque une traction sur la membrane superficielle suivant la coupe qu'indique notre schéma. Quand la membrane se rompt (en libérant l'anneau), l'effort qu'elle soutenait à ce moment précis (sa tension), rapporté à la circonférence de l'anneau, mesure exactement la tension superficielle du liquide.

(1) Voir *La science et la Vie*, n° 193, page 63.

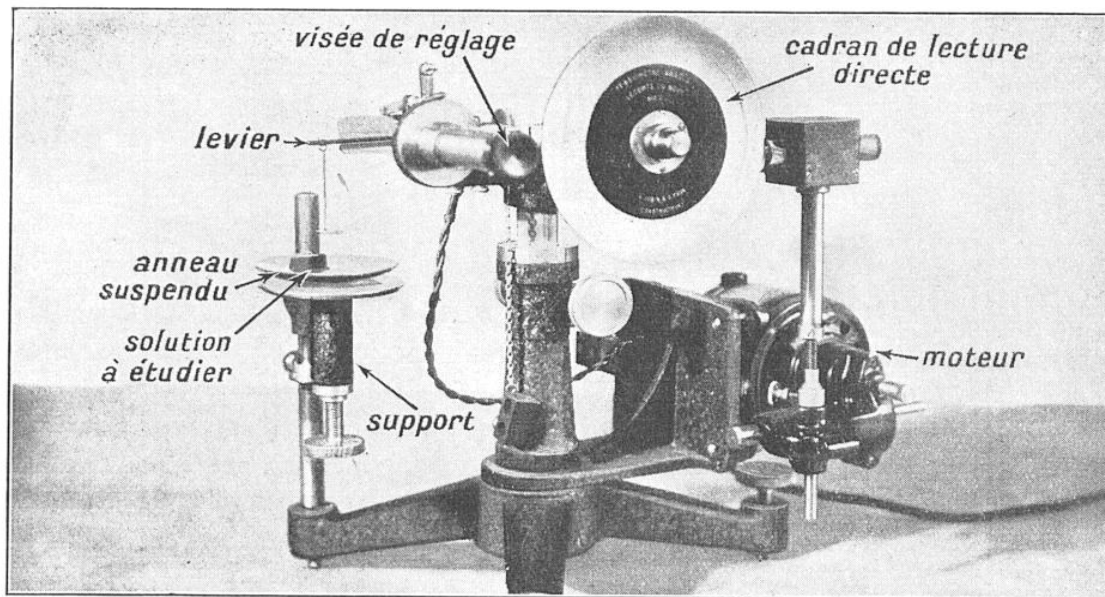


FIG. 3. — LE TENSIOMÈTRE AUTOMATIQUE CRÉÉ PAR M. LECOMTE DU NOUÏ POUR RÉALISER LA MESURE DONT LE PRINCIPE EST INDICUÉ DANS LE SCHÉMA PRÉCÉDENT

On aperçoit l'anneau (très fin) suspendu par le levier de l'appareil au-dessus de la solution à étudier. Un moteur agit (par engrenage) sur un fil tendu (invisible, derrière le cadran de lecture) dont la torsion mesure l'effort d'arrachement exigé pour libérer l'anneau de la tension superficielle.

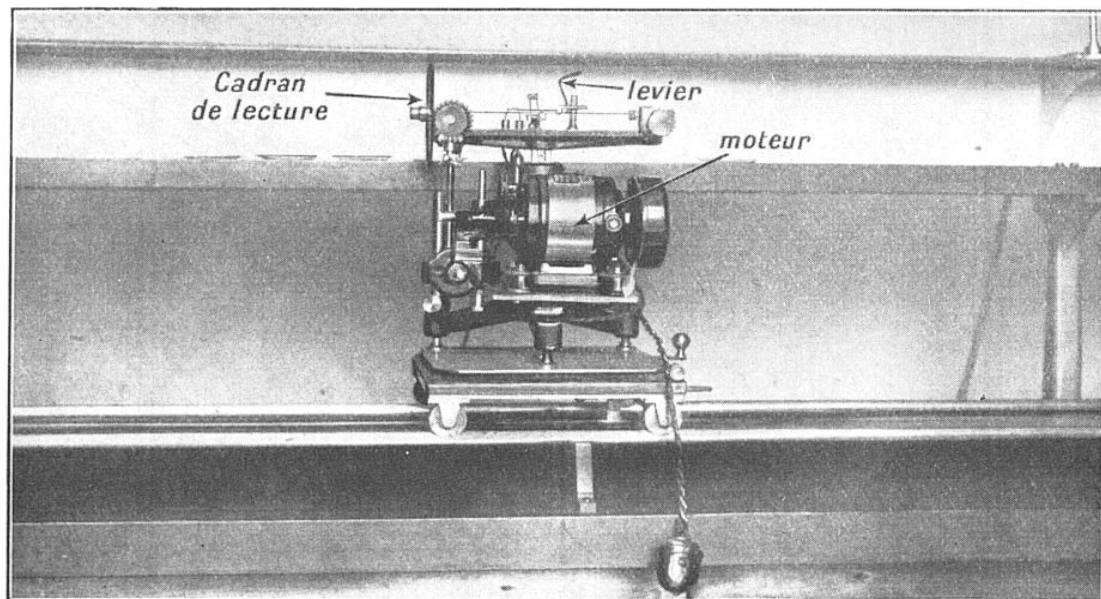


FIG. 4. — LE TENSIOMÈTRE AUTOMATIQUE SUR SON BANC DE TRAVAIL

Les solutions de concentration graduée sont alignées, en aussi grand nombre que nécessaire, sur une longue étagère. Roulant sur son chariot, le tensiomètre vient se mettre en position devant chaque coupelle, immerger son anneau, le retirer et fournir la mesure de la tension par simple lecture d'un cadran. Le tout en quinze secondes. (Ici, l'appareil est vu par la tranche du disque de lecture. Le levier supportant l'anneau de mesure est relevé. Par contre, on aperçoit le fil transversal dont la torsion mesure la force d'arrachement imprimée à l'anneau, pour le libérer de la tension superficielle du liquide.)

val, aux phénomènes concernant la vie des cellules elles-mêmes, il n'y aurait aucune solution de continuité. La constitution des cellules vivantes et leur fonction organique relèveraient, elles aussi, des phénomènes que le physicien étudie sous la rubrique : « tension superficielle » (1). C'est dans le domaine de la tension superficielle que le chimiste recherche, de son côté, les explications qui l'intéressent touchant la constitution des « colloïdes » et le comportement des molécules dans ces solutions constitutives de tous les organismes vivants. Les sérums sont des colloïdes, ainsi que toutes les humeurs, *ainsi que les liquides emplissant les membranes closes des cellules*.

Nous concevons, dès lors, pourquoi l'Institut Pasteur possède un laboratoire de « biophysique moléculaire ». C'est un chercheur des plus éminents, parmi les jeunes, M. Lecomte du Nouÿ, qui le dirige. Nous allons jeter sur ses travaux un regard aussi pénétrant que le permettent les conditions de clarté et de simplicité inhérentes à notre métier, ingrat et passionnant, de vulgarisateurs scientifiques.

La tension superficielle, phénomène particulier de la loi générale de l'équilibre

Nous devons rappeler, pour commencer, en quoi consiste la tension superficielle d'un liquide.

Considérez une goutte d'eau sortant lentement d'un « compte-gouttes ». Son ménisque apparaît d'abord comme une calotte sphérique, puis comme une hémisphère. Puis, à mesure que la goutte se forme, la sphère complète se dessine tout en demeurant raccordée au tube « capillaire » terminant le compte-gouttes. Juste avant qu'elle se détache, la goutte évoque une bille lourde suspendue dans un sac de caoutchouc. Secouez très légèrement le tube, et la goutte se met, en effet, à trembloter comme si elle était vraiment portée par une membrane élastique. Cette membrane existe réellement. Elle est formée par les couches des molécules du liquide qui sont les plus voisines de sa surface. Les couches moléculaires « superficielles », constituent, pour l'ensemble de la masse liquide, une véritable enveloppe qui la maintient en un bloc cohérent.

Analogie de tous points à une vessie de caoutchouc, cette enveloppe idéale comporte

(1) Dont la « capillarité » n'est qu'un aspect particulier : tension superficielle considérée dans les tubes très étroits, « capillaires ».

donc une « tension » variable avec les conditions physiques du liquide expérimenté.

Comment se mesurent, quasi instantanément, les tensions superficielles

La tension superficielle s'exprime mathématiquement par une force rapportée à une longueur, de même que la pression d'un gaz (tension de volume) s'exprime par une force rapportée à la surface du récipient.

Si l'on pose à la surface d'un liquide un anneau formé d'une matière que mouille ce liquide, le contour de l'anneau représente, en effet, pour la surface « tendue » à son intérieur, exactement ce que représente la paroi d'une chaudière pour la vapeur qu'elle contient sous pression. Et la force qu'il faut déployer pour arracher l'anneau dans le sens vertical — c'est-à-dire pour déchirer la couche élastique superficielle sur le pourtour de l'anneau — mesure la tension superficielle, rapportée à la circonférence de l'anneau. La longueur de cette circonférence est parfaitement connue en centimètres ; la force déployée pour obtenir l'arrachement est mesurable en « dynes », avec beaucoup de précision, notamment par l'appareil dont nous présentons la photographie, dû à M. Lecomte du Nouÿ.

Nous voici donc en présence d'un appareil capable de mesurer les tensions superficielles des liquides. Il existe d'autres méthodes, mais celle-ci a été adoptée et perfectionnée par M. Lecomte du Nouÿ, à cause de sa simplicité et de sa rapidité. En dix secondes, grâce à son « tensiomètre », ce physicien obtient la valeur de la tension qu'il veut mesurer. Or, le temps employé à l'opération est un facteur capital de la recherche, ainsi que nous verrons.

Ce minimum de description technique — illustré par les photographies ci-jointes — doit suffire pour nous permettre de comprendre comment ont pu être acquis les résultats dont nous prendrons connaissance.

La tension superficielle est un cas particulier de la grande loi de l'équilibre

Du reste, ce rappel de notions élémentaires importe moins que la théorie physique d'après laquelle se réalise la tension superficielle des colloïdes.

Les colloïdes sont constitués par des corpuscules granulaires en suspension au sein du liquide proprement dit. Ces « solutions » colloïdales diffèrent des solutions salines, dans lesquelles le corps dissous (le sel) mêle intimement ses molécules à celles du liquide. Les granules en suspension colloïdale sont

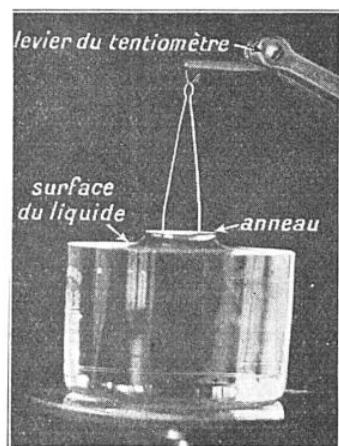


FIG. 5. — PHOTOGRAPHIE (EN GROS PLAN) DE L'ACTION DE L'ANNEAU DU TENSIO-MÈTRE SUR LA SURFACE LIQUIDE ÉTUDIÉE

molécules vont et viennent, au sein de la masse liquide, dans tous les sens, indifféremment. Pourquoi celles qui s'élancent vers l'extérieur de la goutte s'arrêtent-elles à la « surface de séparation » du liquide et de l'atmosphère, et semblent-elles vouloir *consolider* cette surface en s'amoncelant contre elle, à la façon d'un vol de mouches contre une vitre, au lieu de la franchir et de disparaître dans le milieu gazeux ambiant ?

La réponse est celle-ci : le concours des molécules colloïdales à la périphérie résulte d'une loi extrêmement générale, — *la plus générale peut-être qui régit le monde organisé*, — une loi qui n'est autre chose que l'une des interprétations du célèbre principe de Carnot.

Cette loi, la science thermodynamique la formule ainsi : « Un système (ici le système des molécules constituant le liquide) tend toujours vers un état « d'équilibre » tel que l'énergie libre soit minimum. » En l'espèce, « l'énergie libre » de la solution est représentée par le mouvement de ses molécules. Celles-ci, emprisonnées dans la solution, tendent à se bloquer mutuellement à sa surface où leur mouvement, par conséquent, *se ralentit*, tandis que leur foule y devient plus dense. Ainsi l'énergie libre du « système »

d'ordinaire des « micelles », parfois assez grosses pour être vues au microscope. Mais certaines molécules, telles que celles de l'oléate de soude, se comportent comme de véritables micelles. Une solution d'oléate est donc un véritable colloïde.

Il faut imaginer que, dans ces solutions, les mo-

liquide se trouve bien diminuée par ce « blocage » du mouvement moléculaire, dont l'effet apparent n'est autre que la *tension de la surface liquide*.

Avant d'aller plus loin, remarquons bien comme cette loi de l'équilibre est générale dans la nature : tous les phénomènes n'ont de raison d'être (aux yeux du savant) que de concourir à la réalisation d'un certain « équilibre » : le fil qui chauffe sous le courant électrique *tend* par là à accroître sa *résistance*, donc à « équilibrer » l'action du courant ; la bobine qui, tournant dans un champ magnétique, produit du courant, *tend* par là à créer un champ magnétique contraire à celui dont elle subit l'action, donc à « l'équilibre ». Depuis les réactions si curieuses du gyroscope — et qui sont la source des applications nombreuses du gyroscope, notamment à la stabilisation des navires et des avions — à tout mouvement par lequel on essaie de « déséquilibrer » ce système mécanique (1) jusqu'aux réactions chimiques (loi d'action de masse), le principe que nous venons de rappeler régit la nature entière. La fièvre des organismes attaqués par un microbe, comme cette autre fièvre, la « crise » économique, ne sont probablement qu'une application de la loi d'équilibre par la vie qui réagit, qui se défend.

