

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 52. n. 246. Décembre 1937
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1937
Collation	1 vol. (XLII p.- p. [409]-491) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 246
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Note	Dans l'édition originale, la page XXXI n'existe pas.
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.246

France et Colonies : 5 fr.

N° 246 - Décembre 1937

LA SCIENCE ET LA VIE

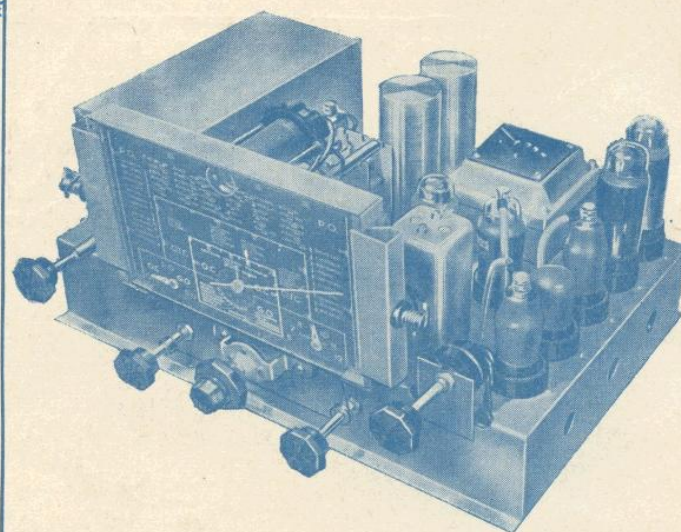


TRANSmutations & RADIOACTIVITÉ

NOËL 1937

UN APPAREIL
DE
GRANDE
CLASSE

**Super
12 tubes**



“DARIO” ROUGES

12 tubes “Dario” Rouges : EF5, EK2, EF6, EF5, EB4, EB4, EF6, EL2, EL3, EL3, EZ4, EM1.

4 gammes de réception : 12-35, 28-85, 190-575, 600-2.000 mètres.

Bobinages à fer 472 kilocycles à circuits séparés pour chaque bande, enroulements en fil divisé 20 brins, 5/100, montés sur

Bloc de bobinages tournants évitant les pertes H.F. : 5 positions OTC, OC, PO, GO, PU.

Changement de fréquence par deux lampes.

Grand cadran avec glace gravée en noms de stations, avec trotteuse pour le réglage exact des ondes courtes. Deux vitesses de démultiplication. Indication automatique des bandes et de la sélect. vité.

Sélectivité variable progressive : 6 à 12 k. locycles à 10 décibels d'amortissement.

Condensateur variable flottant accouplé par flector.

Montage triple diode : détection linéaire, anti-ading différé, antifading direct.

Présélecteur à lampe et préamplificateur haute fréquence sur toutes les gammes.

Transformateur avec fusible 110, 130, 150, 220, 250 volts.

Antiparasites par écran électrostatique.

Double filtrage par condensateurs électrochimiques de grande capacité et self à fer.

Contre-réaction basse fréquence variable.

Puissance modulée : 10 watts à 7 % de distorsion.

Push Pull EL3, classe AB, déphasage par EL2 montée en triode.

Musicalité impeccable : dynamique Vega 25 cm. spécial C.R. avec bobine compensatrice.

Ébénisterie de grand luxe en ronce de noyer verni, motif métal chromé et doré.

Garantie : poste, 1 an ; lampes, 6 mois.

Tous les châssis sont étalonnés à l'oscillographe cathodique.
Sur les mêmes principes : qualité et rendement, notre fabrication comprend des appareils de 5, 6, 7 et 8 tubes.

— Demandez les notices et tarifs au constructeur : —

ÉTABLISSEMENTS GAILLARD

5, RUE CHARLES-LECOCQ — PARIS (XV^e)

TÉL. : LECOURBE 87-25 - COMPTE CHÈQUES POSTAUX : PARIS 181-835

PALMARES DU SALON



Le Prix d'Excellence à la Production Peugeot "1938"

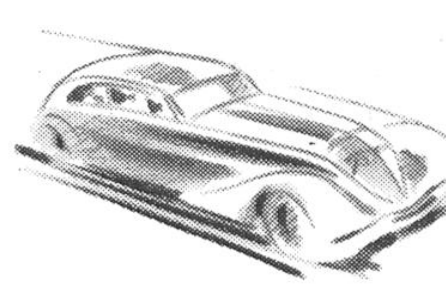
302
402
LÉGÈRE
402

Un seul type de châssis
bloc à 4 Roues Avant Indépendantes.

Un seul type de moteur
4 cylindres à culbuteurs, boîte de vitesses synchronesh.

Un seul type de carrosseries
Fuselage Sochaux entièrement métallique.
Cette unité de conception technique a permis en rationalisant la production d'accentuer encore le contrôle des fabrications, de doter les voitures de nombreux perfectionnements supplémentaires et de les livrer malgré la hausse des cours à des prix encore très bas.

Les voitures Peugeot pour 1938 vous offrent la garantie maximum de qualité aux meilleurs prix grâce à la construction en grande série.



Pour apprendre les langues

Offre Sensationnelle !

Un Essai Gratuit de 8 jours chez vous

d'un cours complet Linguaphone

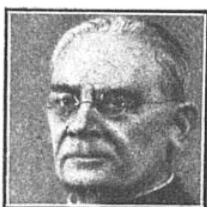
La Méthode idéale pour apprendre n'importe quelle langue vivante
et pour la parler avec l'accent



H. G. WELLS

L'auteur de *La Guerre des Mondes* nous donne ce précieux témoignage :
"Enfin, j'ai eu l'occasion d'essayer vos disques de leçons en français et en italien. Ils sont admirables. Rien de pareil n'était possible jusqu'ici !"

H. G. WELLS.



Mgr BAUDRILLART

Mgr Baudrillart, l'éminent recteur de l'Institut Catholique de Paris, a bien voulu nous donner ce sincère et précieux témoignage :

"D'après le témoignage de plusieurs de nos professeurs, le « Linguaphone » rend, effectivement, d'importants services pour l'enseignement des langues."

Mgr BAUDRILLART,
Recteur de l'Institut
Catholique de Paris.

Maintenant vous êtes sûr de connaître à fond et de parler avec l'accent l'Anglais, l'Allemand, l'Italien, le Portugais ou toute autre langue.

Parce que pour apprendre vraiment une langue il faut écouter ! Avec Linguaphone vous écoutez, et vous parlez ensuite tout naturellement.

Plus de livres ennuyeux qui ne vous donnent pas l'accent. Pas de voyages coûteux et longs. Plus de professeur qui n'est pas du pays, qui habite loin de chez vous.

Linguaphone, c'est la méthode qui vous apprend une langue chez vous, à toute heure du jour ou de la nuit. Vous écoutez, vous parlez !

Seul Linguaphone vous offre un essai loyal d'un cours complet de 8 jours, chez vous, dans la langue de votre choix, gratuitement et sans engagement.

Nous vous prouvons par cette offre
que la méthode Linguaphone donne des résultats
bien supérieurs à n'importe quelle autre méthode.

Ne remettez pas à demain une telle occasion !
Remplissez le coupon ci-dessous et envoyez-le au-
jourd'hui même à l'Institut Linguaphone.



M. M. MAETERLINCK

Le grand écrivain belge, l'auteur immortel de *Pelée et Mélisande*, du *Treasure of the Humble*, de *la Sagesse* et de *la Destinée*, de *l'Oiseau bleu* et de tant d'autres chefs-d'œuvre, nous écrit :

"J'ai tenu à étudier les vertus du « Linguaphone ». C'est fait, et je suis convaincu. L'épreuve est décisive. En huit jours j'ai fait plus de progrès que je n'en avais fait durant un mois de séjour à Londres, dans un milieu où l'on ne parlait exclusivement que l'anglais."

Je vous félicite..."

MAETERLINCK.

INSTITUT LINGUAPHONE (Annexe B. 4)

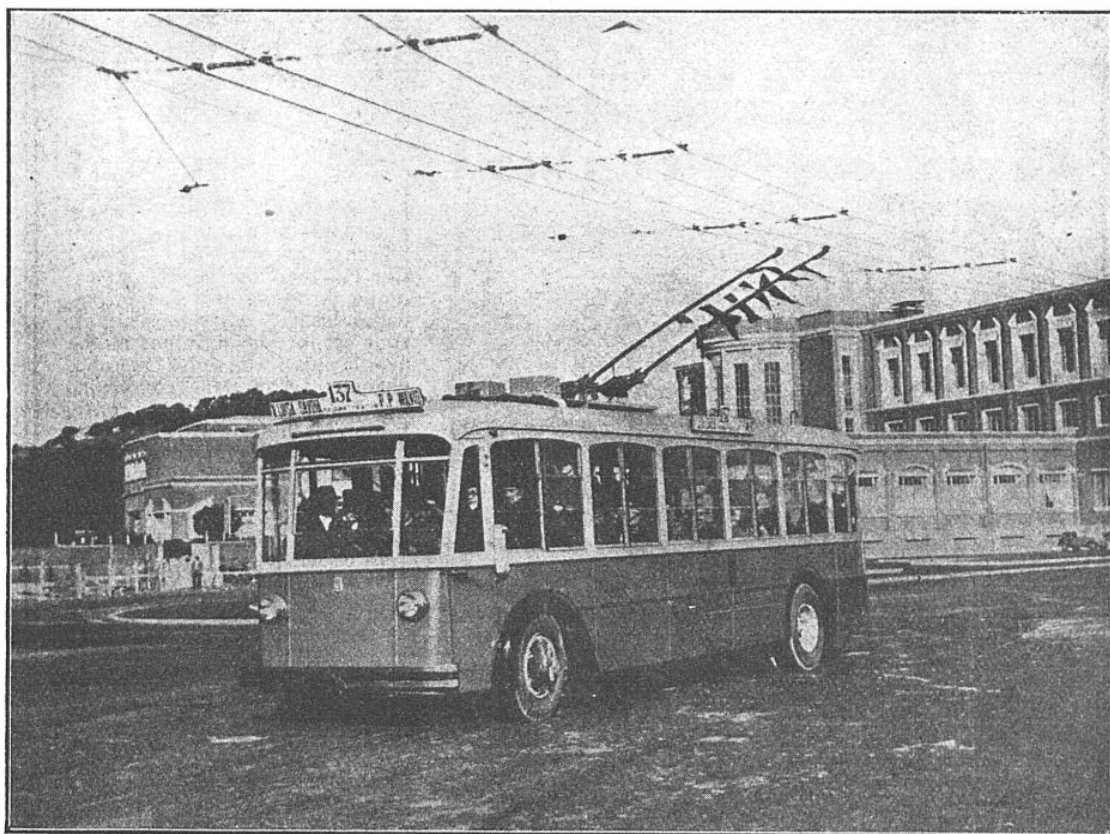
12, Rue Lincoln, PARIS (8^e)

Veillez m'envoyer une documentation complète sur la méthode Linguaphone, et tous détails sur votre offre d'un essai gratuit de 8 jours chez moi. Ceci sans aucun engagement.

Nom.....

Langue choisie.....

Adresse



trolleybus FIAT

La Société FIAT a donné un grand développement à la construction des trolleybus, car ce mode de transport est celui de l'avenir dans toutes les cités populeuses.

Tramway sans rails, le trolleybus a la même liberté de mouvement qu'un autobus à travers les rues des villes — mais il ne consomme pas d'essence. Et les municipalités qui ont fait l'expérience de l'adopter ont réalisé de grandes économies sur leur budget, tout en satisfaisant le public.

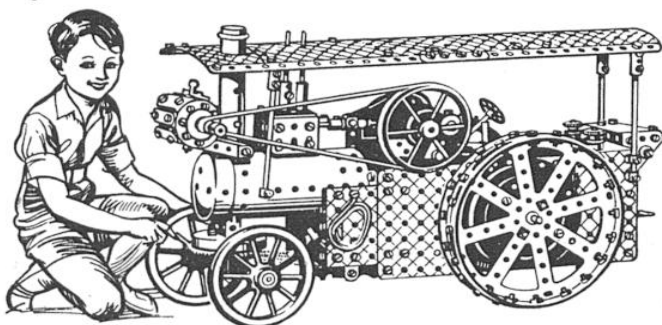
En Italie, les trolleybus FIAT sont en service dans les plus grandes villes, à commencer par Rome. Et, d'autre part, de nombreuses commandes parviennent à la FIAT de toutes les parties du monde.

La Société FIAT contribue au développement des trolleybus en construisant de nombreux modèles de voitures de diverses capacités, à partir de 50 places, chacun de ces types de trolleybus étant aussi commode et aussi spacieux que le plus moderne des tramways.

S.A. FIAT, via Nizza, 250, TURIN (Italie)

MECCANO

Ça marche ! C'est un vrai ! C'est Meccano !



Jeunes gens ! Quel plaisir ce sera pour vous de construire et faire marcher vos modèles Meccano ! Car Meccano est la vraie mécanique en miniature. Les engrenages, les poutrelles, les plaques, tout est interchangeable ! Même avec la plus petite boîte Meccano, chaque garçon peut construire des jouets magnifiques : Ponts, Grues, Machines, etc... Et avec les mêmes pièces il peut, chaque jour, construire des jouets nouveaux ! Exigez un vrai Meccano pour Noël.

TARIF

Boîte O (spéciale)	Frs 25.
O	Frs 32.
A	Frs 44.
B	Frs 67.
C	Frs 89.
D	Frs 135.
E	Frs 184.
F	Frs 275.

GRATUIT. — Jeunes gens ! Vous devez connaître tout ce qui concerne ce jouet unique "Meccano" et ses beaux modèles. Nous vous offrons gratuitement une belle brochure illustrée où vous trouverez une foule de choses intéressantes. Demandez-nous la aujourd'hui en nous indiquant les noms et adresses de trois camarades. Ils recevront aussi une brochure.



MECCANO (Service 23), 80, Rue Rébeval - PARIS-19^e

Vient de paraître :

NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

DEUX FORTS VOLUMES

Format 21 x 29, reliés dos cuir,
plat toile, 1.400 pages de texte.
Gravures, dessins, schémas.

Le prix de 225 francs paru dans notre dernier numéro pour cet ouvrage est erroné. Le prix actuel depuis le **15 octobre**, et malgré les charges nouvelles, n'a été relevé que de 35 francs, ce qui porte le prix de cette encyclopédie à **290 francs**. Conditions de paiement au comptant plus favorables que précédemment. (Voir annonce dernière page du présent numéro.)

LIBRAIRIE ARISTIDE QUILLET S. A. au Capital de 20.000.000 de fr. **278, B^d St-Germain, Paris-7^e**

ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ

(Près Panthéon)
(Angle rue Lhomond)

10 bis, rue Amyot - PARIS (5^e)

Téléphone :
PORT-ROYAL 05-95

SUCCURSALES :

ATELIER ÉCOLE

(Laboratoires équipés de façon ultra-moderne)

5, Cité Paradis, 5 - PARIS - Tél. PROVENCE 10-22

ÉCOLE DE T. S. F. DE ROUEN

27, Rue Dutronché, 27 - ROUEN

NOUVELLE SESSION - JANVIER-JUILLET 1938

La rentrée d'élèves à l'Ecole Française de Radioélectricité a dépassé toutes les prévisions de la Direction : en un an, le nombre de nos élèves a passé de **20** à **240**, non compris les soixante élèves de notre succursale de Rouen. Dans les différentes catégories de cours, ce sont les lecteurs de LA SCIENCE ET LA VIE qui figurent au tout premier rang des nouvelles recrues.