(1) V. *La Science et la Vie*, n° 16, p. 3 et n° 160, p. 316.

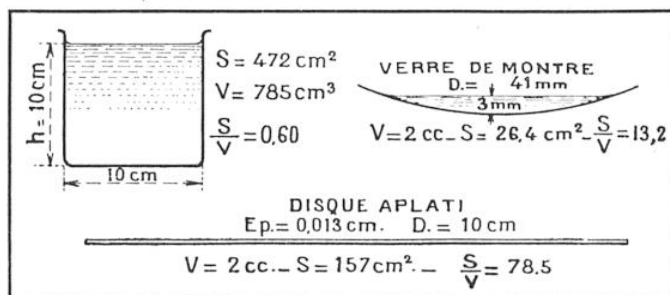


FIG. 6. — TROIS « RÉCIPIENTS » CARACTÉRISTIQUES, DE FORMES TRÈS DIFFÉRENTES, FOURNISSANT DES TENSIONS SUPERFICIELLES TRÈS DIFFÉRENTES POUR UN MÊME LIQUIDE DE MÊME CONCENTRATION

Le rapport $\frac{S}{V}$ de la surface délimitant un liquide au volume occupé par ce même liquide influe directement sur sa tension, pour une même concentration donnée. En effet, l'équilibre superficiel, et surtout l'équilibre « statique » des molécules disposées en mosaïque (voir ci-après) exigent l'intervention d'un nombre de molécules d'autant plus grand que la surface est plus étendue. Le volume liquide (d'une même concentration) mesure le nombre des molécules disponibles pour former cet équilibre. Donc, l'équilibre réalisé dépend bien de $\frac{S}{V}$. On voit ici comment un cristalliseur cubique donne 0,60 de valeur au rapport en question, qu'un verre de montre porte à 13,2 et qu'un disque de verre (vu par la tranche) élève à 78,5.

La tension superficielle « statique » de Lecomte du Nouÿ

Revenons à la tension superficielle dans les solutions colloïdales. Nous venons d'assister à la formation de la pellicule moléculaire *quasi solide* réalisant la membrane de caoutchouc idéale que nous évoquions plus haut.

Pour être complets, nous devrions préciser que la tension superficielle des solutions *salines* s'explique sans que les molécules cessent d'être en mouvement. Les mathématiciens formulent même cette explication par des calculs *statistiques* très précis, basés sur l'énergie moyenne des molécules en mouvement. La tension superficielle des colloïdes, telle que l'a vue, le premier, M. Lecomte du Nouÿ, est donc toute différente : elle constitue un phénomène *statique*, non plus « statistique ».

Dans cette vue, les molécules constituant la pellicule superficielle se présentent comme les briques jointives d'un carrelage.

Il nous reste à voir comment M. Lecomte du Nouÿ a pu réaliser ce tour de force de compter ces briques et de calculer leurs dimensions avec une rigueur absolue.

Comment on fait basculer à volonté le « carrelage » moléculaire à la surface d'une solution

Sachons tout d'abord que la tension superficielle de l'eau pure est beaucoup plus grande que celle d'aucune « solution colloïdale ». L'introduction du corps colloïdal a donc pour effet d'abaisser la tension de l'eau, et, naturellement, l'abaissement de tension sera proportionnel à la concentration du corps.

M. Lecomte du Nouÿ s'est attaché à étudier la courbe exprimant cette variation de la tension superficielle en fonction de la concentration. Cette étude l'a conduit à sa découverte magistrale.

Grâce à son tensiomètre rapide, dont le fonctionnement est quasi automatique, le savant me-

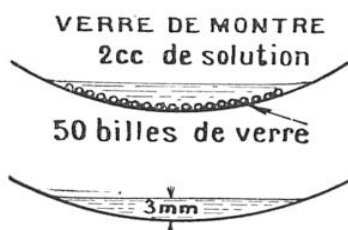


FIG. 7. — COMMENT, PAR SIMPLE IMMERSION DE BILLES DE VERRE CALBRÉES ET EN NOMBRE CONNU, ON MODIFIE LA « SURFACE » DU RÉCIPIENT, PAR CONSÉQUENT LE RAPPORT $\frac{S}{V}$, PAR CONSÉQUENT LA TENSION SUPERFICIELLE DE LA SOLUTION

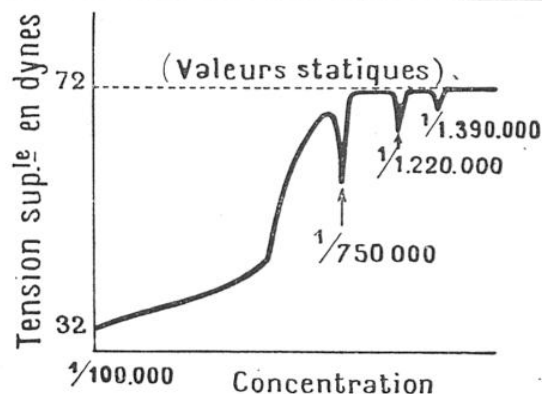


FIG. 8. — COURBE MONTRANT LA VARIATION DE LA TENSION SUPERFICIELLE D'UNE SOLUTION D'OLÉATE DE SOUDE, EN FONCTION DE SA CONCENTRATION

La valeur de la tension superficielle tend à rejoindre la valeur maximum (qui est celle de l'eau) à mesure que la concentration diminue. Trois crochets à minima brusques apparaissent au cours des mesures successives, dont l'explication est fournie par le schéma suivant, des trois mosaïques réalisées par les molécules superficielles.

sure la tension accusée par des solutions d'oléate de plus en plus diluées. Cette courbe, partie de très bas (pour les fortes concentrations), monte régulièrement vers un plafond qui doit être atteint, de toute évidence, quand la solution sera diluée au point de n'être plus que d'eau pure (dont la tension est un maximum, avons-nous déjà dit).

Mais l'expérience ne confirme pas cette vue théorique. La courbe, tout à coup, fait un crochet brusque vers le bas. A ce moment précis (pointe inférieure du crochet), la concentration de la solution est d'une partie d'oléate pour 750.000 parties d'eau. Continuant ses mesures, et diminuant encore cette concentration, le physicien constate bientôt qu'un second crochet se produit : le degré de la concentration correspondante est d'une partie d'oléate pour 1.220.000 parties d'eau ! Continuant dans le même sens de la dilution croissante, il trouve un troisième crochet avec l'incroyable teneur infinitésimale de 1 pour 1.390.000.

Et voici l'explication théorique de ces observations.

La molécule d'oléate étant imaginée comme un prisme à trois dimensions différentes (comme une brique de maçon), on peut concevoir qu'à son point d'équilibre *statique* la couche superficielle est constituée par une seule couche de telles molécules. Mais cette couche « monomoléculaire » peut être

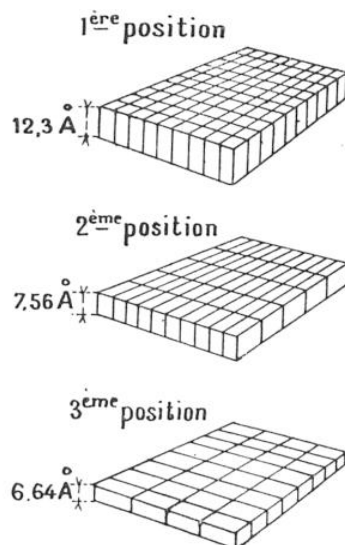


FIG. 9. — LES TROIS MANIÈRES DONT UNE COUCHE DE MOLÉCULES D'OLÉATE (COUCHE MONOMOLÉCULAIRE) PEUT RECOUVRIR LA SURFACE D'UNE SOLUTION

La molécule d'oléate ayant, par hypothèse, la structure d'un prisme à trois dimensions différentes, on peut concevoir trois sortes de mosaï-

ques capables de réaliser la surface (quasi solide) du liquide. La première position comporte plus de molécules que la seconde, et celle-ci plus que la troisième. Ce sont ces trois sortes d'arrangements auxquels correspondent les trois crochets brusques de la courbe précédente. L'épaisseur de chaque couche (calculable grâce à la concentration de la solution) donne évidemment chacune des trois dimensions de la molécule d'oléate.

agencée de trois façons différentes, suivant que les molécules y sont disposées « à plat », « sur champ » ou « debout », — trois positions que rendent possibles les trois dimensions du prisme.

En conséquence, tandis que, par l'effet de la dilution, la tension superficielle tend vers sa valeur maximum, vient un moment où la couche « monomoléculaire » se réalise une première fois dans la position des molécules « debout » ; puis, la dilution s'accroissant, les molécules sous-jacentes devenant plus rares, les molécules « basculent » et se placent « sur champ ». La dilution arrivant enfin à ses limites, les molécules, plus à l'aise, basculent une seconde fois et se posent « à plat ».

Chacun des trois crochets de la courbe représentant les variations de la tension superficielle correspond à l'un des trois changements de position des molécules que nous venons de signaler. Et comme la molécule « debout », puisqu'elle peut tomber « sur champ », possède plus d'énergie que celle-ci ; comme celle-ci, enfin, peut tomber « à plat » avec une nouvelle libération d'énergie, on voit que le principe « de l'énergie libre minimum » se trouve régir la tension superficielle *statique* des colloïdes, aussi bien que la tension *statistique* des liquides purs.

La mesure des trois dimensions de la molécule

Les trois mouvements de bascule auxquels nous venons d'assister vont permettre au physicien de calculer chacune des dimensions de la molécule.

Nous allons assister à cette mesure.

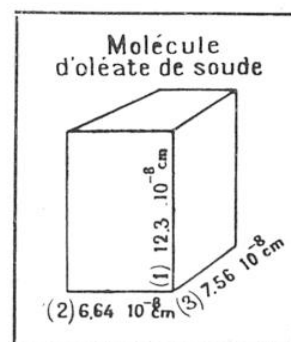
Quand la couche est réalisée à l'état rigoureusement *monomoléculaire*, cette couche entoure l'ensemble de la masse liquide délimitée par sa surface libre et les parois intérieures du vase. Or, la courbe de M. Lecomte du Nouy nous indique précisément (par le degré de la concentration) la quantité exacte d'oléate confié au liquide, à l'instant où la couche est monomoléculaire, et dans chacune des *trois positions*. Etant donné le volume et la forme du récipient, c'est alors un problème de géométrie élémentaire que de calculer l'épaisseur de la couche d'oléate prise dans chacun des trois cas. Chacune des trois épaisseurs mesure donc l'une des dimensions de la molécule.

Le calcul effectué par M. Lecomte du Nouy sur d'innombrables observations (on a fait, à l'heure présente, 240.000 mesures au tensiomètre dans son laboratoire), le calcul aboutit aux nombres suivants : hauteur de la molécule d'oléate : 12,3 angströms ; largeur : 7,56 angströms ; épaisseur : 6,64 angströms. (L'angström vaut 1 dix-millionième de millimètre.) La précision de la mesure est de l'ordre du *milliardième* de centimètre !

Connaissant le volume d'une molécule, le physicien (en lui appliquant la densité de l'oléate) connaît sa masse. Il sait, en conséquence, *combien* il faut de ces molécules pour réaliser ce qu'il appelle la « molécule-gramme » du corps considéré. En l'espèce, la « molécule-gramme » de l'oléate de soude étant égale à 304 gr 35, le nombre de molécules recherché ressort à : 6,004 multiplié par

FIG. 10. — LA MOLECULE D'OLÉATE CUBÉE EN « ANGSTRÖMS » (L'ANGSTRÖM VAUT 1 DIX-MILLIONIÈME DE MILLIMÈTRE)

Cette mesure, faite par M. Lecomte du Nouy à l'Institut Pasteur à Paris, équivaut à la détermination précise du nombre d'Avogadro, « constante universelle » aussi importante pour le physicien que la vitesse de la lumière.



10, suivi de 22 zéros. Ce nombre n'est autre que le fameux « nombre d'Avogadro », — la plus fondamentale des constantes universelles, — qui est le même pour tous les corps.

La méthode de Lecomte du Nouÿ est considérée par les spécialistes, notamment par les physiciens allemands, comme venant au troisième rang (en précision) sur les dix ou douze méthodes existant pour obtenir ce nombre fondamental.

Applications immédiates : mesure de la surface interne du charbon de bois

L'une des applications directes que Lecomte du Nouÿ tire de la détermination des

(1 gramme, par exemple, de charbon pulvérisé), et si on verse, dans les vases successifs, des solutions d'oléate de plus en plus diluées, il arrive que l'un des vases accuse une remontée de la tension superficielle jusqu'au maximum, indiquant que la couche monomoléculaire se trouve réalisée et adsorbée par le charbon. Car, dans ce vase-témoin, la couche monomoléculaire a disparu de la surface libre du liquide, ainsi que des parois du récipient, étant donné l'affinité supérieure des particules charbonneuses pour les molécules d'oléate.