Nos ateliers et laboratoires, pour lesquels nous avons fait de gros sacrifices d'installation, nous permettent désormais de donner une grande extension à ces cours ; or, la qualité de nos diplômes nous a valu parallèlement des demandes de personnel auxquelles nous n'avons pu entièrement satisfaire. Il est donc à prévoir que nos diplômés de fin d'année scolaire 1937-38 seront très recherchés.

C'est pourquoi, afin de vous donner toute facilité, notre session de cours janvier-juillet ne vous sera facturée que 2/3 du prix normal de l'année scolaire.

Des cours par correspondance peuvent être entrepris dès maintenant, mais au tarif ordinaire, ces prix étant très tirés pour la qualité de nos cours.

Que les jeunes ou adultes, lecteurs de LA SCIENCE ET LA VIE, nous fassent donc confiance. Notre activité tout entière est basée sur la certitude que la prospérité de notre Ecole est fonction des résultats obtenus, tant en qualité qu'en quantité.

L'ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ a mis au point, pour ses différents cours, des programmes nettement spécialisés. Ses cours de monteurs-dépanneurs sont faits à l'aide de châssis neufs fournis par l'une des plus anciennes sociétés spécialisées en matériel radioélectrique : **LE PIGEON VOYAGEUR**, 252 bis, boulevard Saint-Germain, Paris, et mis gracieusement à la disposition des élèves par l'école.

Nos accords avec les constructeurs nous permettent de garantir à nos élèves un maximum d'avantages après leurs examens.

Les études les plus sérieuses, dans le cadre le plus propice, sanctionnées par les diplômes les mieux cotés, tels sont les avantages que vous garantit

l'Ecole Française de Radioélectricité

Demandez-nous aujourd'hui même notre documentation très complète sur l'organisation des cours, ou mieux, venez vous rendre compte sur place.

OFFICIERS RADIOS - MARINE MARCHANDE
RADIOS AVIATEURS

OPÉRATEURS :

Ministère de l'Air (Opérateur du). Ministère de l'Intérieur :
Radio-Police. Ministère de la Guerre : Grandes Stations.
Ministère des Colonies : Réseaux colonies.

GRANDES COMPAGNIES DE TRAFIC

TECHNICIENS :

Diplôme d'études sup^{rieures}. — Chefs-monteurs-dépanneurs. —
Monteurs-aligneurs-dépanneurs.

PRÉPARATION MILITAIRE

Programme technique des E. O. R. — Chefs de Poste. —
Aviation. — Génie. — Marine. — Sapeurs télégraphistes.

BON A DÉCOUPER

S.W.

Monsieur le Directeur de l'ÉCOLE FRANÇAISE DE
RADIOÉLECTRICITÉ, 10 bis, rue Amyot, Paris (5^e).

Veuillez me faire parvenir gratuitement et sans engagement
de ma part votre brochure concernant les carrières de la Radio.

NOM

ADRESSE

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE,

placée sous le haut patronage de plusieurs Ministères et Sous-Secrétariats d'Etat,
LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE.

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 31 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 30.703, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant, enfin, la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, au *Certificat d'études P. C. B.* et à l'*examen d'herboriste*.

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

BROCHURE N° 30.706, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel depuis la onzième jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant aussi les examens de passage — concernant, enfin, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux divers *baccalauréats* et aux *diplômes de fin d'études secondaires*.

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

BROCHURE N° 30.712, 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° 30.719, concernant la préparation aux concours d'admission dans *toutes les grandes Ecoles spéciales* : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.

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

BROCHURE N° 30.724, 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° 30.728, 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° 30.733, 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° 30.738, concernant la préparation à toutes les carrières de l'**Agriculture**, des **Industries agricoles** et du **Génie rural**, dans la Métropole et aux Colonies. — **Radiesthésie**.
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc.)

BROCHURE N° 30.740, 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° 30.747, concernant la préparation aux métiers de la **Couture**, de la **Coupe**, de la **Mode** et de la **Chemiserie** : Petite-Main, Seconde-Main, Première-Main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Lingère, Brodeuse, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, Professorats libres et officiels, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 30.753, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 30.756, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 30.761, 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 ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 30.764, concernant l'étude des **Langues étrangères** : *Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Russe, Annamite, Portugais, Arabe, Esperanto*. — Concernant, en outre, les carrières accessibles aux polyglottes et le **Tourisme** (Interprète).

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

BROCHURE N° 30.768, concernant l'enseignement de tous les **Arts du Dessin** : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Composition décorative, Décoration, Aquarelle, Peinture, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les **Métiers d'art** et aux divers **Professorats**, E. P. S., Lycées, Ecoles pratiques.

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

BROCHURE N° 30.773, 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° 30.775, concernant la préparation à toutes les **carrières coloniales** : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.

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

BROCHURE N° 30.780, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (*Eloquence usuelle, Diction*).

BROCHURE N° 30.787, enseignement pour les **enfants débiles** ou **retardés**.

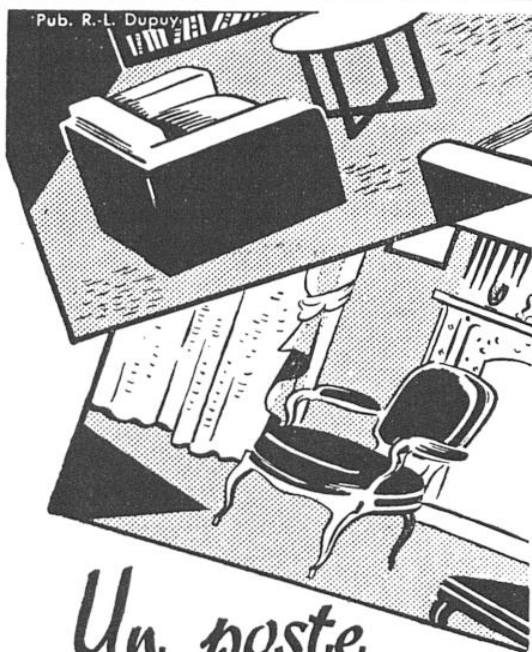
BROCHURE N° 30.791, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 30.795, **Coiffure, Manucure, Pédicure, Massage, Soins de beauté**.

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)



Un poste fait pour votre intérieur

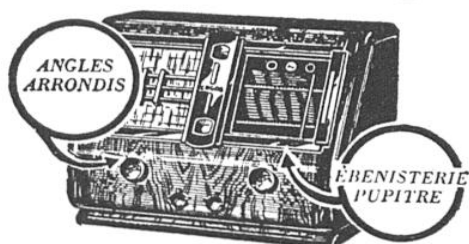
Dans un intérieur moderne ou ancien le poste ERGOS "EVOLUTION 38" se trouvera dans son cadre. Notre brochure "Evoluer c'est simplifier" vous en donnera la preuve et vous amènera à partager l'opinion générale : les postes EVOLUTION 38 fournissent des auditions aussi pures que l'émission.

Cette brochure vous sera adressée gratuitement sur demande de votre part.

ÉVOLUTION 38

LA NOUVELLE SÉRIE PUPITRE

ERGOS



98, Avenue Saint-Lambert, NICE
99, Fg St-Martin, PARIS
Vente à crédit

L'ÉLECTRICITÉ



Pourquoi
le traitement
par
l'électricité
guérit:

Le précis d'électrothérapie galvanique édité par l'Institut Médical Moderne du Docteur L. P. GRARD de Bruxelles et envoyé **gratuitement** à tous ceux qui en feront la demande, va vous **l'apprendre immédiatement**.

Ce superbe ouvrage médical de près de 100 pages avec gravures et illustrations et valant 20 francs, explique en termes simples et clairs la grande popularité du traitement galvanique, ses énormes avantages et sa vogue sans cesse croissante.

Il est divisé en 5 chapitres expliquant de façon très détaillée les maladies du

Système Nerveux, de

l'Appareil Urinaire chez l'homme et la femme, des

Voies Digestives et du

Système Musculaire et Locomoteur.

A tous les malades désespérés qui ont vainement essayé les vieilles méthodes médicamenteuses si funestes pour les voies digestives, à tous ceux qui ont vu leur affection rester rebelle et résister aux traitements les plus variés, à tous ceux qui ont dépensé beaucoup d'argent pour ne rien obtenir et qui sont découragés, je conseille simplement de demander mon livre et de prendre connaissance des résultats obtenus par ma méthode de traitement depuis plus de 25 années.

De suite ils comprendront la raison profonde de mon succès, puisque le malade a toute facilité de suivre le traitement chez lui, sans abandonner ses habitudes, son régime et ses occupations. En même temps, ils se rendront compte de la cause, de la marche, de la nature des symptômes de leur affection et de la raison pour laquelle, seule, **l'Électricité Galvanique** pourra les soulager et les guérir.

C'est une simple question de bons sens et je puis dire en toute logique que chaque famille devrait posséder mon traité pour y puiser les connaissances utiles et indispensables à la santé. C'est du reste pourquoi j'engage instamment tous les lecteurs de ce journal, Hommes et Femmes, Célibataires et Mariés, à m'en faire la demande.

C'EST GRATUIT : Écrivez à M^r le Docteur L. P. GRARD, Institut Médical Moderne, 30, Avenue Alexandre-Bertrand à FOREST-BRUXELLES, et vous recevrez par retour du courrier, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs.

Affranchissement pour l'Étranger; lettres 1.75, cartes 1 f.



LES JOUETS MODERNES

TRAINS JEP

ART ET TECHNIQUE

Les trains JEP sont le dernier mot de l'Art et de la Technique; aussi ont-ils triomphé à l'Exposition Internationale de 1937. Vous achèterez un train JEP, mécanique ou électrique, car aucune autre firme ne vous présente un choix aussi varié: trains aérodynamiques, automotrices articulées, innombrables accessoires, du dernier modèle des grands réseaux français.

FORGEACIER

CRÉÉ ET FABRIQUÉ PAR LE JOUET DE PARIS - MÉDAILLE D'OR

FORGEACIER est un véritable petit atelier de construction, muni de merveilleuses machines-outils, qui vous permettent de façonner vous-même tous vos matériaux, avec lesquels vous construirez d'innombrables modèles animés.

GRATUITEMENT!

Demandez-nous notre nouveau petit livre illustré en couleurs. Ecrivez à

"TRAINS JEP"

39, Bd Beaumarchais
PARIS

SERVICE B



pour les étrennes 1938



Création
des imprimés
JOSEPH-CHARLES PARIS

CIGARES CIGARETTES

DE LA RÉGIE FRANÇAISE

le cadeau qui plaira

CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT

MARINE - AVIATION - T.S.F.**LES PLUS BELLES
CARRIÈRES****L'ÉCOLE
DE NAVIGATION
MARITIME & AÉRIENNE**

(Placée sous le haut patronage de l'Etat)

19, rue Viète, PARIS (17°)VOUS PRÉPARERA A L'ÉCOLE MÊME
OU PAR CORRESPONDANCE**T. S. F.**

Armée, Marine, Aviation, P. T. T., etc.

MARINE MILITAIRE

Aux Ecoles des Mécaniciens de Lorient et Toulon ; aux Ecoles de Maistrance (sous-officiers) : de Brest (Pont, Aviation, Electriciens et T. S. F.) et de Toulon (Mécaniciens de la Marine et de l'Aviation Maritime) ; à l'Ecole Navale, à l'Ecole des Elèves-Officiers, à l'Ecole des Elèves-Ingénieurs Mécaniciens, de Brest.

MARINE MARCHANDEAux Brevets d'Elève-Officier, Lieutenant au long cours, Capitaine de la Marine Marchande et au long cours ; aux Brevets d'Elève-Officier Mécanicien et d'Officiers Mécaniciens de 3^e, 2^e et 1^{re} classe ; au Brevet d'Officier Radio de la Marine Marchande.**AVIATION MILITAIRE**

Aux Bourses de pilotage de l'aviation Populaire ; à l'Ecole des Sous-Officiers Pilotes d'Istres ; à l'Ecole de l'Air ; à l'Ecole des Mécaniciens de Rochefort ; à l'Ecole Militaire de l'Armée de l'Air ; à l'Ecole des Officiers Mécaniciens de l'Aéronautique ; T. S. F.

AVIATION MARITIME

A l'Ecole des Mécaniciens de l'Aviation Maritime à Rochefort ; aux Ecoles de S.-Officiers Pilotes et Mécaniciens.

AVIATION CIVILEAux emplois administratifs de Dessinateur, Agent technique, Ingénieur adjoint et Ingénieur de l'aéronautique ; aux Brevets Elémentaire et Supérieur de Navigateur Aérien ; à l'Ecole Sup^{re} de l'Aéronautique ; Opérateurs T.S.F.**MÊME ÉCOLE A NICE, placée sous le haut patronage de la Ville de Nice
56, boulevard Impératrice-de-Russie**

Une **INVENTION
NOUVELLE**

est souvent une source de
profits pour son auteur.

Un **BREVET
d'INVENTION**

bien étudié permet
seul d'en tirer parti.

POUR AVOIR
UNE BONNE
PROTECTION

**UTILISEZ LES
SPÉCIALISTES**

DE

LA SCIENCE ET LA VIE



RENSEIGNEMENTS
GRATUITS SUR PLACE
ET PAR ÉCRIT AU

**SERVICE SPÉCIAL DES
INVENTIONS NOUVELLES**

DE

LA SCIENCE ET LA VIE



23, RUE LA BOÉTIE
PARIS (VIII^e)

SITUATION

lucrative, indépendante, immédiate

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

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

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

ON PEUT GAGNER EN ÉTUDIANT

Cours oraux et par correspondance
Quelques mois d'études suffisent

Les élèves sont attendus pour des situations

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

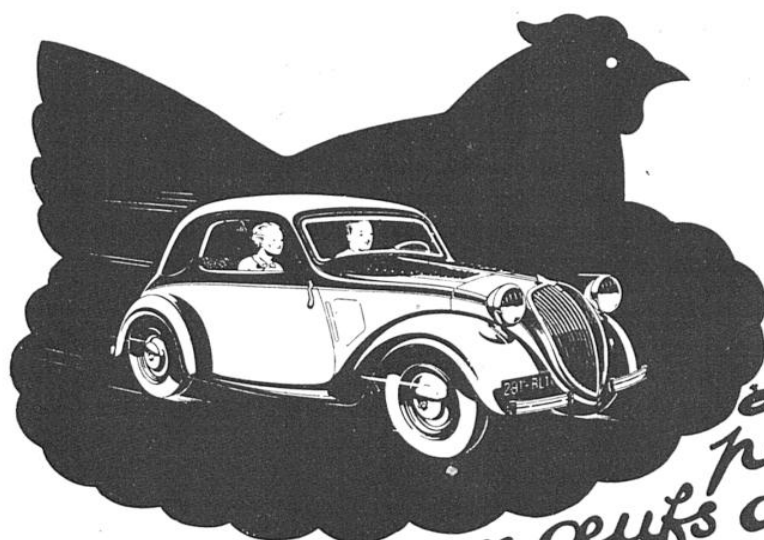
Demandez la brochure gratuite N° 66 à l'Ecole T. S. R. C.
3 bis, rue d'Athènes, PARIS

un **ensemble
unique...**

PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHES

**pour
illustrer vos
Publicités**

**Établissements
Laureys F^{res}** * U
17, rue d'Enghien, Paris



La poule aux œufs d'or!!

"Poule aux œufs d'or", la Simca Cinq rapporte tous les jours à son propriétaire. Pour chaque kilomètre accompli c'est une économie réalisée. Aussi une Simca Cinq rembourse-t-elle très vite le prix qu'elle a coûté. Mieux, si vous l'achetez à crédit, c'est elle-même qui, par ses économies, paie à votre place les mensualités (300 Francs par mois).

En voulez-vous la preuve ?

- ACHAT - 13.900 Francs
- ESSENCE - 3 litres 450 aux 100 km. au concours du bidon de cinq litres
- HUILE - insignifiant
- ENTRETIEN - longue garantie et plusieurs révisions gratuites
- GARAGE - les places les moins chères
- ASSURANCE - le taux le plus bas
- REVENTE - au plus haut cours

GAGNEZ DE L'ARGENT EN ACHETANT UNE

SIMCA *cinq*
 depuis
13.900 Frs

BON POUR LA BROCHURE GRATUITE

Veillez m'envoyer, sans engagement ni aucun frais de ma part, votre brochure: "Vous qui rêvez d'avoir..."

Nom: _____

Adresse: _____

Adresser ce bon aux Usines Simca, Nanterre (Seine)

ABANDEL

Production de la **Sté Industrielle de Mécanique et Carrosserie Automobile** - (Usines Simca) Nanterre



R.L.D

Un gros risque de moins avec le **SURVOLTEUR-DÉVOLTEUR CB 2**

Plus de lampes "claquées" plus de moteurs qui chauffent ou qui grillent. D'un coup de pouce vous ramenez la tension à la valeur convenable.

Documentation complète n° 80 sur demande

"FERRIX" 98, Av. St-Lambert - NICE
172, Rue Legendre - PARIS



MODÈLE DOMESTIQUE

AIR PUR = SANTÉ avec un **FORMOZ** DIFFUSEUR ÉLECTRIQUE AÉROSEPTIQUE

Breveté S. G. D. G.

ASSAINIT l'atmosphère

DISSOUT les fumées et toutes odeurs

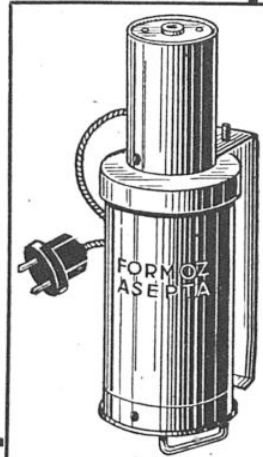
CHASSE les insectes : Mites, Mouches, etc.

UN CONTACT SUFFIT

CONSOMME PEU — AUCUN ENTRETIEN

Le diffuseur **FORMOZ** constitue le cadeau original, aussi agréable à offrir qu'à recevoir

MODÈLE MURAL



SOUFFLEURS "FORMOZ CLIMATIC"

POUR GRANDES SALLES : CINÉMAS, CAFÉS, ETC.

MODÈLES SPÉCIAUX POUR DÉSINFECTION ET ASEPTIE DES LOCAUX,
INSTRUMENTS OPÉRATOIRES, ETC.

SEULS

LES SOUFFLEURS FORMOZ PERMETTANT L'IMPRÉGNATION
SOUS PRESSION DE VAPEURS FORMOLÉES A HAUTE TEMPÉRATURE
ASSURENT la désinfection à cœur des Tissus, Matelas, etc.
la destruction radicale des Larves (Mites, etc.)

DOCUMENTATION FRANCO — ESSAIS GRATUITS

M. BIEUVILLE, Ing^r Const^r A. et M., 122, Fg Saint-Martin, PARIS (10^e) Téléphone : BOTZAR 38.00

LES VERRES à DOUBLE FOYER



DIACHROM



PERMETTENT AVEC UNE SEULE LUNETTE
DE VOIR AUSSI BIEN DE PRÈS QUE DE LOIN

Production de la SOCIÉTÉ DES LUNETIERS, dont la marque bien connue
est une garantie de fabrication scientifique parfaite.

Ils sont en vente chez les Opticiens Spécialistes (Prix imposé).

La Société des Lunetiers, 6, rue Pastourelle, Paris, ne vend pas aux particuliers.

HAVAS

Quelle joie ...



de posséder

le Gyronlane

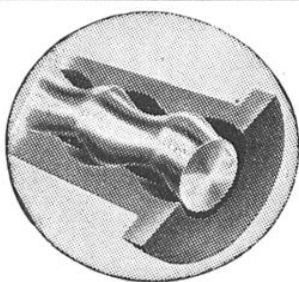
MERVEILLEUX JOUET SCIENTIFIQUE !
Il s'envole, vole et atterrit en imitant le bruit d'un moteur, tel un véritable avion.

C'est un jouet MODERNE, SOLIDE et FRANÇAIS
fabriqué par

28 fr.
ET
45 fr.

Mécavion

NOTICE SUR DEMANDE AUX ÉTABLIS COUDRAY, A FOURCHAMBAULT (NIÈVRE)

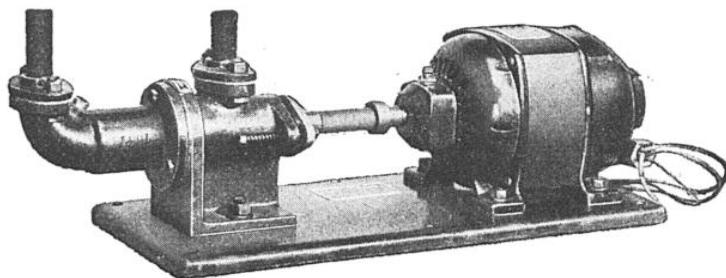


POMPES EN CAOUTCHOUC

LICENCE R. MOINEAU, BREVETÉE FRANCE ET ÉTRANGER

AVANTAGES

TOUS FLUIDES
LIQUIDES OU GAZEUX
EAU — VIN — PURIN
MAZOUT — ESSENCE
LIQUIDES ÉPAIS ET ABRASIFS
LIQUIDES ALIMENTAIRES
CRAIGNANT L'ÉMULSION
SILENCIEUSES
AUTO-AMORÇAGE
SIMPLICITÉ - ROBUSTESSE
USURE NULLE - ÉCONOMIE
— TOUS DÉBITS —
— TOUTES PRESSIONS —
FACILITÉ D'ENTRETIEN



POMPES. COMPRESSEURS. MÉCANIQUE
SOCIÉTÉ
65, 65 RUE DE LA MAIRIE VANVES (SEINE) TÉL MICHELET 3746

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

LA
**POLYCHROME
DUBUIT**



NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS
TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE

**imprime en une, deux ou trois
couleurs sur tous objets.**

PRÉSENTATION MODERNE
4 fois moins chère que l'étiquette
(VOIR ARTICLE DANS LE N° 227, PAGE 429)

MACHINES DUBUIT
62 bis, rue Saint-Blaise

PARIS
Roq. : 19-31

UNIQUE EN FRANCE !!!

L'application nouvelle de notre

GARANTIE STANDARD DE 3 ANS

comprenant :

UN SERVICE D'ENTRETIEN
et 3 VÉRIFICATIONS GRATUITES par AN



ECHANGE

INSTANTANÉ

DE TOUS

CHASSIS

OU POSTES

QUELQUE SOIT
LA CAUSE DE L'ARRÊT

SÉCURITÉ - QUALITÉ - RENDEMENT

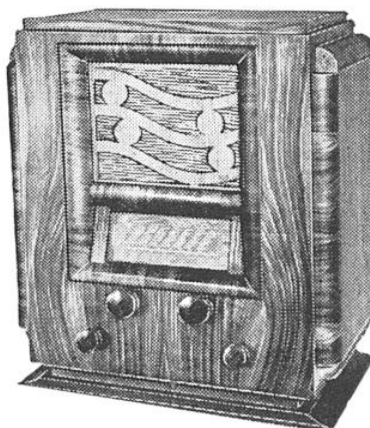


Notre dernière création...

L'ULTRAMERIC IX TOUTES ONDES MÉTAL

Récepteur ultra-moderne 9 lampes à grande sensibilité par amplification moyenne fréquence à 3 transfos. Haute fidélité et relief sonore par push pull triode

- 9 LAMPES MÉTAL
- TOUTES ONDES 17-2.000 M.
- ACCORD 460 KC.
- SÉLECTIVITÉ 8 KC.
- PUSH PULL TRIODE
- RÉGLAGE visuel par trèfle cathodique
- ANTIFADING 100 %
- CONTRÔLE DE TONALITÉ



- PRISE PICK-UP
- CADRAN VERRE phot gravé, éclairage indirect et 4 jeux de signalisation
- COMMUTATEUR ROTATIF à grains d'argent
- DYNAMIQUE grand modèle exponentiel 25 cm.
- SECTEUR alter. 110-240 V.

PLUS de 130 STATIONS, ainsi que les ONDES COURTES sur antenne de fortune

PRIX DE RÉCLAME IMBATTABLE
pour châssis. Complet.. .. 995. »

Demandez la DOCUMENTATION ILLUSTRÉE très détaillée, avec schéma et conditions de remise aux lecteurs (Référence 901)

RADIO-SÉBASTOPOL

Téléphone : **TURBIGO 98-70** 100, boulevard de Sébastopol, PARIS Téléphone : **TURBIGO 98-70**

EXPÉDITIONS IMMÉDIATES EN PROVINCE
EXPÉDITIONS CONTRE REMBOURSEMENT

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

FOURNISSEUR DES GRANDES ADMINISTRATIONS — CHEMINS DE FER — ANCIENS COMBATTANTS — MUTILÉS DE GUERRE, etc

MAISON DE CONFIANCE

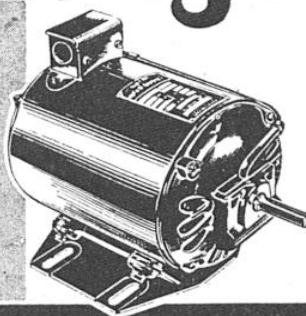


*Partout où passe
le courant lumière*

...ET SANS INSTALLER
LA FORCE!..

vous pouvez brancher un

Ragonot-Delco



ETS RAGONOT

15, Rue de Milan - PARIS-IX*
Téléphone: Trinité 17-60 et 61

Pub. R.-L. Dupuy

**UNE USINE ÉLECTRIQUE
DANS VOTRE POCHE**
avec la Lampe à magnéto

"PYGMY"

qui assure INDÉFINIMENT
l'éclairage de secours.

INDISPENSABLE A TOUS :

Coloniaux
Chasseurs
Touristes

Automobilistes
Cyclistes
Etc.



Prix : 58 fr.

En vente : Electriciens,
Grands Magasins, et à
**l'Usine PYGMY
TOURNUS (S.-&-L.)**

Notice  **gratis** sur demande à l'usine

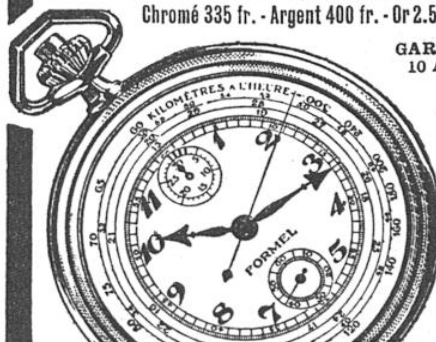
L'HOMME MODERNE

remplace une montre ordinaire par le
Chronographe FORMEL

C'est un appareil scientifique donnant
toujours l'heure exacte et permettant
tous les chronométrages : scientifiques,
industriels et sportifs, avec la plus rigou-
reuse précision.

PRIX FRANCO :
Chromé 335 fr. - Argent 400 fr. - Or 2.500 fr.

**GARANTI
10 ANS**



VENTE EXCLUSIVE

E. BENOIT, 60, r. de Flandre, PARIS

Références : ETAT, CHEMINS DE FER DE L'EST,
P. O., VILLE DE PARIS, ETC.

NOTICE A FRANCO



*... et pour maman, un
appareil électrique*

Calor

Donnez de la joie et du confort

Vous ferez plaisir à votre famille,
à vos amis, en offrant, à l'occasion
des fêtes de Noël et du Nouvel An

un cadeau électrique CALOR

Le fer automatic à... 100.»	Le sèche-cheveux à... 150.»
La bouilloire à partir de... 74.»	Le thermoplasme à partir de... 95.»
Le chauffe-plat à... 120.»	L'allume-cigare à... 49.»
Le fer à friser à... 48.»	Le vibro-masseur à... 65.»

Vous achetez ces appareils dans
tous les magasins d'électricité.

Demandez la notice " Cadeaux électriques " à
CALOR - Place de Monplaisir - LYON

SB



VOS POUMONS ONT SOIF D'AIR PUR

Toutes les 6 secondes un litre de sang vient y chercher l'oxygène nécessaire à sa régénération.

SEULE...

une atmosphère riche en ozone et en oxygène naissant peut assurer la régularité de fonctionnement de l'organisme.

OZONAIR

**DÉSODORISE
ASSAINIT
VITALISE**
électriquement l'atmosphère de tous locaux

ASSUREZ-VOUS BIEN-ÊTRE, CONFORT, SANTÉ

MALGRÉ LA MAUVAISE SAISON, FAITES UNE CURE DE GRAND AIR A DOMICILE

NOTICE ET RÉFÉRENCES FRANCO — ESSAI GRATUIT

PROCÉDÉS OZONAIR, 63, rue de Lancry, PARIS-X^e — Téléphone — **BOTZARIS 24-10 et 11**

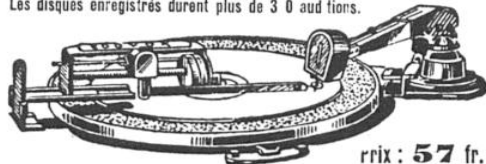
ENREGISTREZ VOUS-MÊMES...

les émissions que vous transmettent des mondes lointains vos postes favoris. Enregistrez votre voix, corrigez les défauts de votre diction dans la prononciation des langues étrangères. Enregistrez la voix de ceux qui vous sont chers, en adaptant sur votre phono ou sur le pick-up de votre récepteur

EGOVOX

L'ENREGISTREUR DU SON

LA SIMPLICITÉ MÊME caractérise le fonctionnement de l'Egovox, ce qui n'est pas une des moindres raisons de son succès mondial. Les disques enregistrés durent plus de 3 0 auditions.



prix : 57 fr.

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

Soc. REMO-EGOVOX, 1 r. Lincoln, Paris

Concessionnaire pour la BELGIQUE :
Anc. Etab. E. DEBRAY, 12, place du Béguinage
ERQUELINNES (Hainaut)

Editeurs : FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne - AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT m. b. H., Leipzig - DAVID NUTT, Londres - G. E. STECHERT & Co., New York - RUIZ HERMANOS, Madrid - F. KILIAN'S NACHFOLGER, Budapest - GEORG & Co, Genève - F. MACHADO & Cie, Porto - THE MARUZEN COMPANY, Tokyo.