Comme on connaît (d'après la concentration et le volume du liquide), le poids

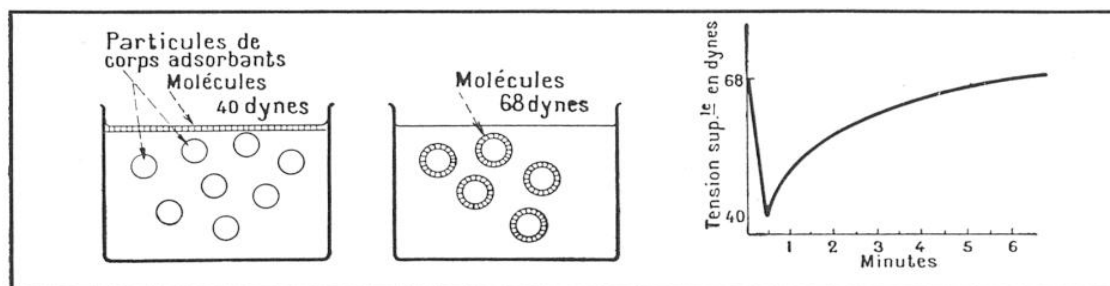


FIG. 11. — VARIATIONS DE LA TENSION SUPERFICIELLE DANS LES SOLUTIONS COLLOÏDALES

A gauche : Une « solution colloïdale » dont les granules (micelles) forment corps adsorbants. La tension superficielle étant de 68 dynes (par centimètre), on verse de l'oléate de soude. La tension tombe brusquement à 40 (effet ordinaire correspondant à la concentration adoptée pour l'oléate). Puis la tension remonte à 68 dynes en six minutes (voir courbe jointe). Explication : Les molécules d'oléate, qui formaient une couche monomoléculaire à la surface du colloïde au point de tension minimum (40), se sont adsorbées aux particules colloïdales, ainsi que le montre la figure de droite. Ainsi le liquide, libéré de la couche moléculaire, a vu remonter sa tension à 68 dynes. Cette courbe de temps (révélée par M. Lecomte du Nouÿ) marque l'importance capitale de la rapidité dans la mesure des tensions et justifie son bel appareillage.

dimensions de la molécule d'oléate a été le calcul de la surface d'adsorption de certains corps, dont la propriété est d'agglutiner (d'adsorber) les molécules d'un corps dissous sur les faces de leurs propres particules. Le noir de platine, le charbon de bois sont du nombre.

Sans entrer dans le détail de la technique suivie, il suffit d'en indiquer les grandes lignes. Dans une solution d'oléate de concentration connue, le physicien jette une quantité, également connue, du corps adsorbant à étudier. Aussitôt, les molécules du colloïde vont se poser à la surface des particules de ce corps. C'est comme si l'on accroissait subitement la surface du récipient en y ajoutant celle que représente le corps poreux. On conçoit que ce déplacement de molécules, modifiant la concentration de la solution, réagit sur sa tension superficielle.

Si on prépare une série de vases contenant la même quantité de corps adsorbant

d'oléate ainsi adsorbé par le charbon ; comme l'on connaît les dimensions de la molécule, il est aisé de calculer la surface de charbon couverte par la mosaïque des molécules jointives. On obtient ainsi des nombres fantastiques : 1 gramme de charbon de bois représente une surface de 300 mètres carrés.

Le passage à la biophysique

Remplacez maintenant le charbon de bois par des molécules de protéine. Ces molécules pourront adsorber, tout de même, les molécules d'un sel en dissolution, — en vertu de leurs affinités réciproques (du point de vue particulier de « l'activité superficielle »).

C'est ainsi que les protéines de notre organisme adsorbent les sels sécrétés en excès par la vésicule biliaire. Notre peau devient « jaune » : c'est la « jaunisse », maladie de foie bien connue. Or, c'est là un phénomène de défense, car si les sels biliaires se répandent

daient dans le sang, ils diminueraient de façon dangereuse la tension superficielle du plasma sanguin. Il s'ensuivrait l'« hémolyse » des globules rouges et la mort.

Ainsi, nous avons relié, par la suite logique de notre étude, le phénomène de tension superficielle mesuré dans des solutions purement physiques de laboratoire au même phénomène considéré dans cet acci-

que les molécules innombrables de ce produit soient absorbées, en couches monomoléculaires, par les parois internes des capillaires. On s'explique, dans cette hypothèse, que de minimes quantités aient parfois une action foudroyante sur l'ensemble de l'organisme.

Notre sang représente 6 litres de sérum. L'action de quelques milligrammes de

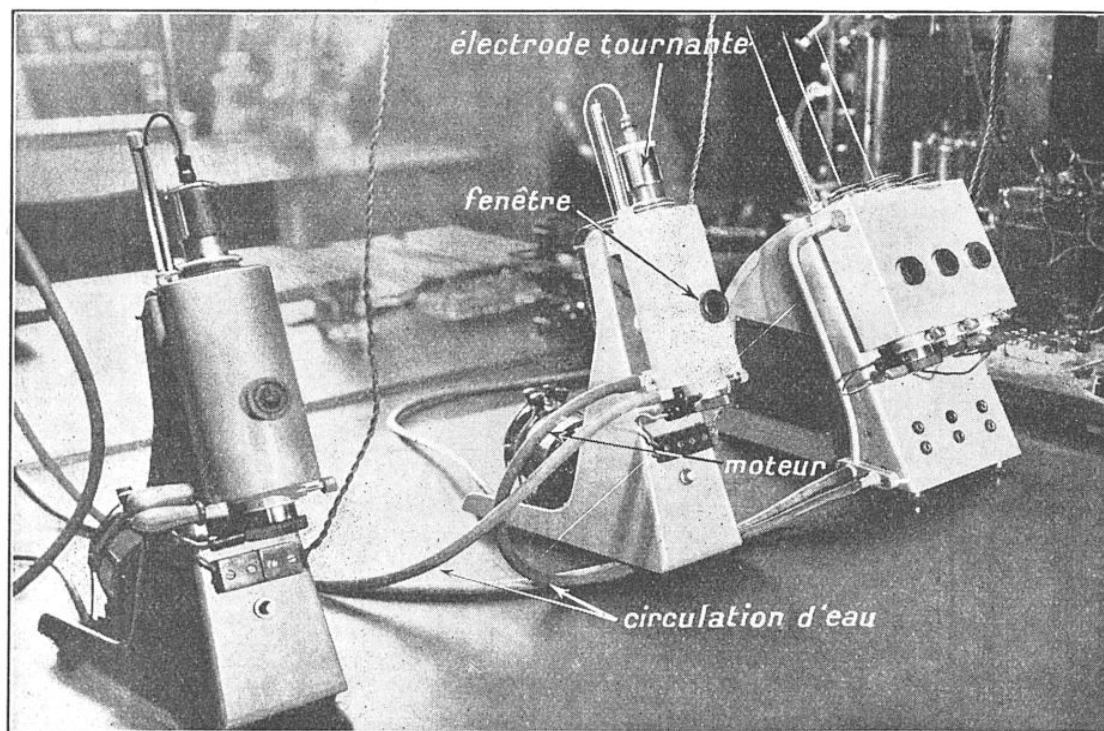


FIG. 12. — UN APPAREILLAGE AUTOMATIQUE TRÈS IMPORTANT DU LABORATOIRE DE BIOPHYSIQUE MOLÉCULAIRE DE L'INSTITUT PASTEUR DE PARIS

Les mesures de tensions superficielles doivent tenir compte d'autres facteurs que nous avons dû passer sous silence, l'alcalinité par exemple. Celle-ci se mesure, pour les solutions étudiées, par la batterie d'appareils automatiques représentés ici, qui maintiennent la température de la solution constante pendant que des électrodes tournantes mesurent avec précision le potentiel révélateur de cette alcalinité.

dent sanguin primordial de l'hémolyse, qui a guidé Landsteiner dans la classification des hommes en quatre « groupes sanguins ». Ce sont, entre autres facteurs, des différences de tensions superficielles qui causent la compatibilité ou l'incompatibilité des « donneurs » et des « receveurs », dans la technique de la transfusion du sang.

Suivons, d'ailleurs, le sang d'un même individu jusque dans ses vaisseaux capillaires. Ces vaisseaux représentent, comme les porosités du charbon de bois, d'énormes surfaces. Injectons dans le sang une faible quantité d'un produit très actif. Imaginons

venin de cobra, qui entraîne la mort par hémolyse, serait incompréhensible s'il n'y avait qu'un simple mélange du venin avec le sérum considéré en masse. Par contre, si l'on imagine les molécules du venin s'adsorbant aux parois des capillaires, ces quelques milligrammes nous apparaissent très suffisants pour assurer la catastrophe.

Ce qui est vrai des venins (toxines) l'est aussi des antitoxines, et nous voici sur la voie qui explique le mécanisme intime du phénomène biologique de l'immunité (vaccins). La mathématique du physicien rejoint l'intuition de Pasteur.

Les couches monomoléculaires forment des condensateurs électriques

L'activité des couches monomoléculaires peut être analysée d'encore plus près. Les molécules « surface-actives » n'agissent pas par simple contact. Leur dissymétrie tridimensionnelle permet de considérer leur « orientation » d'ensemble comme un phénomène de polarisation électrique; les faces d'une couche monomoléculaire doivent donc être différemment électrisées, comme le diélectrique d'un condensateur.

N'est-il pas vrai que, dans l'infinitésimal, nous retrouvons l'électrophysiologie de d'Arsonval ?

D'une manière générale, tous les « échanges » qui assurent le phénomène de la vie, et ceux, corrélatifs, de la nutrition (avec ces infiniment petits bienfaisants, les *vitamines*), des sécrétions internes (avec ces autres infinitésimaux essentiels, les *hormones*), tous ces échanges intérieurs s'effectuent par action de surfaces; donc, par la vertu de tensions superficielles. Nous rejoignons ainsi la « catalyse » chimique, laquelle ne saurait avoir, jusqu'ici, d'autre explication que par ces mêmes effets de tension superficielle imaginés à l'échelle moléculaire.

La cellule vivante, expression d'un équilibre de surface

Et voici, pour terminer, comment on peut concevoir la formation physique d'une « cellule » vivante.

Tous les êtres vivants sont composés de matières colloïdales ayant la propriété de diminuer la tension superficielle de l'eau où elles sont en solution. De telles substances, si on pulvérise leurs solutions, vont (loi de l'équilibre) s'adsorber à la surface de chaque gouttelette. Partout où l'on trouve, en conséquence, des protéines en concentration déterminée, on verra ces protéines former des couches monomoléculaires telles que la surface couverte corresponde au maximum de tension statique, c'est-à-dire d'équilibre. Mais comme la « concentration » est donnée par la nature, c'est la configuration du vase optimum (en forme et en volume) que la vie adoptera, en accord avec cette concentration : ce vase, c'est la cellule.

Et c'est pourquoi, peut-être, tous les mammifères (de la souris jusqu'à l'éléphant) ont des cellules de dimensions à peu près identiques, pour chaque organe considéré. La constitution colloïdale des tissus musculaires, nerveux, etc., est, en effet, la même, à peu de chose près, chez tous les animaux.

Mais cette conception physico-chimique de la cellule construite suivant la loi de l'équilibre thermodynamique n'expliquerait que l'enveloppe, quelque chose comme le « boîtier d'une montre dépourvue de son mouvement », précise Lecomte du Nouÿ. Le mouvement vital demeurerait l'éternelle énigme, qui dépasse et dépassera toujours la physico-chimie... tout en l'utilisant à merveille, comme vous voyez.

JEAN LABADIÉ.

A la réunion des créanciers de la Société Citroën, nous n'avons pas entendu sans étonnement émettre, par le baron Petiet, président de la Fédération nationale des Constructeurs d'automobiles, ce truisme que la nécessité impérieuse d'une industrie est d'abord de gagner de l'argent ! « Il faut, ajoutait-il, assainir le marché français de l'automobile, qui peut consommer actuellement de 150.000 à 200.000 voitures, alors que nos usines peuvent en fabriquer plus du double ! » N'en déplaise à M. Petiet, c'est le même problème qui se pose pour tous les marchés, depuis que la sous-consommation s'est étendue à presque tous les domaines de la production. D'après cet industriel, trois firmes automobiles françaises absorbent près de 75 % de la clientèle ! Cela prouve, tout simplement, que trois constructeurs, mieux adaptés, ont su répondre aux désirs de la majorité des acheteurs, alors que les autres fabricants ont échoué. Du reste, l'implacable loi de sélection naturelle jouera là comme ailleurs, et, si la crise continue, nous assisterons, aux prochains Salons de Paris, à une concentration de la production automobile entre une dizaine de marques françaises tout au plus, et ceci au nom de ce banal principe, rappelé par le baron Petiet lui-même, qu'une industrie doit, tout d'abord, « gagner de l'argent » ou disparaître : *Struggle for life*.

PRENONS L'ÉCOUTE

L'EFFORT DE L'AVIATION COMMERCIALE FRANÇAISE

Nous avons mentionné que notre aviation de transports commerciaux était notoirement en retard par rapport aux compagnies étrangères d'Europe (*Lufthansa*, *Imperial Airways*) et d'Amérique. Cependant, il y a lieu de signaler qu'en 1935 un effort méritoire sera accompli, en particulier pour maintenir la liaison aérienne France-Amérique du Sud. Nous aurons, en effet, cette année, sur cette ligne, outre l'*Arc-en-Ciel* et la *Croix-du-Sud*, l'hydravion *Santos-Dumont*, qui vient de faire ses preuves (vitesse de traversée supérieure à celle de la *Croix-du-Sud*), sans oublier le quadrimoteur Farman, actuellement aux essais, et un Dewoitine (type 333) en cours de construction, et l'hydravion à 6 moteurs *Lieutenant-de-vaisseau-Paris*. La Société Caudron achève, elle aussi, un bimoteur très rapide, capable d'égaler, dit-on, l'appareil anglais Haviland-Comet, qui a triomphé dans la course aérienne Londres-Melbourne. D'ici six mois, nous posséderons donc au moins sept prototypes d'appareils pouvant relier la France à l'Amérique du Sud. Nous souhaitons que les essais qui vont se poursuivre soient concluants et permettent d'augurer favorablement de la lutte commerciale qui va s'engager — pour notre prestige — entre la compagnie française et la compagnie allemande pour assurer le service régulier : Europe-Amérique du Sud. L'Allemagne, pour l'instant, dispose de son magnifique dirigeable *L. Z-127* « Graf Zeppelin » et d'hydravions, *Dornier Luftwal*, qui font escale sur le navire désaffecté *Westfalen*, ancré au milieu de l'Atlantique comme une île artificielle.