"SCIENTIA"

Revue internationale de synthèse scientifique
Paraissant mensuellement (en fascicules de 100 à 120 pages chacun)

Directeurs : F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES
Secrétaire général : PAOLO BONETTI

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale - à diffusion vraiment mondiale - de synthèse et d'unification du savoir, traitant par ses articles les problèmes les plus nouveaux et les plus fondamentaux de toutes les branches de la science : philosophie scientifique, histoire des sciences, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, sciences biologiques, physiologie, psychologie, sociologie, droit, sciences économiques, histoire des religions, anthropologie, linguistique ; articles constituant parfois de véritables enquêtes, comme celles sur la contribution que les différents peuples ont apportée au progrès des sciences ; sur la question du déterminisme ; sur la relativité, la physique de l'atome et des radiations ; sur le vitalisme. « Scientia » constitue le premier exemple d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs, et à chaque fascicule est joint un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français. La revue est ainsi entièrement accessible même à qui ne connaît que le français. (Demandez un fascicule d'essai gratuit au Secrétaire général de « Scientia », Milan, en envoyant 3 francs en un seul timbre-poste de votre pays, à pur titre de remboursement des frais de poste et d'envoi.)

ABONNEMENT : Fr. 230. •

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

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

Devenez Ecrivain

Mais il ne suffit pas d'être doué,
il faut apprendre le métier.

DEPUIS sa fondation, l'Ecole A. B. C. de Rédaction a aidé des centaines d'hommes et de femmes à se créer une situation. Son enseignement par correspondance s'adresse à toutes les classes sociales, dans toutes les parties du monde. Beaucoup d'élèves qui ont débuté avec de vagues dispositions pour écrire ont acquis un

style et un métier qui leur ont permis de transformer en profession ce qui était, au début, un simple passe-temps de quelques heures par semaine.

Réclamez l'intéressante plaquette *L'Art d'écrire* qui a été éditée pour vous. Vous y trouverez les renseignements les plus détaillés sur les débouchés qui s'offrent à un bon rédacteur ainsi que toutes précisions sur la méthode et le programme de l'Ecole A. B. C.

Si vous écrivez aujourd'hui même, vous bénéficierez d'une première leçon absolument gratuite sans aucun engagement pour vous.

Ne manquez pas cette occasion unique. Recopiez le coupon ci-dessous et mettez-le à la poste aussitôt.

Oui, l'art d'écrire peut devenir une source de revenus réguliers comme vous pourrez vous en rendre compte en lisant ces quelques extraits de lettres d'élèves prises au hasard parmi beaucoup d'autres :

Une jeune secrétaire qui « vit de sa plume ».

Ce qui était le plaisir des heures de liberté est devenu mon gagne-pain en même temps que mon plaisir de tous les instants. L'Ecole A. B. C. m'a offert d'une part la possibilité de vivre, d'autre part celle d'entrevoir une plus haute destinée littéraire, désintéressée, celle-là.

Jacqueline JACOUPLY.

Un employé d'assurances s'exprime ainsi :

Pour mon compte je vous dirai tout simplement que je bénis le jour où j'ai souscrit à vos cours et je boucle cette belle étape, certain qu'à aucune autre école je n'aurais pu faire de si bon travail.

E.-A. BLANCHET, Lausanne (Suisse).

Un étudiant de Neuchâtel nous apprend qu'il « réussit ».

Depuis le début de mes études dans votre école, j'ai collaboré à plusieurs journaux, revues ; j'ai remporté des prix à des concours littéraires et je viens d'être publié dans une anthologie de jeunes écrivains. Depuis le commencement du cours, j'ai pu mettre en pratique ce qui m'était enseigné, puisque après la troisième leçon déjà j'obtenais la rédaction hebdomadaire de la page des enfants d'un de nos quotidiens locaux.

C. P.

AVIS IMPORTANT. — Le directeur de l'enseignement de l'Ecole A. B. C. vous informe que les originaux des lettres publiées ci-dessus sont à votre disposition à l'Ecole A. B. C., 12, rue Lincoln, Paris (Champs-Élysées).

ÉCOLE A. B. C. DE RÉDACTION (Groupe B)
12, rue Lincoln, PARIS (8^e)

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi la plaquette L'Art d'écrire, contenant tous renseignements sur votre cours de Rédaction.

NOM

PROFESSION AGE

ADRESSE

**IL EST
PLUS FACILE**

d'apprendre une langue
seul, chez soi, avec

ASSIMIL

" LA MÉTHODE FACILE "

que par n'importe quel autre moyen

**GROSSE ÉCONOMIE
DE TEMPS ET D'ARGENT**

Your cigarette is finished



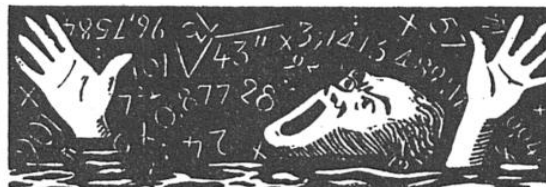
POUR VOUS EN CONVAINCRE

il vous suffit d'obtenir la brochure
d'essai de 7 leçons qui vous sera
adressée sur simple demande,
avec documentation complète et
sans engagement, contre 2 fr. en
timbres pour chaque langue :

**ANGLAIS
ALLEMAND
ESPAGNOL
ITALIEN**



ASSIMIL — Service SC
4, rue Lefebvre, PARIS-15°



**la noyade
inutile...**

S'empêtrer dans les chiffres, s'y noyer même,
quand la règle à calculs est là - si simple -
c'est négliger nettement son intérêt et freiner
sa propre réussite.

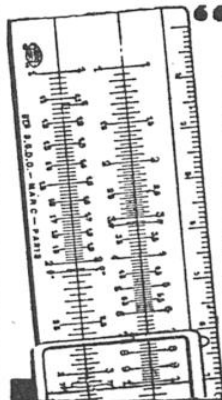
Pour vous sauver de l'erreur, vous fournir
des solutions faciles, promptes, justes, pour
gagner un temps précieux, renseigner un
client, établir un prix de revient, simplifier
tous vos calculs, et arriver au rendement le
plus remarqué, la règle "MARC" vous aidera
efficacement.

Son emploi est si aisé que vous la trouvez
dans toutes les mains renseignées et
pratiques.

Ainsi, de l'élève au mathématicien en passant
par l'employé, l'ouvrier, l'ingénieur, le com-
merçant, l'industriel, toutes les professions
y trouvent force avantages.

Calculs horaires, de vitesse, électri-
ques, débits, décomptes, taxes, frac-
tions, intérêts, pourcentages, poids,
volumes, surfaces, densités, racines
cubiques, carrées, etc. Autant d'opé-
rations utilitaires que vous réaliserez.

LES RÈGLES À CALCUL DE POCHE



"MARC"

sont françaises, d'un fini irré-
prochable, très lisibles, précises,
ne tenant pas de place,
indéformables, leurs prix enfin
vous décideront.

SCOLAIRE, 34 Fr. — MANNHEIM, 38 Fr.
— BÉGHIN, 38 Fr. — SINUS, 42 Fr. —
ÉLECTRICIEN, 45 Fr. — RIETZ, 45 Fr.

Notice envoyée gratuitement.

EN VENTE: PAPETIERS, LIBRAIRES
OPTICIENS
INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

RÈGLES "MARC"
24, R. de Dunkerque - Paris-X°

REMPLISSEZ CE COUPON

pour recevoir gratis et sans engagement
de votre part, la Notice qui vous rensei-
gnera sur l'emploi des règles à calculer.

Nom _____

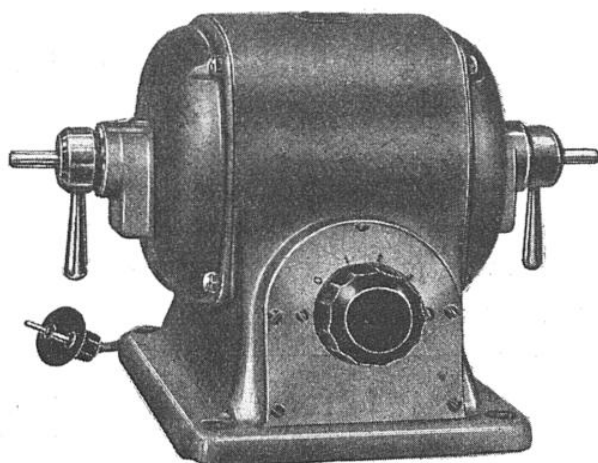
Adresse _____

A _____

MOTEURS D'INDUCTION

POUR TOUTES APPLICATIONS

Mono, bi et triphasés silencieux, de 1/100 à 1/2 HP

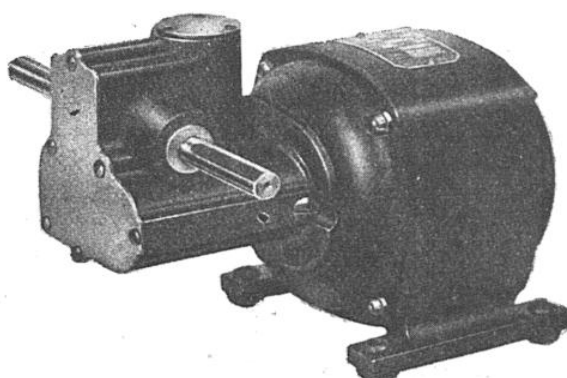


TOUR DE LABORATOIRE
à 2 ou 3 vitesses

**TOURET POUR AFFUTAGE
ET POLISSAGE**

MOTEUR MONOPHASÉ
à renversement de marche

MOTEUR MONO, BI, TRI
courant continu
AVEC RÉDUCTEUR
-- DE VITESSE --

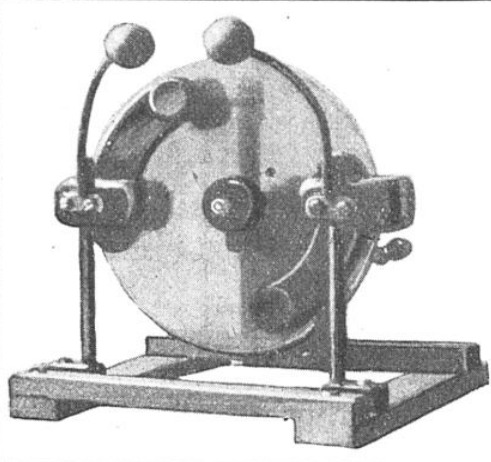


Toutes vos exigences satisfaites - - - Tous vos problèmes résolus

R. VASSAL

INGÉN.-CONSTRUCTEUR

13, rue Henri-Regnault, SAINT-CLOUD (S.-&-O.) - Tél. : Val d'Or 09-68



POUR ORIENTER vos fils
et les intéresser en les amusant
aucun jouet ne vaut

LA MACHINE ÉLECTROSTATIQUE "CENT MILLE VOLTS"

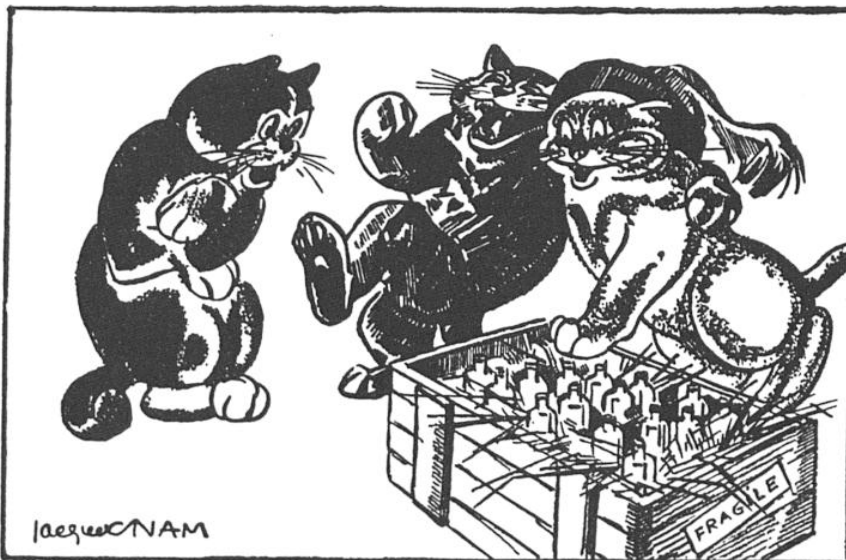


Construite comme celles en usage dans l'Enseignement, et par le même constructeur, cette machine permet de faire **toutes les expériences classiques sur l'électrostatique.**

TUBES DE GEISSLER — ACCESSOIRES

R. LORDEREAU (Matériel scientifique), 26, rue Pradier, PARIS (19^e)

IVRESSE



- Ma parole vous êtes ivres ?
- De joie mon cher - nous venons de recevoir une caisse de de DENTOL.

DENTOL

**DENTIFRICE
ANTISEPTIQUE**

♦
**EAU - PÂTE
POUDRE - SAVON**

♦
**Maison FRÈRE
19, r. Jacob, Paris**

Echantillon gratuit sur
demande en se recom-
mandant de LA SCIENCE
ET LA VIE.

BULLETIN A DÉTACHER
POUR COMMANDER LE GUIDE COMPLET
DES CARRIÈRES DE L'ÉTAT
A L'ÉCOLE SPÉCIALE D'ADMINISTRATION

28, Boulevard des Invalides, 28, PARIS (7^e)

En me recommandant de « La Science et la Vie », je vous prie d'envoyer le guide sus visé de 96 pages, in-8 coq., indiquant les Carrières masculines et féminines en France et aux Colonies, les traitements, les limites d'âge, les diplômes, les épreuves à subir, les suppléments, les différentes lois concernant les fonctionnaires, à l'adresse suivante :

Nom et prénoms.....

Rue et n°.....

Ville et Département.....

Date de naissance (1).....

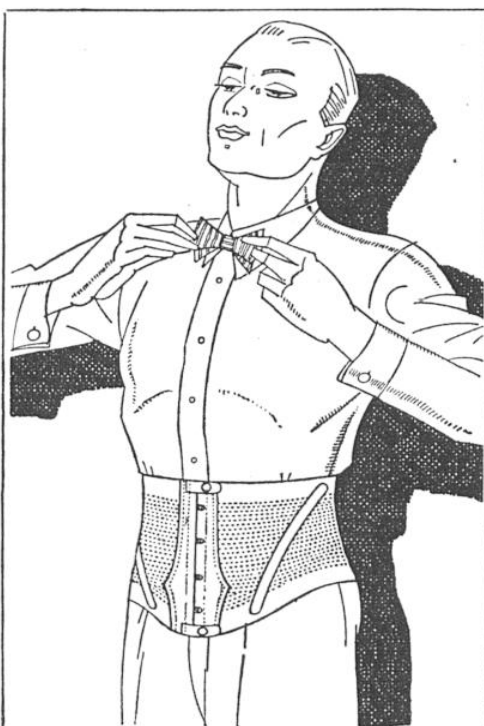
Diplômes le cas échéant (1).....

Lieu et date de nomination (1).....

Traitement désiré (1).....

(Cet envoi sera fait gratuitement et sans engagement pour moi.)

(1) Ces renseignements ont pour but d'obtenir des conseils plus précis.



Pour sa Santé !
Pour sa Ligne !

L'HOMME MODERNE

doit porter la

Nouvelle Ceinture

Anatomic

INDISPENSABLE à tous les hommes qui "fatiguent" dont les organes doivent être soutenus et maintenus. **OBLIGATOIRE** aux "sédentaires" qui éviteront "l'empatement abdominal" et une infirmité dangereuse : **l'obésité.**

Nos	TISSU ÉLASTIQUE — BUSC CUIR —	Haut. devant	COTE forte	COTE souple
101	Non réglable...	20 c/m	80 f.	100 f.
102	Réglable.....	20 c/m	100 f.	120 f.
103	Non réglable...	24 c/m	110 f.	130 f.
104	Réglable.....	24 c/m	130 f.	150 f.

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

BELLARD - V. THILLIEZ
SPÉCIALISTES

22, Faub. Montmartre - PARIS-9°

PLUS de linge brûlé
PLUS de danger d'incendie
50 0/0 d'économie de courant

GRACE A

la Fiche automatique
THERMUS

qui transforme

**tous les Fers électriques en
SUPER-AUTOMATIQUES**

La Fiche automatique **THERMUS** est également utilisée comme sécurité sur bouilloires, cafetières, théières, chauffe-lits, etc...

EN VENTE chez tous les quincailliers et Grands Magasins au prix imposé de

40 francs

Au cas où vous ne la trouveriez pas, envoi franco contre mandat ou chèque postal (707.54 PARIS) sur demande adressée à

LHOTELLIER

-- DISTRIBUTEUR GÉNÉRAL --
20, rue des Gravilliers, PARIS-3°

*Les
meilleurs
emplois*

sont réservés aux techniciens de l'**AVIATION**, de l'**ÉLECTRICITÉ**, de l'**AUTOMOBILE**, du **BÉTON ARMÉ** et du **CHAUFFAGE CENTRAL**, branches vitales de l'activité industrielle. Quels que soient votre âge et vos connaissances actuelles, vous pouvez, après quelques mois d'études agréables chez vous, occuper une belle situation dans un de ces cinq domaines.

DEMANDEZ AUJOURD'HUI A
**L'INSTITUT MODERNE
POLYTECHNIQUE**
15, av. Victor-Hugo — Tél. Mol. 29-33
BOULOGNE (PARIS)

sa brochure programme **S** gratuite.

Indiquer spécialité préférée.

NOUS PROUVONS NOTRE QUALITÉ !

3 ANS

*de
garantie*

**AFFIRMER EST BIEN,
PROUVER EST MIEUX...**

C'est pourquoi nous n'hésitons pas, aujourd'hui, à faire la preuve de la confiance que nous avons dans la qualité de nos postes, en offrant à tous les sans-filistes une garantie que nul autre constructeur n'avait encore osé leur fournir : **TROIS ANS DE GARANTIE** sur nos postes de luxe "Interlude" et "Sonate" ainsi que sur notre meuble radio-phono. Avant de vous décider à un achat quelconque, la sagesse vous conseille d'aller d'abord écouter le Philips "Interlude", ce merveilleux "toutes ondes" de luxe, garanti trois ans, sur le vaste cadran duquel 120 stations trouvent aisément place... toute l'Europe et, cela va de soi, l'Amérique en ondes courtes.

INTERLUDE type 750 A - Pour une mensualité sensiblement égale à celle qui vous serait demandée pour un poste quelconque, vous pourrez acquérir ce récepteur qui trône toutes les innovations électriques et pratiques de la Série Symphonique 1938 : couplage à contre-réaction intégrale, circuit triple diode, monobouton universel, cadran lumineux à inclinaison variable, compensateur de registre sonore, grand haut-parleur avec cône antidirectionnel, etc., etc.

157 fr.

PAR
MOIS

INTERLUDE TYPE 750 A
ou au comptant : 3.250 Francs

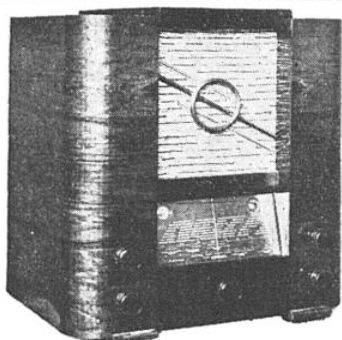
(2,30 % port et emballage en sus)

*Écoutez
d'abord
un*

E. W.

PHILIPS

"SANS-FILISTE, OUI... SANS PHILIPS, NON!"



SOYEZ MODERNES ! ADOPTEZ LA CONTRE-RÉACTION LE SUPER - EXCELSIOR 388

Super 8 lampes rouges, antifading, toutes ondes: 12 m. 50 à 2.075 m. 4 gammes, contrôle de tonalité réglable, étage H. F. apériodique, sélectivité variable. B. F. à contre-réaction. Se fait en courant alternatif ou en tous courants.

Sera vendu à titre publicitaire aux lecteurs de *La Science et la Vie*, pendant quelque temps seulement, complet en ordre de marche, **1.195 Francs** au prix exceptionnel de .. (VALEUR : 1.895 francs)

IL EXISTE ÉGALEMENT UNE GAMME COMPLÈTE D'AUTRES MODÈLES DE 4 À 9 LAMPES

Demandez les conditions spéciales accordées aux lecteurs de « La Science et la Vie ».

NOTICE DESCRIPTIVE CONTRE TIMBRE DE 1 FRANC

GÉNÉRAL-RADIO 1, boul. Sébastopol, PARIS (1^{er})
Métro: CHATELET

TRAINS HORNBY

Que de plaisirs vous donnera votre Train Hornby



Le plaisir de l'installer... le plaisir de diriger et surveiller les convois... le plaisir de construire, non seulement un réseau simple, mais un complet avec les perfectionnements des vrais Chemins de Fer, gares, pont, aiguillages, signaux, etc... Votre train Hornby vous donnera des joies inépuisables avec un intérêt chaque jour renouvelé.

Seuls les Trains Hornby sont garantis. Une loco Hornby ne perd jamais de sa valeur grâce à nos "reprises en compte". Demandez détails à tout stockiste.

Trains Mécaniques
de Frs 36.
à Frs 375.

Trains Electriques
de Frs 157.
à Frs 725.

GRATUIT — Jeunes Gens ! demandez aujourd'hui cette belle brochure illustrée ! Vous y trouverez une foule de descriptions et d'illustrations sur chaque train Hornby, le matériel roulant et les accessoires. Quelle lecture passionnante ! Joignez à votre demande, les noms et adresse de trois camarades.



MECCANO (Service W), 80, Rue Rébeval, PARIS-19^e

INVENTEURS

POUR VOS BREVETS L. DENES Ing. Cons.
35, Rue de la Lune, PARIS 2^e

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S".

LA SCIENCE ET LA VIE

est le seul Magazine de Vulgarisation
Scientifique et Industrielle

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

DANS TOUTES BONNES MAISONS
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ

Désirez-vous édifier **RAPIDEMENT** un bâtiment **ÉCONOMIQUE** ?

Seule, la **SÉRIE 39**

de mes constructions en acier pourra vous permettre de réaliser
votre projet **VIVEMENT ET A BON COMPTE**

Nous les
fabriquons
dans notre
usine à
Petit-Quevilly
lez-Rouen



**LES HANGARS
EN ACIER
DE LA
SÉRIE 39**

**SONT INDISCUTABLEMENT
LES MEILLEURS et le MEILLEUR MARCHÉ**

Ecrivez
aujourd'hui
pour la
Brochure 144
franco 7
demande.

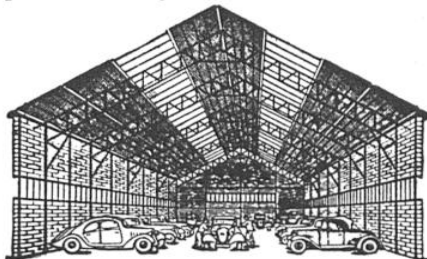
JOHN REID **PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN. (Seine-Inf.)**

Voilà de la charpente métallique réellement pratique ! Le premier venu saura la poser sans faire appel à la main-d'œuvre spécialisée.

Ma **Série 39** se fabrique en cinquante-trois modèles distincts. Il y en a pour tous les terrains et pour tous les besoins. Elle commence avec le modèle ayant cinq mètres de portée et elle finit avec celui de quinze mètres. Comme longueur, tout est possible. Je fais des travées de 4 m., 4 m. 50 et 5 m. Vous pourrez commencer tout petit et agrandir tous les ans.

La **Série 39** fait bien l'affaire de MM. les Industriels et de MM. les Propriétaires. Elle s'emploie avec ou sans auvents. Elle se prête à tous les besoins de l'industrie et de la culture. L'administration s'en sert couramment.

La **Série 39** peut vous servir indifféremment de garage, magasin, atelier, hangar, salle paroissiale ou pavillon d'habitation. Elle se trouve dans tous les départements et dans toutes les colonies. Elle se monte entièrement à boulons — aucun rivet n'entre dans sa construction. Elle n'occupe que peu de place dans la cale d'un vapeur.



LA « SÉRIE 39 » COMME GARAGE

Documentez-vous sur la **Série 39**. Il y a trente ans, grand-père me disait ceci : « Faites quelque chose de bien et le moins cher possible ; le monde se fera un chemin jusqu'à la porte de votre usine. » Ma foi, il avait raison.

Dans n'importe quel coin du monde que le hasard vous ait placé, la **Série 39** pourra vous être d'une utilité précieuse. Commencez par m'écrire au sujet de votre projet.

ADRESSEZ-VOUS A

JOHN REID, Ingénieur-Constructeur

6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inf.) — Tél. : 960-35 PETIT-QUEVILLY

RENDEZ-VOUS A PARIS TOUS LES LUNDIS



ECOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, RUE DE LA LUNE, PARIS, 2^e

Fondée en 1919
Médaille d'or 1920 Médaille d'or 1931

PRÉPARATION AUX SITUATIONS

Ingénieur, sous-ingénieur, chef monteur, dépanneur radio. Officier radio de la marine marchande, Opérateur radio d'aviation, radiotélégraphiste des ministères, breveté supérieur de navigation aérienne, vérificateur des installations électromécaniques des P.T.T.

Service Militaire - T. S. F.

Génie — Marine — Aviation

Cours du **Jour**, du **Soir** et par **Correspondance**
Le placement et l'incorporation
 sont assurés par l'École
 et l'Amicale des Anciens Elèves

Depuis sa fondation l'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F. a
 préparé plus de 15.000 Elèves qui ont tous obtenu
 satisfaction. Elle est sans conteste :