VOITURES MÉTALLIQUES ET SÉCURITÉ EN CHEMIN DE FER

Les exploitations de chemins de fer se préoccupent de plus en plus de la sécurité sur les réseaux ferrés. Les derniers accidents ont démontré une fois de plus que, seules, les voitures métalliques peuvent assurer plus de sécurité aux voyageurs.

Nous avons exposé (1) comment on fabrique aujourd'hui des voitures entièrement en acier, soit par rivetage, soit par soudure électrique. Comme les compagnies se sont trouvées, du jour au lendemain, en présence d'instructions appelant leur attention sur la nécessité de remplacer les voitures en bois par ces voitures métalliques, certaines d'entre elles ont, par raison d'économie, trouvé une autre solution assez satisfaisante pour la sécurité des voyageurs. Il s'agit de la Compagnie P.-L.-M., qui, possédant dans son parc un matériel en bois relativement neuf, l'a fait renforcer dans ses ateliers par des armatures métalliques. La catastrophe d'Avignon du 12 août dernier a prouvé que ces voitures renforcées se comportaient bien sous le choc. La Compagnie des Wagons-Lits, elle aussi, se préoccupe de remplacer son matériel en bois par des voitures entièrement en acier. Déjà, ses véhicules, destinés aux 1^{re} et 2^e classes, sont en service. Par contre, les vieilles voitures, transformées en wagons-lits de 3^e classe, sont encore partiellement utilisées sur les différents réseaux. C'est là un danger indéniable pour les voyageurs de cette catégorie. Nous croyons savoir de bonne source que, prochainement, circuleront des voitures neuves de 3^e classe entièrement métalliques ; mais, bien entendu, toutes les anciennes en bois ne pourront être remplacées du jour au lendemain.

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

ANTICIPATION AUJOURD'HUI, RÉALISATION DEMAIN

La Société des Ingénieurs de l'Automobile a exposé récemment son programme en vue d'élaborer les conditions techniques pour établir un type de *petite voiture économique* — 5 ch, par exemple (1) —, dont le prix ne dépasserait pas 8.000 francs, qui ne consommerait pas plus de 5 litres aux 100 kilomètres, avec une vitesse maximum de 70 km-heure, carrossée en conduite intérieure deux places confortables, avec coffre à bagages. Ainsi que nous l'avons affirmé ici, c'est là le but vers lequel doivent tendre nos constructeurs si l'on veut multiplier, en France, l'« auto » utilitaire, qui constitue un outil nécessaire à toutes les professions. Dans un autre ordre d'idées, ne se préoccupe-t-on pas aussi, dans le domaine de la locomotion aérienne, de créer l'avion accessible à tous, ne coûtant que quelques milliers de francs ? L'appareil le « pou du ciel », véritable motocyclette aérienne, exposé au dernier Salon de l'Aviation, n'est-il pas une première tentative des chercheurs dans cette voie. Mais, attention, la sécurité est sœur de l'« excès de puissance ».

DIX MILLIONS DE PRIMES POUR NOS « DIESEL » LÉGERS

Le ministre de l'Air, pour favoriser en France le développement des moteurs d'aviation à huile lourde, vient de créer une prime de 10 millions de francs accordée au moteur à huile lourde de construction exclusivement française qui, avant 1936, aura permis à un avion de battre le *record de vitesse sur 10.000 kilomètres* (en circuit fermé). La moyenne du dernier record (moyenne horaire) est encore de 149 km 853 seulement. Dans le cas où l'industriel français ferait appel, pour la fabrication du dit moteur, à une licence étrangère, la prime sera réduite de moitié. On voit combien la France est encore en retard dans la construction du moteur Diesel. La plupart des firmes spécialisées dans ce domaine, qui travaillent actuellement dans notre pays, sont presque toutes d'origine étrangère (licences de brevets suisses, allemands, danois, suédois, anglais). Sous la façade de sociétés anonymes françaises, elles versent des sommes considérables à l'étranger et utilisent même, sur notre propre sol, le concours d'ingénieurs spécialisés. Il est temps que la France construise ses propres Diesel (moteurs d'avions, moteurs marins, moteurs industriels), en s'affranchissant de l'étranger et en formant des techniciens capables, eux aussi, de concevoir et de réaliser des moteurs qui ne le cèdent en rien à ceux de leurs concurrents. C'est ce qu'a fort judicieusement signalé le directeur des Constructions du ministère de l'Air, en instituant cette prime de 10 millions distribuée, pour la première fois en France, en faveur d'une industrie nationale cent pour cent. Ce sera pour nous l'occasion de repenser du moteur Clerget, du moteur Salmson et des licences Junkers (2).

AVIONS MÉTALLIQUES OU AVIONS EN BOIS ?

Avec le développement des avions métalliques, la question se pose de savoir comment, en cas de conflit, la réparation des appareils détériorés par les bombardements pourra être exécutée sur place. C'est un problème délicat, qu'il y a lieu d'envisager dès maintenant si l'on veut éviter des surprises cruelles pour nos « parcs de matériel ». Aussi, certaines nations, notamment l'Italie, n'ont-elles pas renoncé à la construction en bois des appareils modernes. On sait, par expérience, qu'il est relativement aisé de procéder aux réparations des avions non métalliques, ainsi que la dernière guerre nous en a fourni la preuve. Ce problème se pose donc impérieusement à ceux qui sont chargés d'établir notre programme de défense nationale. Signalons, d'autre part, que la France possède de nombreux ateliers de menuiserie, d'ébénisterie, qui, en temps de

(1) La petite voiture 5 ch Ford (et non 6), modèle fabriqué en Angleterre seulement, est vendue, en Grande-Bretagne, 9.000 francs et, en France, 16.800 francs. La 8 cylindres Ford 21 ch ne coûte, aux Etats-Unis, que 8.500 francs. Ainsi, on peut se procurer aux Etats-Unis, pour 8.000 francs environ, une voiture de moyenne puissance (21 ch), pour le prix que nous cherchons à atteindre pour une 5 ch seulement.

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

guerre, pourraient utilement apporter leur concours dans la construction et la réparation des avions en bois. Il est, au contraire, nécessaire de s'adresser à des usines spécialisées, dont l'outillage est très coûteux, pour la construction et la remise en état des avions métalliques. Les Allemands se sont peut-être trop pressés de sacrifier l'entretien et la réparation à la supériorité de performance des avions métalliques. En temps de paix, ceux-ci se fabriquent avec rapidité et précision; mais en serait-il ainsi en temps de guerre ?

ESSENCE DE SYNTHÈSE ET AVIATION

Les nations européennes s'efforcent de suppléer à l'insuffisance de leurs ressources en combustibles liquides en poussant activement leurs industries de carburants de synthèse. Cette évolution est, certainement, hâtée par l'incertitude des relations internationales, qui incite les grands pays à assurer ainsi la sécurité de leur ravitaillement en cas de conflit armé, tout en réduisant le volume de leurs importations. On sait, notamment, qu'en Allemagne les usines de la Leunawerke (1) fabriquent industriellement l'essence synthétique en partant du lignite et traitent annuellement plus de 100.000 tonnes de cette matière première. En France, les houillères du Nord et du Pas-de-Calais ont fourni, au cours de l'an dernier, 18.000 hectolitres d'essence. En Grande-Bretagne même, en dépit du fait que l'Angleterre dispose des importants gisements pétroliers de la Perse et partage avec nous ceux de l'Irak, malgré la maîtrise des mers européennes encore aux mains de la flotte anglaise, on vient de décider la construction d'importantes installations de traitement de la houille par carbonisation à basse température. La capacité de production de ces usines sera de 16 à 18.000 hectolitres d'essence pour commencer.

Les initiatives particulières sont, d'ailleurs, fermement appuyées par le gouvernement britannique, qui vient de décider que sept de ses escadrilles d'avions n'utiliseraient, désormais, que du carburant national de synthèse, dont les propriétés antidétonantes sont particulièrement appropriées à son emploi pour les moteurs à haute compression utilisés aujourd'hui par les avions.

DE NOUVEAUX DÉBOUCHÉS POUR L'INDUSTRIE GAZIÈRE

La Science et la Vie a déjà exposé les résultats obtenus dans l'emploi du gaz comprimé à 200 kilogrammes pour la traction automobile : essais sur les autobus parisiens (2). Elle se propose de revenir sur ce sujet et de montrer, en outre, quel est l'avenir du gaz de ville à haute pression. On vient, en effet, d'inaugurer à Cambrai une usine de compression du gaz d'éclairage analogue à celles qui existent notamment en Angleterre (pour les véhicules industriels), au Danemark (pour la fourniture des abonnés). L'installation de Cambrai utilise le gaz des cokeries voisines (mines d'Anzin), et peut débiter : 200 mètres cubes à l'heure sous 200 kilogrammes de pression par centimètre carré. Les bouteilles d'acier frettées contiennent chacune 9 mètres cubes de gaz et, actuellement, le poste de Cambrai peut charger ainsi douze bouteilles à la fois. Huit camions ont pu ainsi être équipés en gaz comprimé, prêts à prendre la route. Chaque véhicule a été approvisionné en moins de 15 minutes et a pu parcourir de 120 à 150 kilomètres sans être rechargé, suivant le taux de compression du gaz emmagasiné. Le gaz comprimé en bouteilles peut être également servi aux abonnés pour l'usage domestique, avec toutes les garanties de *sécurité* désirables. Nous avons du reste inscrit à notre programme de 1935 l'étude des progrès réalisés dans l'industrie gazière en France et à l'étranger, afin de montrer à nos lecteurs ce qu'il faut attendre de ces progrès, tant au point de vue technique qu'au point de vue économique (prix de revient, tarifs, appareillage, nouvelles applications du gaz de houille en Europe et en Amérique).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 190, page 338.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 159, page 205.

LA LUMIÈRE JAUNE ET L'AUTOMOBILE

Par BAUDRY DE SAUNIER

L'ÉBLOUISSEMENT, phénomène désagréable, connu nécessairement depuis qu'il y a de la lumière et des yeux humains pour la percevoir, a pris dans la vie contemporaine l'importance d'un danger public, et sans cesse grandissant, depuis que des automobilistes, en nombre sans cesse accru, parcourent les routes la nuit. L'éblouissement met en grave péril tous les usagers de la route, quels qu'ils soient, car il équivaut à une *cécité complète* pendant le temps, généralement fort court, où il se produit.

Aveuglant ou aveuglé, on devine les catastrophes que peut causer ou subir en cinq ou six secondes un conducteur qui, très normalement et avec beaucoup de sagesse, ne roule même qu'à 50 kilomètres à l'heure !

Contre l'éblouissement si périlleux, on a cherché longtemps à opposer la loi, un article de décret !... Il était infiniment préférable qu'on lui opposât la physique ! C'est précisément

ce qu'on fait désormais en substituant aux lampes « blanches » et classiques des projecteurs d'automobiles (*vulgo* phares), des lampes « jaunes ».

Il ne peut évidemment être question ici que des lampes jaunes spécialement étudiées et fabriquées pour les fins que nous allons préciser. Il ne peut s'agir de barbouiller de peinture jaune des verres ordinaires, comme le pensent les naïfs.

Pour comprendre la question, il suffit de se rappeler quelques notions élémentaires de physique et de physiologie.

Nous admettons — telles sont du moins les conceptions modernes de la science — que

la lumière dite blanche est constituée par un ensemble de vibrations de l'éther qui ont toutes des longueurs d'ondes différentes, longueurs qui déterminent sur le système nerveux récepteur de l'œil des sensations différentes aussi, autrement dit des *couleurs différentes*. La totalité des couleurs qu'on voit dans le « spectre » d'un rayon de soleil constitue la lumière blanche.

Or l'œil humain est lui-même composé d'une multitude de petits récepteurs, cons-

tituant en partie sa rétine, qui réagissent diversement au choc de ces vibrations si diverses elles-mêmes. Il y a les *cônes*, qui reçoivent principalement les vibrations à ondes longues (longueur toute relative puisque les vibrations de la lumière sont de l'ordre du *mu* et vont à peu près de 0,7 à 0,4) ; et les *bâtonnets* qui perçoivent mieux les ondes courtes, mais ont la fâcheuse particularité de ne fonctionner que si une substance spéciale qui les recou-

vre, le *pourpre rétinien*, n'est pas subitement, par un flux de lumière excessif, rendu incapable d'aucune perception lumineuse ; jusqu'au moment où, l'excès du flux venant à disparaître, les bâtonnets peu à peu se *réadaptent*. C'est ce temps de réadaptation de l'œil qui équivaut rigoureusement à une durée de cécité totale.

Les bâtonnets sont donc extrêmement sensibles à un excès des rayons qui se trouvent à la gauche du spectre, principalement aux violets et aux bleus ; eux surtout déterminent l'éblouissement. Le remède à l'éblouissement est donc simple à concevoir : il suffit de filtrer la lumière blanche avant qu'elle ne sorte de la lampe, afin d'empêcher les

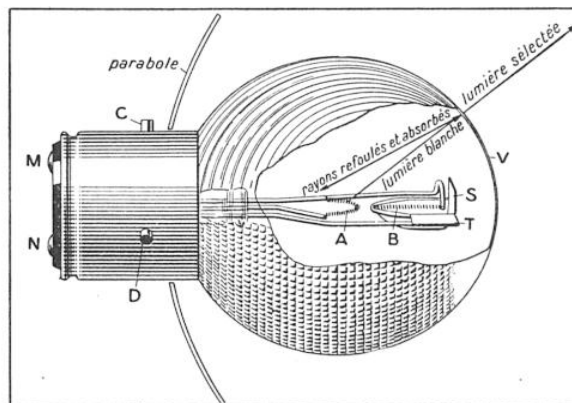


FIG. 1. — CONSTITUTION SCHEMATIQUE D'UNE AMPOULE DONNANT DE LA LUMIÈRE JAUNE
A, filament de l'éclairage « route ». — B, filament de l'éclairage « code ». — C D, ergots de fixation. — M N, contacts. — S, écran cachant le filament B. — T, patte de support de la coupelle. — V, verre sélectif, au cadmium, qui arrête les rayons violets et bleus, mais laisse filtrer tous les autres rayons du spectre.



FIG. 2. — COMPARAISON ENTRE L'ÉCLAIRAGE AVEC LA LUMIÈRE BLANCHE...

Voici une photographie qui a été prise à l'aplomb du volant d'une voiture dont les projecteurs émettaient de la lumière blanche. Deux personnages sont immobiles à 83 mètres. On voit que celui qui porte un pardessus marron tend déjà à disparaître, alors que les premiers plans de la route sont brillamment éclairés.

rayons violets et bleus, qui la constituent en partie, de frapper les yeux des usagers de la route. Tous les autres rayons constitutifs sont émis librement.

Cette conception ayant pu enfin être réalisée par de savants chercheurs, la lumière qui sort des lampes spéciales qu'on commence à apercevoir dans le fond des paraboles de beaucoup de projecteurs d'automobile a une teinte jaune bouton d'or qui, précisément, au dire de tous les oculistes, est celle que supporte l'œil le plus volontiers, qui même le repose lorsqu'il est fatigué.

Ce filtrage de la lumière blanche à peine au sortir des filaments incandescents qui la

produisent (l'un de *plein feu*, l'autre de *code* ; voir figure 1), est obtenu de son passage au travers d'une substance particulière, un verre au cadmium, qui est dit *sélectif*. La lumière jaune qui en résulte est justement dite *sélectée*. Quant aux rayons violets et bleus retenus prisonniers dans la lampe et qui sont de l'énergie, ils élèvent, dit-on, la température des filaments quelque peu, et accroissent leur brillance.

Il advient de toutes ces contingences plusieurs bénéfices de grande valeur pour la circulation routière nocturne.

Le plus caractéristique est la disparition presque totale du phénomène de l'éblouis-



FIG. 3. — ... ET L'ÉCLAIRAGE AVEC LA LUMIÈRE JAUNE

Cette photographie a été prise dans les mêmes conditions que la photographie ci-contre (puissance lumineuse égale), mais avec des lampes sélectives émettant de la lumière jaune. Le personnage qui porte un pardessus marron est plus visible qu'avec l'éclairage en lumière blanche. Les contrastes sont plus vifs.

sement, aussi bien pour les piétons et les cyclistes que pour les conducteurs de véhicules à l'approche d'une automobile dont les projecteurs émettent aussi de la lumière jaune. Alors qu'en lumière blanche le sol lui-même sur lequel ils marchaient ou roulaient disparaissait à leurs yeux, ils distinguent toujours, sous la lumière jaune, la nature et l'état de la chaussée et même les bas côtés de la route. Deux automobiles, en « jaune » toutes les deux, peuvent se croiser à pleins feux sans risquer l'accrochage, ce qu'elles sont incapables de faire en lumière blanche.

Il est tout à fait remarquable aussi que la lumière jaune, par son affinité toute spé-

ciale pour l'œil, par l'augmentation qu'elle fait du *contraste* des objets, a une portée plus grande que la lumière blanche, — bien qu'au premier abord on ait le sentiment du contraire. Les figures 2 et 3 expriment très exactement les impressions qu'on éprouve à regarder un même paysage éclairé, avec la même intensité, tour à tour sous la lumière blanche artificielle et sous une lumière bien sélectionnée.

Telles sont, exprimées par une rapide esquisse, les raisons de l'emploi de la lumière jaune dans l'éclairage des automobiles et du développement qu'il va certainement prendre.

BAUDRY DE SAUNIER.

L'ÉPURATION DES EAUX, PROBLEME CAPITAL DE L'URBANISME MODERNE

Par J. M.

De nombreuses méthodes d'épuration des eaux ont été examinées ici avec le plus grand souci d'impartialité, en nous basant exclusivement sur les résultats scientifiques fournis par l'expérience. Parmi les procédés les plus modernes fondés sur l'action destructrice des matières organiques (bactéries, etc.) par oxydation, figure, au premier plan, l'ozonisation. Elle consiste à produire «électriquement» l'ozone qui agit, au contact de l'eau à épurer, comme agent microbicide par excellence afin de rendre celle-ci potable, même dans les agglomérations où, par suite de l'impossibilité de trouver la quantité d'eau naturellement pure nécessaire, les municipalités sont obligées d'avoir recours au captage d'eaux de rivières ou d'étangs obligatoirement polluées.

Tout le monde sait, aujourd'hui, que l'eau est composée de deux volumes d'hydrogène pour un volume d'oxygène (H^2O).

Mais il faut immédiatement reconnaître que cette eau pure n'existe pas à l'état naturel. L'eau que nous pouvons recueillir à une source, par exemple, a rencontré dans son trajet de nombreuses substances plus ou moins solubles, des organismes vivants qu'elle a entraînés. Aussi la vie dans les eaux est-elle extrêmement développée.

Des milliers de germes et de bactéries, dont beaucoup sont pathogènes, sont contenus dans l'eau, et les découvertes de Pasteur pendant la deuxième moitié du XIX^e siècle l'ont démontré.

Parmi les maladies que l'eau peut apporter à l'homme, il faut citer les maladies parasitaires dues au développement, dans l'organisme, des œufs ou des larves contenus dans l'eau. Tel est, par exemple, le ver solitaire. Le savant russe Metchnikoff a

prouvé que d'autres vers parasites, les «helminthes», peuvent devenir, par les lésions qu'ils produisent sur la muqueuse intestinale, les agents inculcateurs de bactéries pathogènes et se

trouver ainsi la cause indirecte des diverses maladies infectieuses. L'hématurie d'Egypte, l'anémie des mineurs et des ouvriers des tunnels sont dues également à la présence de parasites dans l'eau.

Les bactéries, vivant dans les eaux, se développent rapidement et sont la cause d'épidémies redoutables, dont les plus connues sont la fièvre typhoïde et le choléra. Découvert en 1880, par Eberth, le bacille typhique (1) se transmet par l'eau de boisson, de même que le germe spécifique du choléra, découvert et étudié par Koch.

Ces quelques observations suffisent à démontrer combien il est nécessaire de s'assurer de la pureté des eaux utilisées pour l'alimentation publique, et de les épurer si

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 8, page 177.

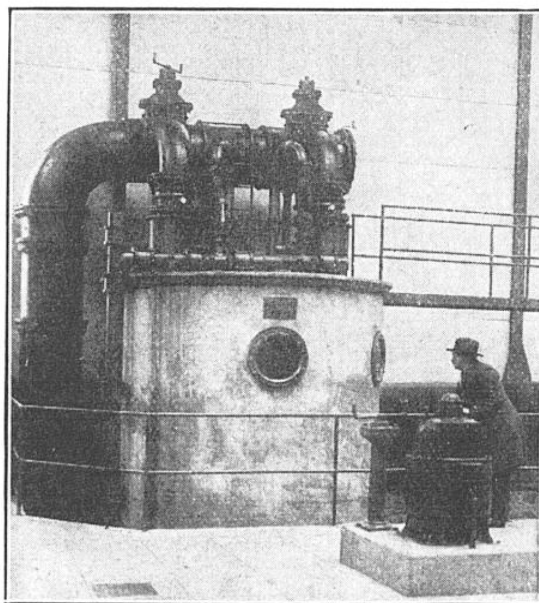


FIG. 1. — L'UNE DES COLONNES DE SELF-CONTACT DE L'USINE DE STÉRILISATION PAR OZONISATION DES EAUX DE L'ELORN POUR L'ALIMENTATION DE LA VILLE DE BREST (DÉBIT, 10.000 MÈTRES CUBES PAR JOUR)

Au sommet de la colonne, les émulseurs.

l'analyse révèle qu'elles sont contaminées.

D'ailleurs, une eau, pour être pratiquement pure, ne doit pas correspondre forcément et uniquement à la formule chimique de sa constitution. Le Conseil supérieur d'Hygiène publique de France définit ainsi les conditions auxquelles doit satisfaire une eau : « L'eau destinée à l'alimentation de l'homme doit être pure, c'est-à-dire ne présenter aucun

Comment est résolu le problème de l'épuration des eaux

La filtration des eaux. — Bien avant que les notions de bactériologie soient découvertes, on a reconnu la nécessité de clarifier l'eau au moyen de filtres. Cette méthode de la filtration, utilisée tout d'abord pour de faibles débits d'eau, — il existe, à l'heure

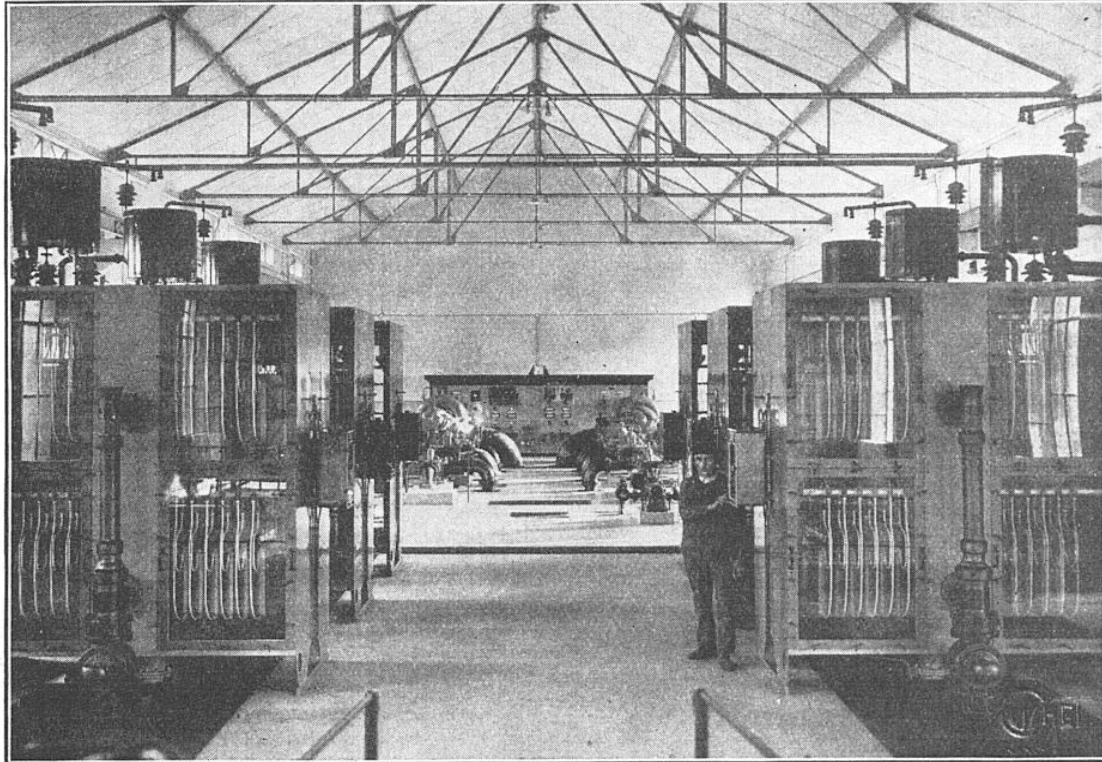


FIG. 2. — VUE, PRISE DU SOMMET D'UNE COLONNE DE SELF-CONTACT, DE L'USINE DE STÉRILISATION DES EAUX DE LA MOSELLE POUR L'ALIMENTATION DE LA VILLE DE NANCY (DÉBIT JOURNALIER, 80.000 MÈTRES CUBES)

Au premier plan, les batteries d'ozoneurs M.-P. Otto. Au fond, les pompes et le tableau de distribution de l'usine. Les colonnes de self-contact, invisibles ici, sont complètement en avant.

indice de souillure suspecte ; elle ne doit renfermer aucune substance capable d'occasionner des troubles dans un organisme sain ; elle doit être agréable au goût, ne dégager aucune odeur, demeurer limpide. Elle doit être, autant que possible, propre aux usages domestiques et industriels, et avoir une température constante comprise entre 8° et 10°.

Or, la plupart du temps, les eaux naturelles ne satisfont pas à ces conditions ; il est indispensable de leur faire subir un traitement pour les purifier.

actuelle, de fort remarquables filtres domestiques, — fut étendue, par la suite, à l'épuration de grandes masses d'eau.

La stérilisation des eaux. — Si l'eau filtrée est claire, débarrassée d'un grand nombre de germes, elle peut contenir encore des microbes dangereux. Il faut donc la stériliser.

Les procédés chimiques mettent en œuvre des bactéricides violents, en général le chlore et ses composés ; les méthodes de la javellisation (1) et de la verdunisation (2)

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 12, page 393.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 9, page 326.

ont été décrites déjà dans cette revue.

Quant aux autres procédés physiques, ils sont basés sur l'emploi de la chaleur, des rayons ultraviolets et de l'électricité.

De l'eau vraiment pure par l'air électrisé

Si on soumet l'oxygène à l'action de l'effluve électrique (décharge lumineuse entre deux électrodes), on obtient ce que l'on appelle une « modification allotropique » de ce gaz, sous la forme d'un nouveau gaz, l'ozone, dont l'odeur caractéristique décelé immédiatement la présence. On peut, de même, agir sur l'air sec et on obtient de l'ozone mélangé à l'air atmosphérique. L'ozone est un oxydant énergique qui attaque violemment les matières organiques. Ainsi, l'eau traitée par l'ozone perd toute odeur : elle retrouve sa teinte bleu clair naturelle, elle est débarrassée totalement des germes qu'elle contenait.