La grande Ecole française de la Radio

Nouvelle Session de Cours : 10 Janvier 1938

FUBL BONNANGE

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 — Téléph. : Provence 15-21

RÉDACTION, ADMINISTRATION et PUBLICITÉ : 13, rue d'Enghien, PARIS-X°

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

Copyright by La Science et la Vie, Décembre 1937, R. C. Seine 116.544

Tome LII

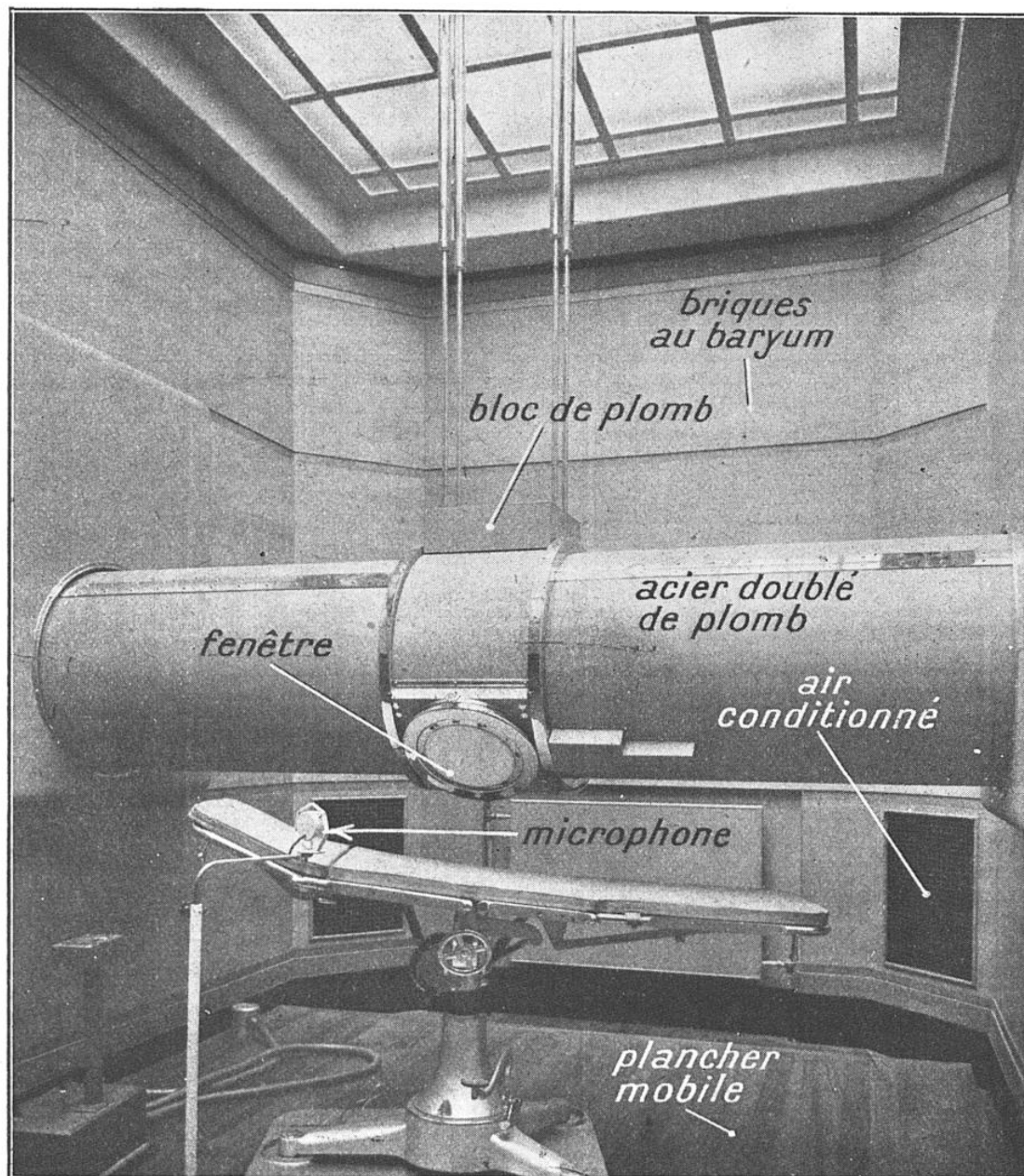
Décembre 1937

Numéro 246

SOMMAIRE

La médecine est devenue une science moderne grâce à la méthode expérimentale	Jean Labadié	411
La Section de Médecine du Palais de la Découverte a mis en évidence le rôle des sciences expérimentales (physique, chimie, biologie) dans l'« art de guérir ». Voici l'œuvre utilitaire des savants chercheurs depuis un siècle pour « conserver » et « prolonger » la vie.		
La vie dangereuse des étoiles	Louis Houllevigue	422
On attribue maintenant l'apparition d'étoiles nouvelles (Novæ) à l'évolution essentiellement interne des étoiles, qui aboutit à leur dégénérescence et à leur dédoublement. Un tel cataclysme subi par le Soleil équivaldrait à la fin brutale du monde terrestre.	Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.	
Comment la science expérimentale améliore le rendement de la voix humaine	Victor Jouglan	430
Physiologues, linguistes, phonéticiens ont créé récemment une mécanique de l'émission des sons articulés, en vue d'obtenir le meilleur rendement sonore de la voix.		
La plus grande étincelle électrique permanente du monde	L.-D. Fourcault	438
Le plus « puissant » phare du monde : 500 millions de bougies	L.-D. Fourcault	440
La transmutation de la matière n'est plus un rêve d'alchimiste	Jean Bodet	444
Depuis la première désintégration atomique, obtenue en 1919, par le savant physicien anglais Rutherford, qui vient de disparaître, plus de cent cinquante transmutations ont été réalisées au laboratoire. Ce sont les perfectionnements des techniques de la haute tension qui ont permis d'élargir et d'enrichir nos connaissances sur la constitution de la matière.	Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Ingén. E. S. E.	
Notre poste d'écoute	S. et V.	453
La mitrailleuse cinématographique, « arme » d'entraînement pour l'aviation de chasse	Pierre Keszler	461
Ce mode d'instruction permet de déterminer avec précision les points d'impact présumés de balles « fictives » tirées au cours de combats aériens d'entraînement.		
Qu'est-ce que l'auto-compresseur à pistons libres ?	Jean Marival	466
La réunion dans une même machine et du moteur et du compresseur permet, en effet, d'améliorer le rendement. Cette solution constituerait une première étape vers la réalisation de la turbine à gaz appliquée à l'aviation.		
Les réalisations de la télévision allemande surclassent actuellement toutes les autres	P.-M. Delaunay	474
La télévision allemande en 1937 présente des installations — telle que celle figurant à l'Exposition de Paris — où les images apparaissent lumineuses, nettes, stables. Les dispositifs électromécaniques mis en œuvre pour obtenir de tels résultats constituent ce que l'on fait de mieux actuellement dans ce domaine. Déjà du reste, en Allemagne, deux lignes de visiotéléphonie sont actuellement en service.		
Marine nipponne, aviation soviétique	S. et V.	481

L'étude de la constitution « intime » de la matière exige du physicien moderne une création incessante, en vue de perfectionner ces nouvelles techniques atomistiques dans le domaine des ultra-hautes tensions continues pour parvenir à pénétrer plus profondément la structure des atomes. A East-Pittsburgh, aux Etats-Unis, il y a actuellement des savants américains qui s'efforcent d'édifier un puissant générateur électrostatique qui fonctionnera sous pression à l'intérieur d'une cloche métallique de 15 m de haut et développera 5 millions de volts. Une telle différence de potentiel vise évidemment à accélérer les projectiles électrisés entrant en collision avec les noyaux atomiques et à provoquer des transmutations. Ainsi se créent et se créeront de nouvelles substances « artificiellement » radioactives. (Voir la couverture de ce numéro et l'article page 444).



VOICI LE PLUS PUISSANT APPAREIL RADIOLOGIQUE DU MONDE, FONCTIONNANT SOUS UNE TENSION DE 1 MILLION DE VOLTS ET DESTINÉ AU TRAITEMENT DU CANCER

Cette photographie montre la partie du tube à rayons X comprise dans la salle de traitement à l'hôpital Saint-Bartholomew, de Londres. Le faisceau de rayons X qu'il fournit doit avoir un pouvoir pénétrant supérieur à tous les rayonnements employés jusqu'ici médicalement et même à celui des rayons γ du radium. La chambre d'opération est construite en grande partie en briques au baryum pour soustraire le personnel aux effets du rayonnement, tandis qu'une installation de conditionnement de l'air renouvelle l'air dix fois par heure. Le tube lui-même est entouré d'un manteau d'acier garni de plomb et est susceptible de tourner autour de son axe pour diriger, lorsqu'il ne fonctionne pas, le rayonnement vers le haut où un bloc de plomb de 12 cm l'absorbe. L'ensemble du tube et de ses accessoires pèse 10 tonnes ; aussi déplace-t-on, pour les manipulations, le plancher de la salle et le patient. L'opérateur reste normalement en dehors de la salle et communique avec le patient par microphone et haut-parleur. (Voir aussi page 418.)

1937 : ANNÉE DE L'EXPOSITION DES TECHNIQUES, A PARIS

GRACE A LA MÉTHODE EXPÉRIMENTALE, LA MÉDECINE EST DEVENUE UNE SCIENCE MODERNE

Par Jean LABADIÉ

Trois grands noms marquent l'évolution prodigieuse de la médecine, depuis l'empirisme où elle se cantonnait encore au début du dernier siècle jusqu'aux méthodes scientifiques qu'elle applique aujourd'hui avec une rigueur de plus en plus grande. Les méthodes, qui lui sont propres, sont de la médecine une science à part, mais faisant constamment appel aux progrès des autres sciences : physique, chimie, biologie, qui lui fournissent successivement ses moyens d'action. Ces trois noms sont ceux de : Laënnec (1781-1826), Claude Bernard (1813-1878), Pasteur (1822-1895). A Laënnec, ce génial initiateur, nous sommes redevables notamment de l'auscultation « médiate », qui domine toute la clinique médicale. Le stéthoscope, qu'il imagina sous sa forme la plus simple et dont les perfectionnements successifs ont abouti au phonocardiographe, a trouvé son prolongement naturel dans l'infinie variété des appareils d'auscultation : électrocardiographes (1), endoscopes, appareils de radioscopie, de radiographie, etc. Avec Claude Bernard, créateur de la médecine expérimentale, nous touchons déjà, avec les maladies de la nutrition, au domaine si étendu de la « biochimie » (2), science des échanges chimiques par quoi se manifeste la vie, et aussi des agents catalytiques de ces échanges : vitamines (3) et hormones (4). Avec Pasteur enfin, voici la microbiologie qui a imposé à la médecine une véritable rénovation sans précédent. C'est elle qui a permis de lutter rationnellement et efficacement contre les maladies infectieuses par les vaccins et les sérums, permettant en outre — de par l'antiseptie et surtout l'aseptie — à la chirurgie moderne de prendre tout son développement et de réaliser ses audacieuses opérations. La médecine ne saurait en effet se concevoir aujourd'hui sans le concours du laboratoire, et des investigations graphiques et radiologiques, procédés d'enregistrement de haute précision et sources de renseignements indispensables pour le praticien. Ainsi, en moins d'un siècle, la science médicale a pu se transformer dans sa structure même en y intégrant la méthode expérimentale, condition essentielle de progrès même dans ce domaine si complexe et encore si mystérieux des multiples affections dont l'organisme humain est le siège.

La médecine n'est pas une science, a-t-on coutume de dire, mais un « art ». Il faut, aujourd'hui, préciser en ajoutant : « L'art d'utiliser toutes les sciences pour dépister, guérir et, mieux encore, prévenir la maladie. » Avec l'Industrie, la Médecine apparaît, de ce biais, comme la raison d'être de toute science humaine, si l'on admet, avec M. Bergson, que celle-ci a pour fin d'asservir la nature, plus encore que de la connaître.

Aussi bien, la Médecine tient une place d'honneur au Palais de la Découverte, et les cinq sections que M. le professeur Roussy et ses collaborateurs lui ont attribuées (5)

voient converger sur elles les progrès les plus caractéristiques de la physique et de la chimie. Mais, depuis Claude Bernard, la Médecine ne se contente plus d'appliquer empiriquement les moyens d'action que lui offrent les autres sciences. Elle a sa méthode propre et, partant, ses découvertes propres, qui donnent souvent bien du fil à retordre aux « biologistes » purs et même (avec les vitamines et les hormones, par exemple) aux chimistes. On peut même dire que la Biologie est née de la Médecine comme les sciences physiques sont nées de l'Industrie. Et c'est toute l'originalité de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 167.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 242, page 116.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 259.

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

(5) Ces cinq sections sont : I) les grandes étapes des découvertes médicales ; II) la section Claude Bernard : maladies de la nutrition, de l'appareil

digestif et des glandes endocrines ; III) les découvertes de la clinique ; IV) la microbiologie, sous l'égide de Pasteur ; V) la chirurgie. Notre exposé se réserve de chevaucher ces grandes divisions. Faute de quoi, nous serions contraints d'adopter une description pure et simple des stands — ce qui ne pourrait tenir lieu d'une visite réelle.

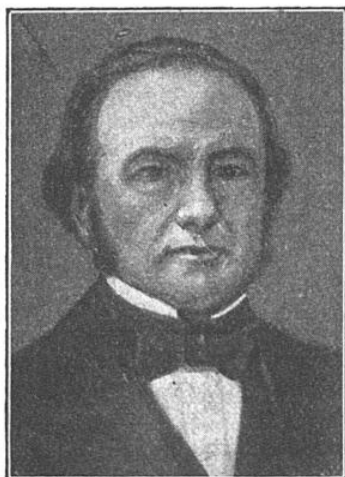


RENÉ LAËNNEC (1781-1826)
Inventeur de l'auscultation.

dé de présenter comme un tel tableau l'admirable synthèse dont il a confié le montage à d'éminents spécialistes, eux-mêmes dirigés par « leurs affinités personnelles », nous nous proposons seulement de montrer le dynamisme de l'évolution qui a porté la Médecine, de l'empirisme où elle se trouvait au début du siècle dernier, jusqu'aux méthodes d'une sûreté merveilleuse qui sont maintenant les siennes.

Trois noms — tous les trois français — marquent cette évolution prodigieuse : RENÉ LAËNNEC, CLAUDE BERNARD, LOUIS PASTEUR.

Chacun de ces génies a déclenché un essor particulier dont la trajectoire, loin de



CLAUDE BERNARD (1813-1878)
Initiateur de la biochimie.

l'Exposition du Palais de la Découverte que d'avoir révélé au public ce caractère d'autonomie désormais conquis par les « sciences médicales ».

Comme il ne saurait être question de faire ici le tableau détaillé des sciences médicales en leur état présent (et le docteur Roussy s'est bien gar-

dé de présenter comme un tel tableau l'admirable synthèse dont il a confié le montage à d'éminents spécialistes, eux-mêmes dirigés par « leurs affinités personnelles », nous nous proposons seulement de montrer le dynamisme de l'évolution qui a porté la Médecine, de l'empirisme où elle se trouvait au début du siècle dernier, jusqu'aux méthodes d'une sûreté merveilleuse qui sont maintenant les siennes.

Trois noms — tous les trois français — marquent cette évolution prodigieuse : RENÉ LAËNNEC, CLAUDE BERNARD, LOUIS PASTEUR.

Chacun de ces génies a déclenché un essor particulier dont la trajectoire, loin de s'incurver dans une chute plausible et, somme toute, naturelle à toute œuvre humaine, est allée se développant sans cesse — jusqu'à nos jours, *inclusivement*. C'est, en effet, le propre des véritables découvertes « de génie » d'engendrer d'autres découvertes, sans fin.

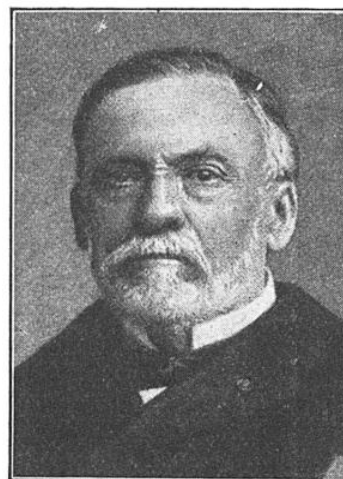
Du stéthoscope de Laënnec (1819) au « phonocardiographe » actuel

« La clinique médicale française est dominée par un nom : Laënnec ; par une découverte : l'auscultation. » Ainsi s'exprime la brochure anonyme de vulgarisation que l'on offre au visiteur.

Rien n'apparaît plus vrai, lorsqu'on parcourt la vitrine (venue d'Angleterre) où s'étalent le premier stéthoscope utilisé par Laënnec : un simple tube de carton, et ses perfectionnements successifs qui ont consisté à canaliser de mieux en mieux, pour les amplifier, jusqu'à l'oreille du médecin, ces bruits intérieurs, ces « souffles » des poumons et du cœur qui sont, de mémoire d'homme, le symbole même du phénomène vivant. Hippocrate — et c'est Laënnec qui le rappelle — avait déjà découvert le bruit « hydro-aérique » qui porte encore son nom dans l'auscultation pulmonaire (succussion hippocratique). « Corvisart, le maître de Laënnec, auscultait le thorax et plus spécialement le cœur en approchant l'oreille de la poitrine. » C'est pour éviter d'offusquer une jeune fille aux seins volumineux que Laënnec fit appel, en 1816, à un tube acoustique fabriqué sur place avec une feuille de papier. L'amplification sonore des souffles intérieurs par cet instrument rudimentaire fut une révélation pour le grand praticien. Trois ans plus tard paraissait son *Traité de l'auscultation médiate*.

« L'appareil de physique », si sommaire, de Laënnec devenait pour le médecin ce que fut, plus tard, le microscope pour le physicien et, aussi, pour l'histologiste (dans son étude des tissus) et finalement pour le microbiologiste Pasteur.

Désormais, l'« auscultation médiate » allait



LOUIS PASTEUR (1822-1895)
Créateur de la microbiologie avec ses conséquences fondamentales : vaccinothérapie, sérothérapie, asepsie chirurgicale.

utiliser, au fur et à mesure de leur apparition, tous les progrès que lui offrirait la science physique. Le stéthoscope de Laënnec, associé à un microphone, lui-même branché sur un amplificateur à triodes et puis sur un haut-parleur, s'adresse aujourd'hui à tout un auditoire d'étudiants ou à un groupe de médecins consultants. Le « phonocardiographe » ainsi réalisé laisse d'ailleurs, sur un film, la trace écrite — le graphique — des bruits qui intriguaient tant Hippocrate. Et ce graphique dispense le médecin personnellement d'avoir l'oreille fine. « L'insuffisance mitrale » du cœur ou tout autre « souffle » particulier laisse place, dès lors, à une mesure dans le temps

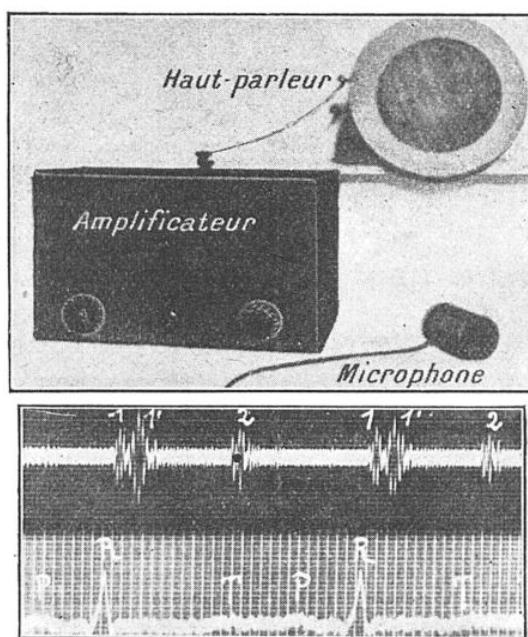


FIG. 1 ET 2. — L'APPAREILLAGE POUR L'EXAMEN PHONOCARDIOGRAPHIQUE

L'auscultation (à l'oreille) de Laënnec est remplacée ici par celle du microphone aboutissant, par un amplificateur, à un haut-parleur. Un galvanomètre réalise également l'inscription graphique des bruits (diagramme du haut) qui corrobore l'électrocardiogramme (diagramme du bas) relevé suivant la technique représentée ci-dessous.

(en fréquence) comme dans l'espace (en intensité).

En sorte que, lorsque vous passez à l'examen de ces « électrocardiogrammes » obtenus par un tout autre procédé — dont nous avons montré ici même l'importance et la merveilleuse précision (1) — vous êtes contraint de vous écrier : « Mais c'est, encore et toujours, l'auscultation médiée de Laënnec, perfectionnée, visualisée... »

Inutile d'insister sur la corrélation de l'auscultation perfectionnée de Laënnec et des signes cliniques de l'une des plus terribles maladies, non encore vaincue : la tuberculose pulmonaire. C'est à Laënnec lui-même que revient l'honneur d'avoir le

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 167.

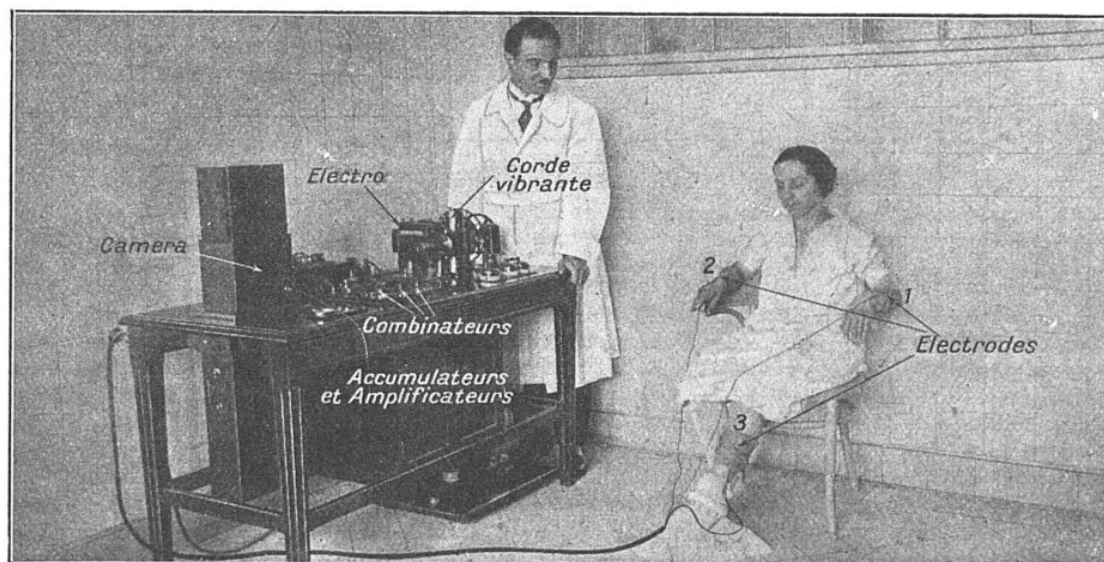


FIG. 3. — COMMENT ON ENREGISTRE UN ÉLECTROCARDIOGRAMME

On utilise les courants produits par la contraction des muscles cardiaques pour analyser leur fonctionnement. C'est le moyen le plus précis d'examen cardiologique. (Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 167.)

premier diagnostiqué le mal dans sa séméiologie la plus nette. Les travaux d'Empis, qui a décrit la « granulée » tuberculeuse, comme ceux de Trousseau touchant la *phtisie du larynx*, dérivent de l'usage du stéthoscope.

La « radiographie » et l'« endoscopie », prolongements naturels de l'auscultation médiate

Avec les « rayons de Röntgen », les appareils d'auscultation se doublent d'auxi-

de pose et ne montraient que l'ombre des tissus les plus minéralisés, les os. Aujourd'hui, l'on obtient des radiographies instantanées du cœur dont la pose n'excède pas 0,02 seconde. Bref, on *cinématographie* les mouvements du cœur par les rayons X (1). Inutile de dire que toute l'évolution de la physique moderne épaula cette réalisation.

Mais il y a plus. L'ombre chinoise primitive obtenue par la projection des rayons X à partir de l'« anticathode » des ampoules

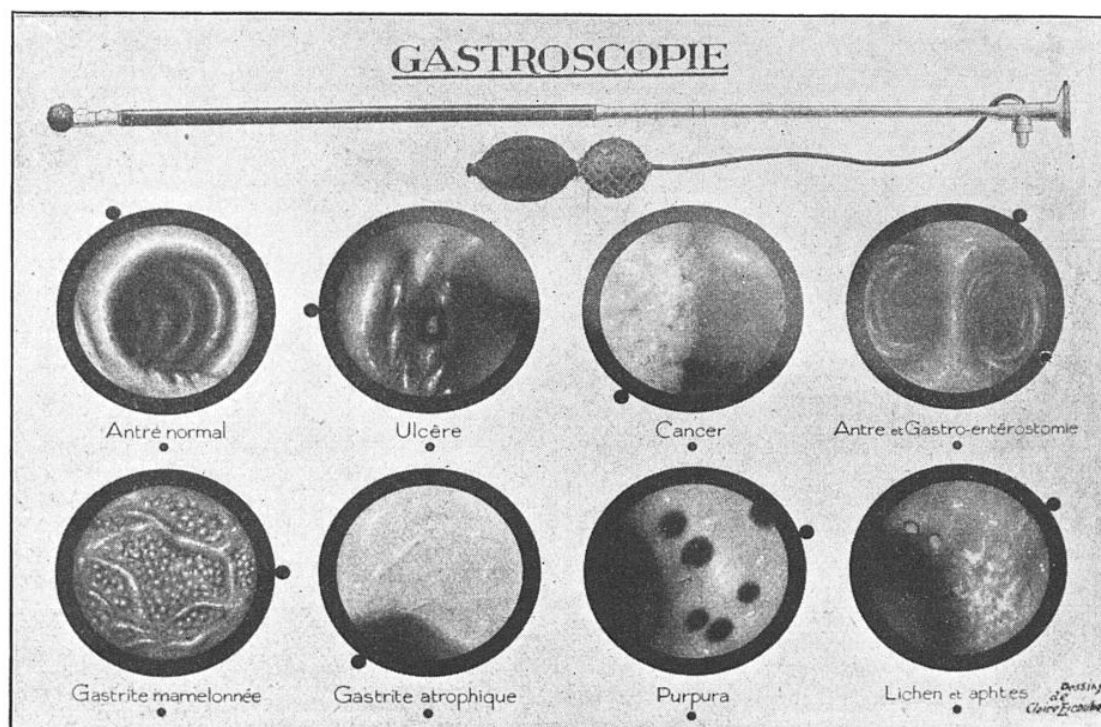


FIG. 4. — COMMENT ON EXAMINE DIRECTEMENT LES PAROIS DE L'ESTOMAC

En haut, la sonde gastrosopique consiste en un tube portant à une extrémité un miroir incliné et à l'autre un oculaire. Au moyen d'une poire, le praticien chasse les mucosités autour de l'endroit examiné. Au-dessous, différents accidents tels qu'ils ont été aperçus et dessinés.

liaires incomparables : les appareils de « vision directe » des organes internes entrent en scène avec la « radioscopie » pratiquée par Röntgen dès 1899, sur écran fluorescent. Les photographies du squelette, ou plutôt de son « ombre portée », par les rayons X furent même, aux yeux du grand public, — et même des physiciens interloqués, — les premières manifestations tangibles des « rayons invisibles », comme on les appelait alors — des rayons X.

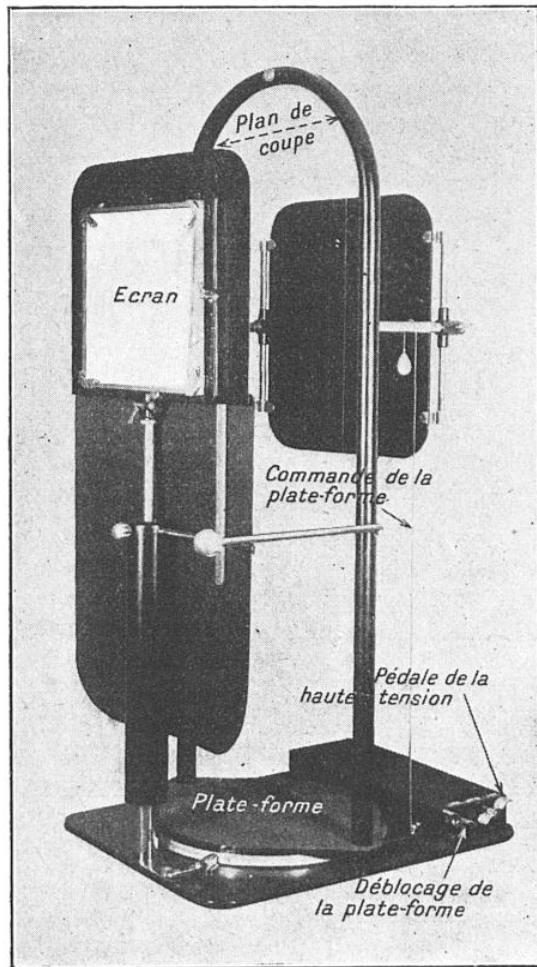
Nous savons quels immenses progrès ont été réalisés. Les premières radiographies obtenues par Röntgen exigeaient une heure

était forcément une « projection conique », puisqu'on ne connaît pas de « lentilles convergentes » applicables aux rayons X. Cette ombre déformée était insuffisante à l'examen rationnel que désire le médecin. Les physiciens ont donc offert à celui-ci des appareils radiographiques dont le cône de projection (faisceau des rayons) très aigu, et de grande intensité, permet d'éloigner l'ampoule jusqu'à ce qu'on obtienne une projection se rapprochant des projections optiques classiques : c'est la « téléradiographie ». Aussitôt l'image de l'organe apparaît sur l'écran

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 218, page 149.

sans déformation. Mieux encore : par des méthodes stéréoscopiques — qui deviennent réalisables en conséquence du nouveau procédé — le médecin peut déplacer à sa guise le *plan exact* de sa vision. Il explore ainsi les poumons, par exemple, *par coupes verticales successives*.

Est-ce tout? Non pas. La lumière ordinaire a été mise à contribution : de petites ampoules dites « grain de blé » ont porté



(Compagnie Générale de Radiologie.)

FIG. 5. — COMMENT ON OBTIENT LA RADIOGRAPHIE D'UNE COUCHE MINCE DU CORPS

Dans cet appareil, les mouvements de la plate-forme qui porte le sujet et de l'écran sont conjugués (le tube à rayons X, non représenté, restant fixe). Seule, l'image du plan de coupe reste nette. La haute tension et les mouvements sont commandés par des pédales et une chaînette.



FIG. 6. — UNE RADIOGRAPHIE PARTICULIÈREMENT NETTE DE TUMEUR CÉRÉBRALE

Pour isoler la tumeur cérébrale, le praticien injecte une certaine quantité de gaz dans l'encéphale ; les tissus normaux cèdent sous la pression et s'écartent de la tumeur qui, isolée, apparaît ainsi sur le cliché radiographique.

l'éclairage visuel à l'extrême fond des cavités corporelles. Le médecin peut, aujourd'hui, éclairer l'intérieur de la vessie et même des uretères, et, par la sonde « endoscopique » ainsi réalisée, il « voit » à l'œil nu ce qu'il était jadis obligé de deviner par signes cliniques indirects.

La méthode endoscopique est encore plus aisément appliquée, il va sans dire, au rectum, à l'œsophage, à l'estomac. Ici, l'opération se double de prise de vues : on avale un minuscule appareil photographique qui, régurgité, rapporte six vues des parois stomacales. Un cancer en train de germer, de la grosseur d'une tête d'épingle, n'échappe pas à l'agrandissement du cliché.

Ainsi l'« auscultation médiate » de Laënnec s'est progressivement muée en « vision médiate ». Car, observons-le, qu'il s'agisse de radiographie ou d'endoscopie, c'est toujours l'appareil de physique qui, par ses jeux de miroir, de lentilles, de fluorescence, de photographie, vient informer l'œil du médecin, tout comme le stéthoscope informait son oreille.

De Lavoisier à Claude Bernard

Voici maintenant le second des éclairs de génie que nous avons pris comme repère

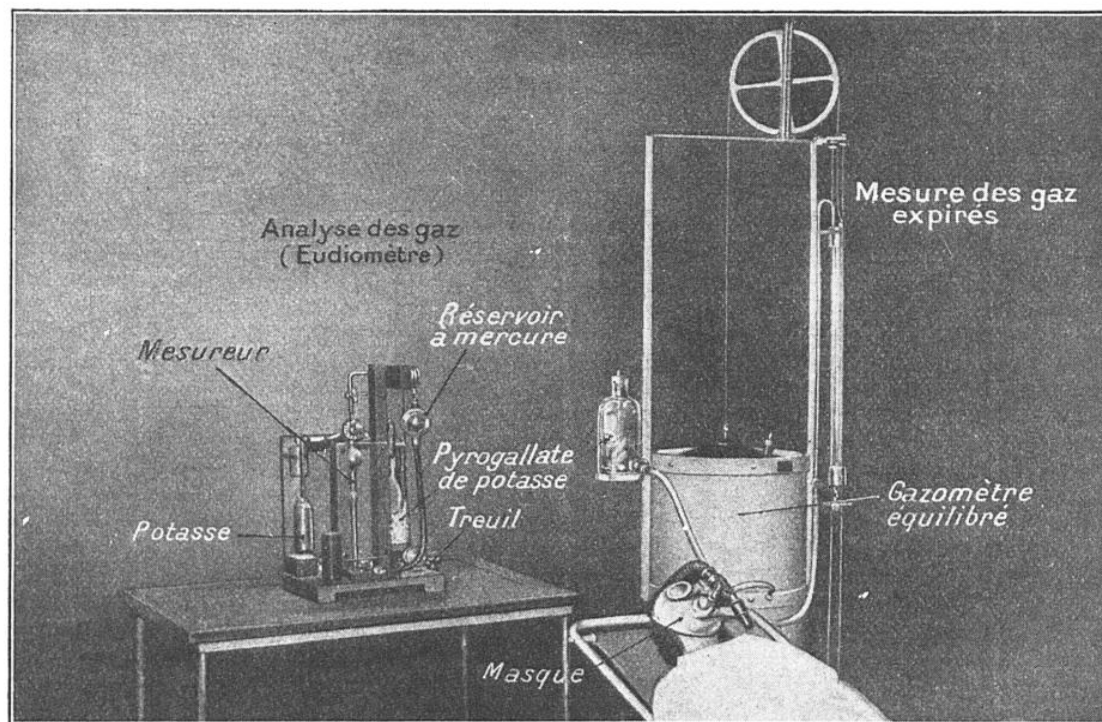
de notre étude : l'œuvre de Claude Bernard.