Aussi l'ozonisation de l'eau fut-elle vite utilisée pour la stérilisation. Dès 1904, une usine fut installée à Nice ; elle traitait 100 mètres cubes d'eau à l'heure. Devant les résultats obtenus, la puissance de cette usine fut décuplée et toutes les villes de la Côte d'Azur, entre Nice et Menton, adoptèrent ce procédé qui fut tout spécialement étudié par M. M.-P. Otto.

Une usine d'organisation comprend essentiellement :

1° Les appareils générateurs d'ozone, savoir :

a) Un alternateur à haute fréquence (500 périodes par seconde) permettant la meilleure production de l'effluve ;

b) Un ozoneur constitué par des diélectriques entre lesquels jaillit l'effluve et passe l'air ;

2° Les appareils de mise en contact de l'air ozonisé et de l'eau à traiter comprenant, dans les procédés M.-P. Otto :

a) Un appareil dit « émulseur », sorte de trompe à eau, dans lequel l'eau à traiter, arrivant sous pression (soit par gravité, soit par pompage), aspire l'air à travers les effluves de l'ozoneur et assure son mélange intime avec l'eau ;

b) Un tube de dissolution sous pression entraînant le mélange d'air ozoné et d'eau jusqu'au bas de...

c) Une colonne dite de self-contact, dans laquelle se poursuit le mélange et d'où l'eau se déverse, à la partie supérieure, dans...

d) Un désaturateur où l'eau retombe en cascades pour permettre à l'air ozoné en excès de s'échapper librement.

A la sortie du désaturateur, l'eau, parfaitement stérilisée, peut être sans crainte livrée à la consommation.

En dehors des villes de la côte méditerranéenne, la Ville de Paris a également fait installer à Saint-Maur, en 1909, une usine d'ozonisation traitant 90.000 mètres cubes d'eau par 24 heures. Ce débit sera prochainement porté à 300.000 mètres cubes d'eau.

L'ozonisation est utilisée, en France, parmi tant d'autres villes, à Nancy, Toulon, Chartres, Brest, Lorient, Laval, Avignon, Granville, etc., et à l'étranger, à Leningrad (depuis 1911), La Spezzia, etc., et, enfin, aux colonies (Congo belge).

Les résultats obtenus

Nous ne pouvons mieux résumer les résultats obtenus qu'en citant les conclusions d'un rapport signé par les docteurs Roux, Calmette, Staes Brame, et par MM. Bourriez et Buisine, publié dans les *Annales de l'Institut Pasteur* :

« 1° Tous les microbes pathogènes ou saprophytes (végétal vivant sur des matières organiques en décomposition) que l'on rencontre dans les eaux sont parfaitement détruits ;

« 2° L'ozonisation n'apporte à l'eau aucun élément étranger préjudiciable à la santé des personnes appelées à en faire usage. Au contraire, les eaux soumises au traitement par l'ozone sont moins sujettes aux pollutions ultérieures ;

« 3° L'ozone n'étant autre chose qu'un état moléculaire particulier de l'oxygène, l'emploi de ce corps présente l'avantage d'aérer énergiquement l'eau, de la rendre plus saine et plus agréable pour la consommation, sans lui enlever aucun de ses éléments minéraux utiles. »

Terminons ce bref exposé de la stérilisation de l'eau par l'ozone en signalant que des appareils domestiques ont été mis au point. Fournissant 50 à 150 litres d'eau stérilisée à l'heure, ces appareils ne consomment que 30 watts. D'autres, plus puissants (150 à 200 watts) débitent 2.000 à 3.000 litres d'eau à l'heure.

Fonctionnant automatiquement, c'est-à-dire que l'envoi du courant actionne, au moyen d'un électroaimant, le robinet de commande, ces appareils donnent une parfaite sécurité, puisque le débit s'arrête dès que le courant électrique vient à manquer.

Ainsi la science et la technique modernes ont résolu un des problèmes les plus importants pour la vie de l'homme ; la stérilisation des eaux.

J. M.

UN AVION DE TOURISME SUR ET FACILE A PILOTER

A propos des progrès réalisés dans la construction des moteurs à huile lourde pour aviation, nous avons signalé dans notre dernier numéro le moteur « Salmson », licence « Szydlowski », de 600 ch, à refroidissement par l'eau et à compresseur, consommant 175 grammes d'essence et 6 grammes d'huile par cheval, pesant 930 grammes par cheval de puissance nominale.

Dans la gamme variée des fabrications de cette firme, qui comprend divers modèles de moteurs (500 ch, 400 ch, 175 ch, 105 ch, à refroidissement par l'air), il faut mentionner tout spécialement le monoplan de tourisme *Phrygane*, muni d'un moteur de 135 ch.

Ce monoplan, type parasol rectangulaire avec bouts arrondis, est repliable complètement en un temps très court. Chaque demi-aile comprend une partie avant et un caisson arrière, qui porte l'aileron et un volet de courbure. Un mécanisme, logé dans le caisson arrière de l'aile gauche, détend automatiquement les câbles au moment du repliage et leur redonne la tension initiale quand on remet l'avion en état de vol.

La structure de cet avion, entièrement en bois, avec revêtement de toile, se compose de deux longerons-caissons en spruce et contre-plaqué, de barres de compression et haubans.

Les empennages horizontaux sont en bois revêtu de toile. Le volet de profondeur est commandé en vol. Le plan fixe est réglable au

sol. Dans les empennages verticaux, la structure de la dérive est en tubes d'acier et le gouvernail de direction est en bois recouvert de toile.

Voici quelques caractéristiques de cet appareil : envergure, 11 m 70 ; longueur totale, 7 m 659 ; hauteur, 2 m 355 ; surface portante, 22 m² 50 ; poids à vide, 635 kilogrammes ; poids du combustible, 126 kilogrammes ; poids total en ordre de vol, 1.100 kilogrammes ; vitesse maximum, 195 kilomètres à l'heure ; rayon d'action en tri-place, 1.000 kilomètres.

Le moteur de 135 ch, à refroidissement par l'air, est fixé au fuselage à l'aide d'un bâti en tubes d'acier soudés, monté élastiquement pour supprimer les vibrations. Les réservoirs d'essence sont logés dans les ailes et se trouvent en charge sur le moteur.

On sait que l'on a recherché pour les avions de tourisme à utiliser des moteurs de très faible puissance, notamment en Allemagne (1) et l'on est parvenu à utiliser des moteurs de 20 à 30 ch. Toutefois, ainsi que le disait notre collaborateur dans l'article précité, en France et en Angleterre on reste, en général, au-dessus de 100 ch.

Disposer d'un excès de puissance, comme sur le *Phrygane*, est un gage précieux de sécurité et, d'autre part, facilite le pilotage de l'appareil.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 293.



L'AVION DE TOURISME « SALMSON », TYPE « PHRYGANE », A TROIS PLACES, ÉQUIPÉ D'UN MOTEUR DE 135 CH A REFROIDISSEMENT PAR L'AIR. LE RAYON D'ACTION EST DE 1.000 KILOMÈTRES

L'ENCYCLOPÉDIE MODERNE PRÉSENTE L'ENSEMBLE DES CONNAISSANCES HUMAINES

C'EST une constatation maintes fois répétée que le monde évolue aujourd'hui avec une rapidité déconcertante, grâce, notamment, aux progrès scientifiques et techniques. Si un organe publié périodiquement permet seul de se tenir au courant de ces transformations, il est indispensable que, de temps en temps, un vaste ouvrage encyclopédique mette à la disposition de l'homme cultivé un ensemble, aussi complet et aussi clair que possible, des connaissances humaines, aussi bien dans les sciences que dans la littérature, l'art, l'histoire, la géographie, etc., en un mot, dans tout ce qui conditionne l'existence.

La langue elle-même se transforme : que de nouveaux termes, que d'acceptions nouvelles de mots anciens ! Les Etats se sont modifiés, des pays neufs ont été créés, les villes se sont agrandies, la société a transformé ses institutions tant au point de vue social qu'intellectuel, des lois nouvelles ont changé les codes, l'histoire s'est enrichie de nouveaux chapitres, des industries nouvelles sont nées de découvertes prodigieuses, etc. Que de fois entend-on dire qu'un homme disparu au début de ce siècle se trouverait complètement dépaycé s'il revenait subitement sur terre, un quart de siècle seulement après sa disparition !

Eh bien, cet homme pourrait, au contraire, comprendre rapidement tout ce qui l'étonne, s'il disposait d'une encyclopédie complète sans être trop encombrante, facile à consulter, dont les articles soient écrits par les plus éminentes personnalités s'attachant à exposer le plus clairement possible les dernières conquêtes de l'esprit humain.

C'est à ce but que répond parfaitement le *Larousse du XX^e siècle*, en six volumes, qui vient d'être édité par la maison depuis de nombreuses années spécialisée dans la mise au point des dictionnaires. Des collaborateurs éminents, comme Georges Urbain, de l'Institut, Louis Joubin, de l'Institut ; Alphonse Berget, Constantin, Houllé, Le Besnerais, Weygand, etc., ont donné aux articles scientifiques tout le concours de leur autorité.

Il est évidemment impossible de dresser ici une nomenclature complète de toutes les matières contenues dans cette encyclopédie de 7.000 pages, comprenant 235.640 articles illustrés de 46.641 gravures, avec 364 planches et 502 cartes en noir et en couleurs.

Signalons cependant quelques points qui permettront de juger de l'effort accompli. La langue française y est étudiée non seulement comme dans un dictionnaire, mais par un classement logique des divers sens de

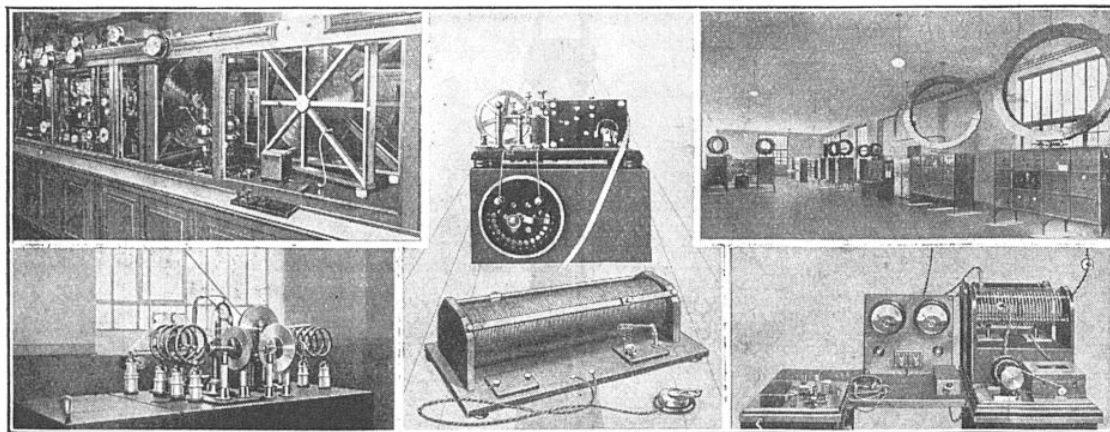


FIG. 1. — FRAGMENT DE LA PLANCHE CONSACRÉE A LA T. S. F.

On voit ici, au centre, le premier récepteur de Branly, un poste à galène (1910). En bas, à gauche, le poste à ondes courtes de Lyon-La Doua ; à droite, une des premières stations de bord type « Marconi ».

tous les mots, avec des exemples, l'indication de la prononciation, l'étymologie, les antonymes, homonymes, locutions usuelles et proverbiales, etc. La *littérature* y est étudiée depuis l'origine jusqu'à l'époque la plus récente (genres littéraires, biographies, œuvres principales, etc.). L'*art* y est traité complètement, avec son histoire dans tous les temps et dans tous les pays (description des monuments remarquables, des chefs-d'œuvre de peinture et de sculpture, grandes œuvres musicales, etc.). L'*histoire* de tous les peuples jusqu'à aujourd'hui, tous les

l'hygiène, l'alimentation, la physique appliquée, à la télégraphie, téléphonie, T. S. F., télévision, cinématographique, aéronautique, météorologie, etc., les différents articles qui leur sont consacrés forment de véritables encyclopédies d'ordre documentaire et pratique.

Mentionnons encore le *commerce*, l'*industrie*, l'*armée*, la *marine* et tout ce qui concerne la *vie pratique*.

C'est ainsi que l'on trouvera dans cette encyclopédie non seulement tout ce qui est relatif à la comptabilité, au droit commer-

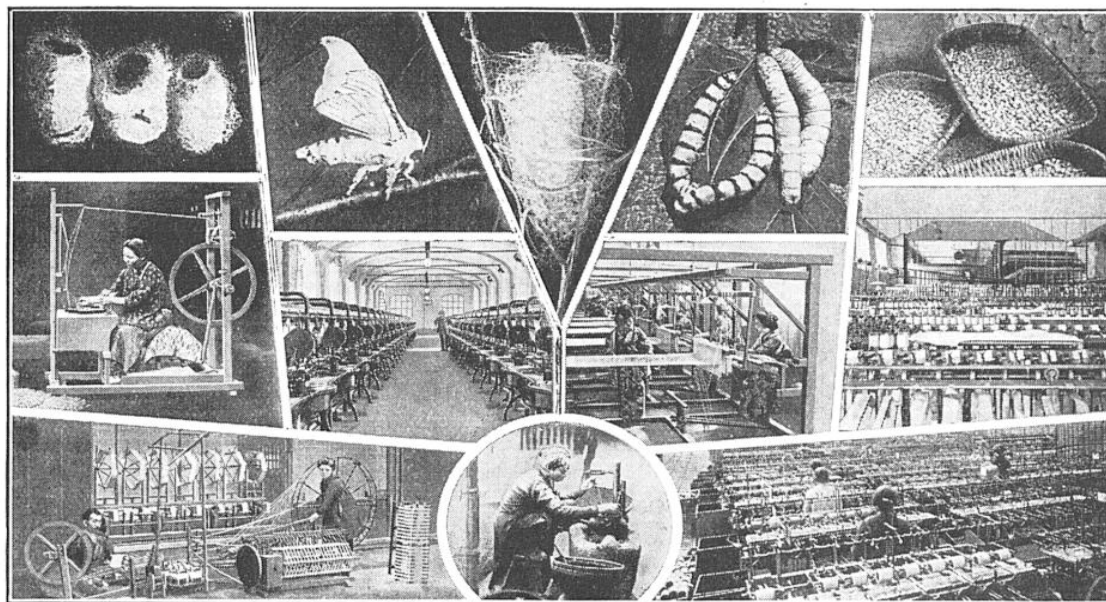


FIG. 2. — FRAGMENT DE LA PLANCHE CONSACRÉE A LA SOIE ET A SES INDUSTRIES

Depuis le papillon du ver à soie, les cocons de soie, jusqu'à la mise en fils en canettes, ce fragment de planche montre les opérations subies par le cocon. D'autres gravures — il y en a vingt-cinq — exposent les diverses machines utilisées pour le tissage de la soie et l'impression des tissus obtenus.

faits politiques, militaires, diplomatiques, les nouvelles formes de gouvernement, les nouvelles répartitions territoriales, l'évolution intellectuelle, le mouvement social contemporain y sont exposés complètement.

Il en est de même de la *géographie*, où tous les renseignements sur les populations, le commerce, les races, etc., se trouvent détaillés. Une innovation intéressante pour les noms géographiques, tels que les noms slaves, arabes, chinois, japonais, etc. : un système de transcription inédit et simple, et conforme à la phonétique française.

Quant aux *sciences* pures et appliquées, depuis l'arithmétique jusqu'à l'astronomie, la physique, les sciences naturelles, la chimie industrielle (colorants, parfums, engrais, carburants, métaux et alliages nouveaux), les sciences en agriculture, la médecine,

cial, aux échanges internationaux, aux débouchés principaux, etc., aux industries minières, métallurgiques, textiles, etc., aux procédés modernes, à l'outillage des différents métiers, à la théorie des appareils récents avec leur utilisation rationnelle (automobile, T. S. F., aviation, etc.), mais encore des recettes utiles d'économie ménagère, des articles sur l'hygiène (chauffage, éclairage, vêtements), sur les monnaies diverses, sur l'administration et la jurisprudence, sur la pratique de tous les sports et sur la danse.

Le *Larousse du XX^e siècle* constitue donc une œuvre originale, un inventaire total du savoir humain où six mille ans de connaissances se trouvent condensés, sous la forme la plus objective et la plus claire, indispensable à tous ceux qui veulent connaître le monde actuel.

J. M.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Un radiorécepteur perfectionné

Nous avons exposé dans notre dernier numéro (n° 211, page 51) les perfectionnements que l'on est en droit d'exiger d'un poste récepteur moderne. Signalons, aujourd'hui, un appareil spécialement étudié et susceptible de donner toute satisfaction, car il met en œuvre les trois grandes tendances de la technique actuelle de la réception, à savoir : emploi de bobinages à noyaux magnétiques, utilisation

sur alternatif des nouvelles lampes 6,3 volts, réception des ondes courtes. On sait que le fait de placer un noyau de fer doux à l'intérieur d'une bobine suffit pour accroître notablement la self-induction de l'enroulement. Inversement, pour une même valeur de la self-induction, un enroulement bobiné sur un noyau métallique devra comporter moins de spires. Les pertes d'énergie dans le cuivre — sous forme de chaleur — se trouvent donc diminuées et le rendement est amélioré. Cependant, on sait aussi que les variations de champ électromagnétique donnent naissance, dans le noyau métallique, à des courants parasites, dits courants de Foucault, — du nom de l'illustre physicien qui les a découverts, — et que ces courants, se fermant sur eux-mêmes, produisent un échauffement du noyau, d'où une perte de calories, c'est-à-dire, en définitive, d'énergie.

Comme les courants utilisés en T. S. F. ont une fréquence très élevée, ces courants de Foucault prennent des valeurs exagérées, et le rendement serait très mauvais si certaines précautions n'étaient prises. Ainsi le noyau métallique de la bobine, au lieu d'être massif, est-il formé par la juxtaposition de tôles minces, séparées par un bon isolant, ou de fils également isolés électriquement. Pour des fréquences assez élevées, de 100 à 10.000 périodes par seconde, ces tôles

n'ont que quelques dixièmes de millimètre d'épaisseur. Dans ces conditions, et en utilisant des tôles spéciales formées d'alliages à grande résistance électrique, les courants de Foucault ne prennent pas une valeur exagérée. Mais on fait mieux encore, et pour pousser à l'extrême limite la division du métal, on le met sous forme de grains très fins noyés dans un isolant. Evidemment, la fabrication de tels bobinages est minutieuse, car il faut que les grains soient uniformément répartis dans l'isolant et qu'ils soient aussi

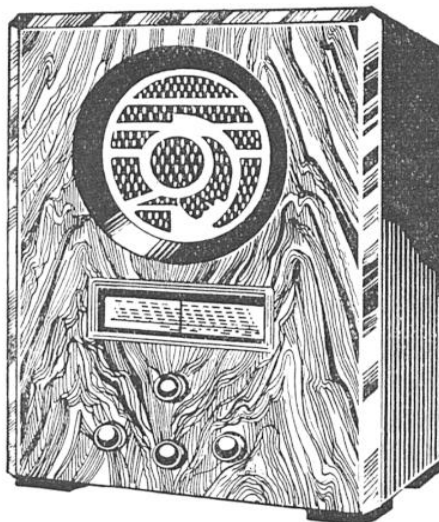
rapprochés que possible, afin de ne pas perdre l'avantage de la présence du noyau métallique (grande perméabilité magnétique).

Les transformateurs *Ultima*, utilisés dans le récepteur *Heptodyne* dont nous parlons, et montés sur stéatite, sont précisément de ce type. Des essais de laboratoire ont montré avec évidence que le rendement de tels transformateurs était excellent, aussi bien au point de vue de l'amplification qu'ils permettent qu'à celui de l'absence de distorsion.

Quant aux lampes utilisées, lampes américaines de 6,3 volts, on sait qu'elles furent étudiées pour la réception sur sec-

teur continu. Comme elles fonctionnent parfaitement sur l'alternatif, elles ont donné naissance aux postes dits « tous courants ». Alimentées sous 250 volts, à l'anode, ces lampes ont un rendement remarquable ; elles sont robustes et puissantes, leur capacité interne est réduite. Pour utiliser ces lampes, il fallait les compléter par d'autres de puissances appropriées : le tube 42, pentode de 9 watts à chauffage indirect (puissance modulée, 3 watts), et le modèle 75, diode-triode à grande résistance interne dont le coefficient d'amplification atteint 99. Ces lampes équipent l'*Heptodyne Ultima*.

En ce qui concerne la réception des ondes courtes, elle est de plus en plus à l'ordre du jour, car le nombre des stations émettant



L'HEPTODYNE « ULTIMA »

sur moins de 100 mètres se multiplie constamment. Or, si l'on dispose d'un récepteur très puissant, on peut réduire les mesures particulières à prendre, notamment en utilisant le changement de fréquence. Pour le récepteur que nous décrirons, on a préféré limiter la gamme des ondes courtes reçues de 16 à 60 mètres — gamme où se situe la majorité des stations à ondes courtes — afin d'assurer une réception parfaite de postes tels que Le Vatican, Pontoise, Barcelone, Chelmsford, Pittsburgh et Shenectady (Etats-Unis), etc.

Signalons enfin que, bien que de nombreux sans filistes préfèrent acheter un poste tout monté, l'*Heptodyne Ultima* peut être livré en pièces détachées, avec toutes les indications pour le montage, ce qui permet d'abaisser le prix de revient.

RADIO HOTEL-DE-VILLE, 13, rue du Temple, Paris (4^e).

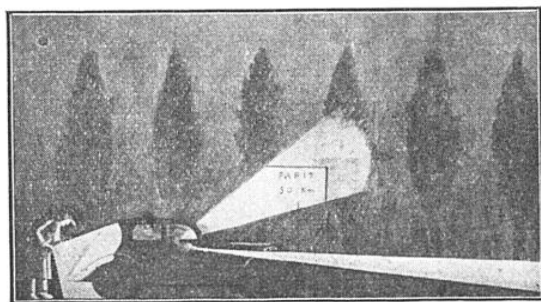
L'éclairage de secours sur les automobiles

Le problème de l'éclairage de secours sur les automobiles était toujours en suspens. Il nous semble maintenant résolu par un ingénieux appareil : la *Torche Auto*.

C'est une nouvelle lampe électrique portable comportant, en quelque sorte, trois lampes en une seule.

Son réflecteur argenté étant réglable permet de modifier l'angle du faisceau lumineux et donne, à volonté, un éclairage rapproché, à moyenne distance ou une portée vraiment remarquable de 120 mètres. Même en cas de panne complète de lumière, on pourra toujours rentrer au garage.

La *Torche Auto* est équipée avec la pile « torche », grand modèle du commerce, de $32 \times 180 \frac{m}{m}$, dont la capacité et la durée de conservation, quatre fois supérieure à celle d'une pile de poche ordinaire, évitent toute



VOICI LES TROIS UTILISATIONS NORMALES DE LA « TORCHE AUTO »

A courte distance, pour permettre d'effectuer les réparations ; à distance moyenne, éclairage d'une plaque indicatrice ; à grande distance (120 mètres), en cas de panne de phare.

crainte de la trouver déchargée précisément au moment où elle devient nécessaire. La *Torche Auto* est très maniable ; elle pèse 390 grammes, est cylindrique et fait $40 \times 230 \frac{m}{m}$; le miroir réglable a un diamètre de 60 millimètres.

SOCIÉTÉ DES PILES ET ACCUMULATEURS HEINZ, 9 et 11, place Champerret, Paris (17^e).

Les aviateurs pourront lire plus aisément leurs cartes

Les pilotes aviateurs sont souvent embarrassés pour la manipulation des cartes nécessaires à leur orientation. Aussi a-t-on imaginé des dispositifs ingénieux pour leur faciliter cette besogne. En voici un, homologué par les Services de l'Aéronautique, qui nous paraît fort pratique.

Le porte-cartes *Minimax* est du type à rouleaux et utilise la carte sous forme d'une bande de 15 à 25 centimètres de largeur sur 10 mètres de long au maximum. Enroulée sur deux rouleaux, la carte passe sur d'autres rouleaux de renvoi formant les trois arêtes d'un prisme pouvant pivoter de sorte qu'une grande surface de la carte peut être consultée rapidement. La nuit, un éclairage intérieur permet la lecture facile par transparence. Ajoutons que ce porte-cartes peut être fixé soit sur le tableau de bord, soit sur la cuisse, soit sur l'avant-bras du pilote.

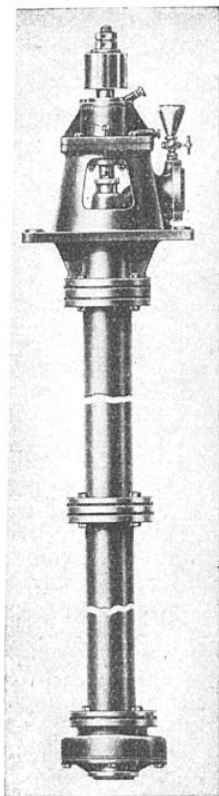
ETABLISSEMENTS IVANOFF, à Châteaufort (Seine-et-Oise).

Une pompe centrifuge à axe vertical pour puits profonds

L'ÉLEVATION de l'eau des puits profonds soulève un problème délicat qui est parfaitement résolu par la pompe centrifuge *Daubron*, à axe vertical, diamètre extérieur 280, permettant, par conséquent, d'être descendue dans un forage de 300 millimètres. Ces pompes peuvent, suivant les modèles, débiter jusqu'à 25 mètres cubes et élever l'eau jusqu'à 35 à 40 mètres.

L'installation ne nécessite aucun scellement dans le puits, la pompe étant suspendue après la tuyauterie de refoulement formant en même temps fourreau pour le guidage de l'arbre vertical.

L'installation comprend donc : une tête supérieure, formant support, reposant sur deux poutres en fer ou en béton armé à cheval sur le puits ou le forage, et supportant tout l'ensemble de la pompe ; un palier de butée très accessible et largement dimensionné qui supporte le poids du rotor ; une série de fourreaux en fonte, à joints par brides, formant tuyauterie de refoulement, et dans laquelle tourne la ligne d'arbre en acier inoxydable et constituée par éléments réunis entre eux par des accouplements rigides (cette ligne d'arbre est guidée par



LA POMPE CENTRIFUGE « DAUBRON »

des coussinets en caoutchouc spécial, lubrifiés par l'eau, et dont l'usure est pratiquement nulle).

La pompe, du type centrifuge, est fixée au dernier fourreau ; elle est constituée par une turbine en bronze spécial tournant avec jeu, sans frottement, et donc sans usure, dans un corps en fonte pourvu d'un diffuseur en bronze pour améliorer le rendement. La tuyauterie d'aspiration, portant le clapet de pied crépine, est fixée sous la pompe par un joint à bride.

Le montage se fait au sol, en montant les différents éléments bout à bout à partir du clapet de pied et en les descendant au fur et à mesure dans le forage.

La pompe peut fonctionner noyée et convient donc parfaitement bien pour les puits et forages dans lesquels le niveau d'eau est sujet à des variations très considérables ; elle ne nécessite rigoureusement aucun entretien.

Elle peut être fournie soit avec une poulie verticale pour être actionnée par un moteur électrique ou à essence, par courroie semi-croisée, soit avec un moteur à axe vertical directement accouplé.

POMPES DAUBRON, 57, avenue de la République, Paris (11^e).

La pompe en caoutchouc P.C.M. dans l'agriculture

NOUS avons déjà signalé ici même (1) la pompe en caoutchouc P. C. M. (licence R. Moineau). Au Salon de la Machine agricole, nos lecteurs pourront constater combien les applications de cette pompe se sont accrues ; ils pourront aussi examiner de nouveaux appareils.

Rappelons brièvement que la pompe P. C. M. est une pompe volumétrique dont l'amorçage est garanti pour 8 mètres d'aspiration, qu'elle est silencieuse, pratiquement inusable non seulement avec des eaux sableuses, mais encore avec du purin. Ne comportant aucune soupape, elle passe avec une égale facilité les liquides visqueux et

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 208 page 353.

fluides, sans aucunement les brasser ; en particulier, elle convient admirablement pour le vin et le lait, qui n'y subissent ni barattage, ni autre altération quelconque. La gamme de ces pompes permet actuellement des débits allant de 500 litres à 40.000 litres à l'heure.

Signalons maintenant, parmi les nouveautés, des pompes à fortes pressions, donnant 1.000 litres d'eau à 12 et 25 kilogrammes. Ces pompes, alimentant, par exemple, un pisto-laveur, permettant soit un jet rectiligne, soit une pluie très fine, conviennent parfaitement au lavage des voitures.

D'autre part, la pompe en caoutchouc, à cause de sa robustesse, peut être utilisée pour faire du sablage à l'eau, et la Société P. C. M. fabrique une installation de sablage pour petites pièces vraiment intéressante.

Elle expose aussi des compresseurs. Le meilleur lubrifiant du caoutchouc étant l'eau, la pompe dont nous parlons est très simplement transformable en pompe à vide ou en compresseur, à la seule condition de ramener à l'aspiration, par un gicleur approprié, une très petite quantité d'eau. Le compresseur aspire donc un mélange d'air et d'eau, et refoule le tout dans un réservoir d'air comprimé, qui contient la quantité d'eau nécessaire au graissage.

Suivant ce procédé, on a mis au point des compresseurs à bière dont les débits varient de 500 litres à 3.000 litres à l'heure, et des compresseurs industriels permettant une marche continue sous une pression de 10 kilogrammes. L'air est froid à la sortie du compresseur, ce qui n'amène pas de condensation ultérieure dans les tuyauteries. Remarquons, en outre, que l'air est dépoussiéré par barbotage dans l'eau du réservoir.

Ces compresseurs, qui fonctionnent sans huile, s'imposent dans les applications qui nécessitent l'absence de toute trace de vapeur d'huile, en particulier pour l'agitation des bains de galvanoplastie et pour la peinture au pistolet.

Pompes et Compresseurs sont visibles au Salon de la Machine agricole, hall A, stand 10.

POMPES, COMPRESSEURS, MÉCANIQUE, 63, rue de la Mairie, Vanves (Seine).

Un encrier inversable et incassable

L'ENCRIER que nous présentons ici, entièrement en bakélite et, par conséquent, pratiquement incassable, peut être renversé impunément, sans risquer de voir l'encre se répandre sur un document, un tapis, etc. Il se compose de deux demi-sphères creuses bien ajustées l'une à l'autre. A la partie supérieure se trouve l'ouverture permettant l'usage de l'encrier. Mais cette ouverture se prolonge en forme de double cône, dont l'un descend presque jusqu'au fond, l'autre s'arrêtant plus haut. L'encrier

étant rempli, — ce qui se fait comme pour un encrier ordinaire, en vidant l'encre lentement — si on le renverse, l'encre passe automatiquement à l'extérieur du cône principal et ne tombe pas. Les quelques gouttes qui seraient déjà engagées dans le cône sont recueillies entre les deux cônes et ne peuvent non plus tomber.

Pour le nettoyage, il suffit de dévisser l'encrier et de laver à l'eau ou à l'alcool.

ENCRIER « PERFECTA »-JOSSE, 8, rue de Valence, Paris (5^e).

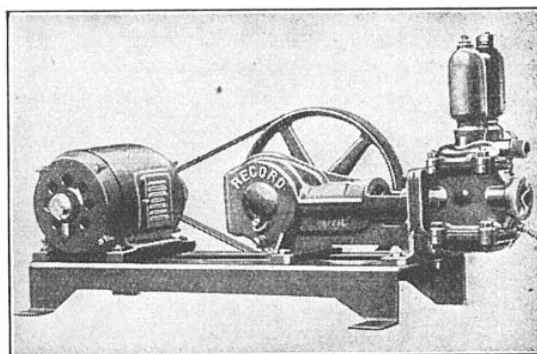
Pour « revitaliser » et recolorer les cheveux blancs

NOUS avons déjà eu l'occasion de signaler les remarquables propriétés de l'huile balsamique du docteur Nigris, qui permet de recolorer les cheveux sans aucun danger. Elle permet, en particulier, de redonner aux cheveux blancs leur teinte initiale. Son application est, par ailleurs, extrêmement simple, puisqu'elle se fait au moyen d'un peigne spécial, le *peigne Nigris*, qui, dans un minuscule réservoir, contient l'huile balsamique. Il suffit de le passer à intervalles réguliers dans les cheveux pour obtenir une teinte uniforme, car l'huile, par endomose, pénètre jusqu'au bulbe.

NIGRIS, 73, rue Taithout, Paris (9^e).

Une excellente électropompe monopiston

LES solutions apportées au problème du pompage sont fort nombreuses et *La Science et la Vie* les a régulièrement exposées au fur et à mesure de leur mise au point. Dans ce domaine, nous devons signaler aujourd'hui le groupe *monopiston Record*, qui réalise un appareillage robuste et d'un bon rendement, et qui est tout désigné pour toutes les installations domestiques, en raison de sa faible consommation d'énergie, de son



LE GROUPE MONOPISTON « RECORD »

silence et de la régularité de son fonctionnement.

Le moteur électrique qui actionne la pompe, monté sur glissières, est un moteur asynchrone à cage d'écureuil coulée, donc indestructible. Ce genre de moteur ne comportant ni collecteur, ni coupleur, ni charbons, ni balais, ni bobinages tournants, ne peut donner naissance à aucun parasite et ne demande aucun entretien. Sa partie fixe (stator), à gros poids de fer et de cuivre, ne craint pas les survoltages. Sa dépense de courant est de moins de 1 ampère sous 220 volts (triphase). Enfin, son régime lent (1.400 tours) rend l'usure pratiquement nulle.

La pompe, à double effet, très robuste, possède un piston à double cuir de 35 millimètres. Le graissage est automatiquement assuré par barbotage dans un carter étanche. Toutes les pièces, en fonte et bronze, sont usinées avec précision et longuement rodées.

Signalons enfin qu'une valve permet d'aspirer de l'air et de le refouler dans le réservoir, et qu'en cas de panne de courant, on peut adapter une poignée au volant pour actionner la pompe à la main. **V. RUBOR.**

ETABLISSEMENTS A. GOBIN, 3, rue Ledru-Rollin, Saint-Maur (Seine).

Les « armes individuelles » (fusils, mousquetons, carabines) sont-elles appelées à disparaître des armées modernes ? On est en droit de le supposer, lorsque l'on considère les perfectionnements apportés aux armes automatiques (mitrailleuses, fusils-mitrailleurs), d'une part, et aux armes d'accompagnement de l'infanterie (anciens crapouillots), d'autre part, dont la puissance de feu est infiniment plus grande eu égard au personnel employé. En particulier, on vient de mettre au point, en Espagne, un petit canon de tranchée manœuvré par un seul homme et pesant seulement 7 kilogrammes, qui est capable de projeter avec une grande précision, à des distances comprises entre 30 et 2.000 mètres, une grenade explosive pesant plus de 1 kilogramme. L'emploi d'un tel engin est susceptible de modifier — à notre avis — les conditions tactiques du combat de l'infanterie.

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

Le moteur, par *Henri Petit et Georges Mohr*.
Franco : France, 58 fr. 50 ; étranger,
62 fr. 50.

Le moteur à explosions a pris, dans la vie moderne, une place telle que personne ne peut ignorer aujourd'hui sa théorie, son fonctionnement, ses applications, son entretien. M. Henri Petit, spécialiste de ces questions, présente, en un volume fort bien documenté, tout ce qui touche aux généralités, aux organes du moteur, ainsi qu'à la carburation, à l'allumage, au refroidissement, au graissage, à l'équilibrage, au rendement, à la souplesse. Comme complément à cette étude, on trouve des chapitres fort bien venus sur le moteur employé comme frein, les moteurs lents et les moteurs rapides, les moteurs à deux temps et les moteurs sans soupapes. Écrit sous le signe de la pratique, l'ouvrage en question renferme donc des conseils fort utiles à tous ceux qui ont besoin de conduire, entretenir, mettre au point, réparer un moteur à explosions.

Atome et Cosmos, par *Hans Reichenbach*.
Prix franco : France, 13 fr. 75 ; étranger,
17 fr. 75.

Sous ce titre, l'auteur, qui fut professeur de philosophie à l'Université de Berlin, s'est proposé de jeter un coup d'œil d'ensemble sur la pensée physique moderne, afin de montrer aux esprits cultivés comment les théories contemporaines se coordonnent en

un « tableau » du monde. Espace, temps, mécanique, chaleur, lumière, électricité, chimie, sont envisagés sous le faisceau lumineux des deux célèbres théories de la Relativité et des Quanta. La traduction de cet ouvrage de philosophie scientifique vraiment captivant a été fort bien faite par M. Maurice Lécat, qui a su la rendre accessible à tous.

Un cimetière d'éléphants, par le docteur *René Jeannel*, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle. Franco : France, 27 fr. 50 ; étranger, 30 fr. 50.

Quel bel ouvrage, — quant à sa présentation et quant à sa documentation, — nous présente M. Jeannel, professeur au Muséum de Paris, sous ce titre alléchant : *Un cimetière d'éléphants*. C'est toute la mission scientifique de l'« Omo » que retrace l'auteur, dans cette magnifique région de l'Éthiopie méridionale où, pendant des journées de marche, le voyageur foulait, sur des centaines de kilomètres, le sol couvert par les ossements fossiles des grands vertébrés.

Aucun Européen n'avait traversé jusqu'alors ces pays inexplorés, et ce magnifique récit — captivant comme un film — constitue l'œuvre magistrale que le docteur Jeannel publie aujourd'hui.

(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.

10 minutes d'exercices par jour.
FORT POUR LA VIE.



39fr

Cultivez vos muscles, augmentez votre force, maintenez-vous en forme, grâce à

L'EXTENSEUR-EXERCISEUR

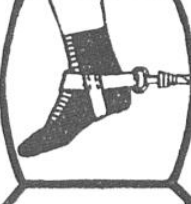
Appareil complet de culture physique

Cet appareil comporte toute une échelle de forces. On peut augmenter ou diminuer la puissance et doser l'effort musculaire. Il convient donc à la fois pour jeunes gens, hommes et athlètes. Constitué par six câbles élastiques et résistants, il est livré avec tableaux d'exercices nécessaires pour développer, fortifier et assouplir.

Pour commander, retournez simplement le bon ci-dessous sans envoyer d'argent, règlement à réception contre remboursement de 39 francs seulement.

COMPTOIR UNIVERSEL
28, boulevard Poissonnière, PARIS




BON DE COMMANDE
(à découper)

Veuillez m'adresser un Extenseur-Exerciseur à 6 branches. Je réglerai, contre remboursement, la somme de 39 francs.

Nom et prénoms

Adresse

COMPTOIR UNIVERSEL
28, boulevard Poissonnière, Paris

Oui...

apprenez la reliure chez vous.

beau passe-temps
revenu assuré

Aussi bien qu'un professionnel, vous pouvez relier vous-même, chez vous, les livres de votre bibliothèque. Quelle agréable occupation pour les journées mornes et pluvieuses ! Quelle belle utilisation de vos loisirs.

Grâce à notre cours par correspondance, à notre relieuse CREATOR, à notre petit outillage, vous pouvez en quelques mois apprendre à relier sans vous déranger, quels que soient votre résidence, vos loisirs, votre profession,

Gagnez de l'argent chez vous...

Tout en vous amusant vous apprendrez un métier lucratif. Rien qu'en reliant pour vos amis et relations, le prix de notre cours vous sera remboursé dix fois. La reliure est le meilleur travail qu'une jeune fille, qu'une femme puisse exercer chez elle. Si vous voulez ensuite vous établir, l'INSTITUT vous aidera à atteindre ce but.

Bel album illustré gratuit.

Demandez à l'aide du coupon ci-dessous notre brochure « Reliez » qui vous est adressée gracieusement. Elle vous dira comment vous pouvez apprendre rapidement ce métier passionnant.
(Joindre 1 fr. 50 pour frais d'envoi).

INSTITUT ARTISANAL DE RELIURE
28, boulevard Poissonnière
PARIS (IX^e)

BON GRATUIT (à découper (ou à recoller et sans engagement. (01-1011-1 fr. 50 pour frais d'envoi.)

Veuillez m'adresser votre brochure Reliez, gratuitement et sans engagement. (01-1011-1 fr. 50 pour frais d'envoi.)

Nom et prénom

Adresse

CLAUDE-PAZ & SILVA

Les
groupes fluorescents
CLAUDE-PAZ & SILVA

FONT LA SYNTHÈSE
DE LA LUMIÈRE DU JOUR

◆
*L'éclairage
le plus artistique
le plus économique*
◆

TOUS RENSEIGNEMENTS ET DEVIS
SUR DEMANDE AUX

Ets CLAUDE-PAZ & SILVA

Société anonyme au Capital de 19.250.000 Francs
8, rue Cognacq-Jay, PARIS (7°)