Lorsque Claude Bernard découvrit cette fonction essentielle du foie qui consiste à maintenir constante la teneur du sang en « glucose », — la fonction glycogénique du foie —, il inaugurerait une science réellement neuve, qui a déjà fait ici même l'objet d'un article spécial : la *biochimie* (1)

Avant lui, Lavoisier avait montré que la « combustion » du carbone par fixation de

appellent : la mesure du « métabolisme de base ». Les échanges respiratoires président, en effet, à tous les autres, sont la condition de tous les autres. Le visiteur de l'Exposition de la Médecine a pu voir ce qu'est devenu l'appareil de mesure de Lavoisier sous l'impulsion des spécialistes modernes.

Mais si les échanges chimiques utilisés par la vie relevaient uniquement de la « calorimétrie » et finalement de la thermochimie



(Boullitte.)

FIG. 7. — DISPOSITIF POUR MESURER LE « MÉTABOLISME DE BASE »

Le métabolisme de base est devenu l'une des données cliniques les plus instructives. Il consiste dans la mesure de l'énergie physique consommée par l'organisme à partir de l'oxygène respiré et des aliments digérés. Le sujet étant au repos, on mesure le rapport du gaz carbonique (CO₂) expiré à l'oxygène (O₂) inspiré. Suivant l'âge, le poids et l'état du sujet, le métabolisme varie de manière caractéristique.

l'oxygène de l'air (expérience du diamant brûlé en vase clos, qui fut le point de départ de la chimie moderne) devait également s'appliquer à la « respiration ». Il conclut que l'oxydation du carbone de l'organisme était la véritable source de la chaleur animale. Et, plaçant un cobaye dans un calorimètre, Lavoisier détermina (avec Laplace) la *quantité de chaleur* produite par l'animal en fonction de la *quantité d'acidité carbonique* éliminée par l'animal. Par cette expérience princeps, Lavoisier instituait ce que les laboratoires de physiologie moderne

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 242, page 116.

(au sens de Berthelot), on ne comprendrait pas pourquoi nos poumons, « brûlant » du carbone, ne lancent pas des flammes. Or les échanges biochimiques se font à température relativement basse et *constante* chez les *mammifères*. Elle ne dépasse pas 37°5 dans la vie humaine normale.

Le mystère de cette contradiction apparente entre les réactions purement chimiques et les réactions biochimiques est dénoué depuis longtemps par cette seule explication : la *catalyse*. Les échanges biologiques se font, tous sans exception, par l'intermédiaire de « catalyseurs », de « biocataly-

seurs ». (Un catalyseur, en chimie, n'est autre chose qu'un agent permettant à une réaction chimique de s'accomplir à *température moins élevée* que celle qu'il faudrait donner, en son absence, aux corps réagissants.)

Les « biocatalyseurs » les plus subtils, tout récemment découverts, ne sont autres — nous l'avons vu avec M. Gabriel Bertrand — que les « hormones » (1) secrétées par les *glandes endocrines* de l'organisme et les « vitamines » préparées par la vie végétale dans les aliments que nous lui demandons (2). Tel est le point d'aboutissement actuel de la chimie des échanges biologiques : la sécrétion thyroïdienne, par exemple, est le biocatalyseur reconnu comme présidant à l'assimilation du calcium par les os (métabolisme du calcium). Une sécrétion interne du pancréas, l'insuline (découverte de Banting et Best), forme un biocatalyseur essentiel pour le métabolisme du sucre.

Or, c'est Claude Bernard qui, le premier, a soulevé cette immense problème des échanges intérieurs en montrant la fonction que remplit le foie dans le métabolisme du sucre — fonction qu'il partage maintenant avec le pancréas. On est loin de connaître par le

- (1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 301.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 259.

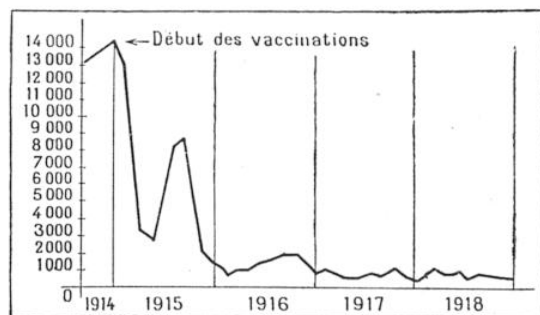


FIG. 8. — LES RÉSULTATS CONCLUANTS DE LA VACCINATION ANTITYPHOÏDIQUE APPLIQUÉE AUX ARMÉES FRANÇAISES (1914-1918)

Le graphique ci-dessus montre en ordonnées la morbidité (nombre de malades) typhoparatyphoïdique dans la zone des armées françaises. L'application, en fin 1914, des vaccins antityphoparatyphique chauffé (Chantemesse-Widal) et antityphoparatyphique atténué à l'éther (Vincent) a fait tomber la morbidité due à la typhoïde dans des proportions considérables.

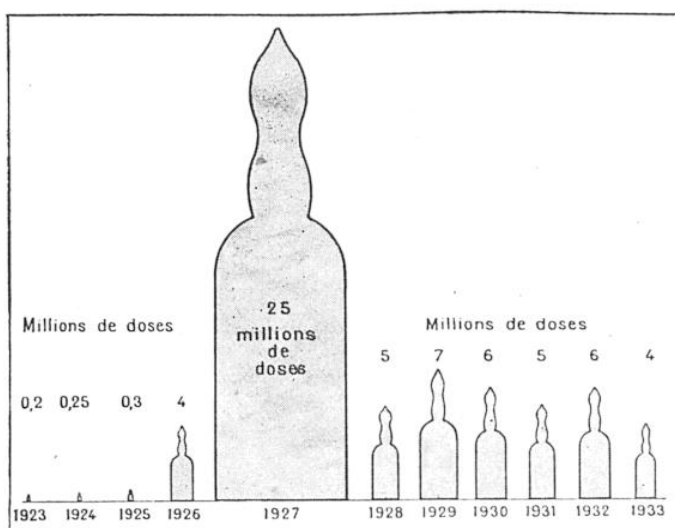


FIG. 9. — L'EMPLOI DU VACCIN CONTRE LE CHOLÉRA S'EST PARTICULIÈREMENT DÉVELOPPÉ EN INDOCHINE

La rangée de flacons ci-dessus montre la quantité utilisée de 1923 à 1933 pour combattre le choléra en Indochine. On remarquera que 1927 coïncide avec une épidémie très intense au cours de laquelle 25 millions de doses furent utilisées.

détail la fonction catalytique de toutes les hormones actuellement identifiées.

Mais, bien avant les hormones et les vitamines, les « diastases » secrétées par les glandes salivaires, l'estomac, l'intestin, apparurent en tant que biocatalyseurs.

Que ceci nous suffise à montrer la justesse de notre point de repère et pourquoi la « section » des maladies de la nutrition, des maladies de l'appareil digestif, du foie, du rein et des glandes endocrines a été placée sous l'égide de Claude Bernard.

Le diagnostic « chimique »

Les découvertes cliniques dont s'orne cette section sont passionnantes.

Il est évident que toute affection pathologique qui vient troubler l'un quelconque de nos organes sécréteurs dans l'accomplissement de sa fonction naturelle dérègle *ipso facto* notre métabolisme. La « biochimie » de nos échanges intérieurs en est bouleversée.

Il faut admirer l'ingéniosité avec laquelle les successeurs de Claude Bernard ont perfectionné l'exploration fonctionnelle du foie en administrant au malade des doses sucrées dont ils recueillaient ensuite les résidus dans les urines (Colrat, Bauer), afin de mesurer différenciellement la fonction glycogénique du foie. On obtient ainsi un graphique (la courbe *glycémique*) permettant de caractériser chaque malade.

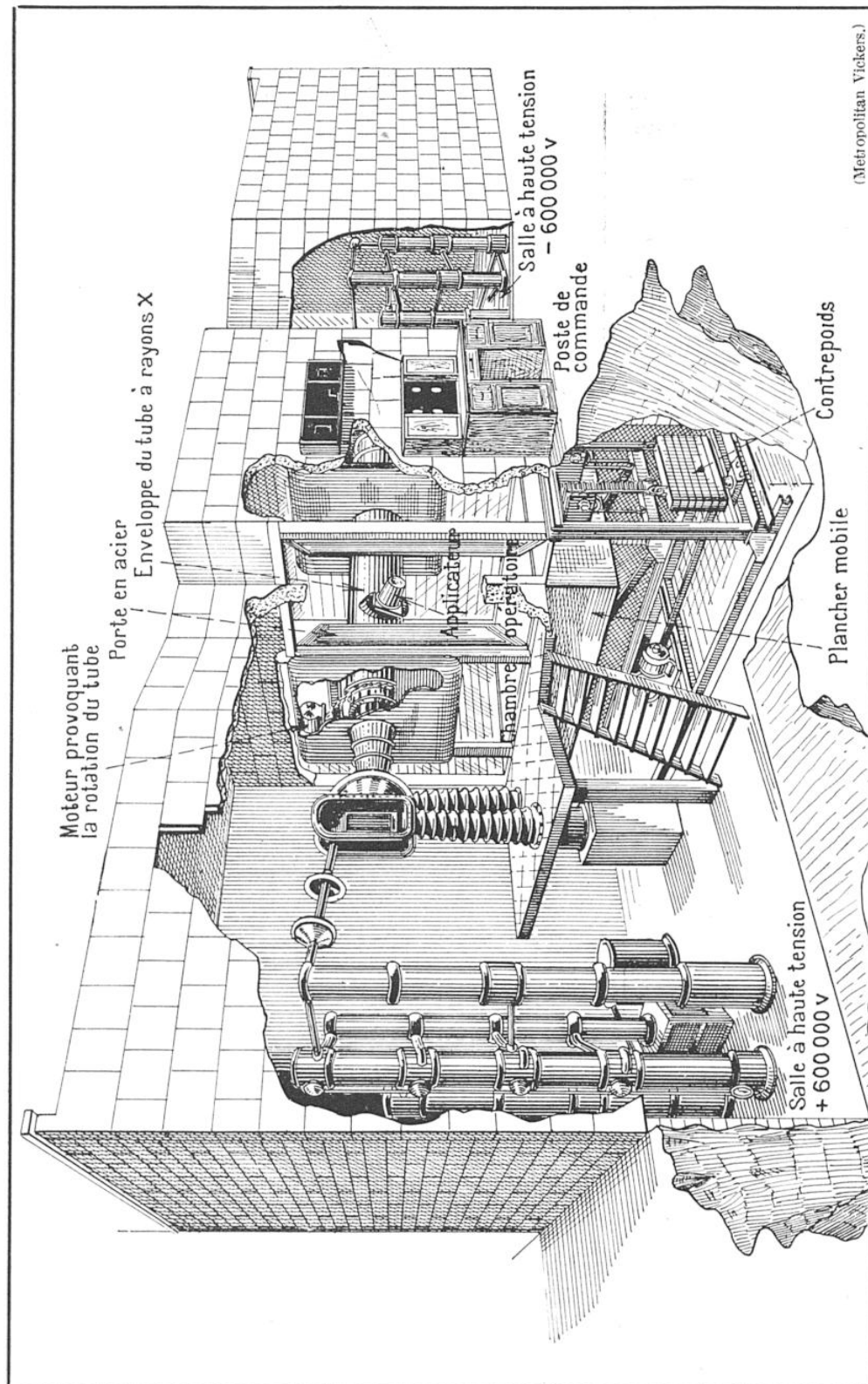


FIG. 10. — ENSEMBLE DE L'INSTALLATION DU PLUS PUISSANT TUBE RADIOLOGIQUE DU MONDE A L'HOPITAL SAINT-BARTHOLOMEW DE LONDRES. Cet équipement occupe tout un corps de bâtiment et comporte, outre la salle d'opération, deux chambres de générateurs à très haute tension (600 000 V) à chaque extrémité du tube, et une cabine de commande d'où l'opérateur surveille, par un jeu de miroirs, le traitement des patients. La cathode émettrice est constituée par six filaments portés par une tête hexagonale; l'anticathode, source de rayons X, est un disque en or refroidi par un courant d'eau.

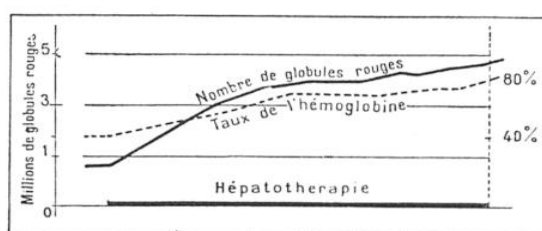


FIG. 11. — TRAITEMENT RATIONNEL DE L'ANÉMIE PERNICIEUSE (HÉPATOTHÉRAPIE) Cette maladie consiste dans l'insuffisance numérique des globules rouges du sang et dans l'abaissement du taux d'hémoglobine de ces globules. On fait absorber au malade (injection ou voie buccale) de l'extrait de foie de veau (hépatothérapie); aussitôt le nombre de globules rouges augmente, ainsi que le taux de l'hémoglobine.

Gilbert mesura, tout de même, la fonction de sécrétion biliaire du foie. Sa fonction uréogénique (maintien du taux normal de l'urée dans le sang), sa fonction chromogogue (rôle du foie dans la traversée des matières colorantes) donnent lieu semblablement à des « mesures ». Que ces exemples nous suffisent pour comprendre comment la mesure, critère de toute science selon Kelvin, est entrée désormais dans la clinique médicale. Le graphique chimique vient s'y inscrire à côté des graphiques physiques indiqués plus haut.

La circulation vasculaire du foie, intimement reliée à la circulation générale sanguine commandée par le cœur, constitue naturellement tout un compartiment spécial de l'hépatologie. En sorte que nous retrouvons ici une liaison évidente entre la physiologie des vaisseaux — dont l'auscultation pulmonaire et cardiaque constitua le premier acte de surveillance médicale — et la fonction des échanges que cette circulation a pour but d'alimenter.

La clinique des reins, de la rate, a donné lieu à des progrès non moins scientifiques.

Mais lorsqu'on songe que, par la sécrétion « adrénalitique » — d'ailleurs complexe — des surrénales et même par ses hormones propres, le fonctionnement cardiaque relève lui-même des sécrétions internes, on ne peut se défendre d'une sorte d'hypnose que provoque sur l'esprit le mystère qui plane, encore si profond, sur ces substances mystérieuses : les « hormones », les « vitamines » (1).

Et voici le nouveau champ d'action du physiologiste : le système nerveux

C'est encore à la chimie de la substance vivante que doit logiquement aboutir l'étude

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 259.

physiologique de notre corps dans son organe le plus subtil : le système nerveux.

L'aide que le physicien apporte au médecin, pour le diagnostic des troubles du système nerveux, est extrêmement mince. Les nerfs ne bougent pas, même au cours des crises épileptiques : il ne saurait être question ici, d'auscultation. Et la radiographie ne peut qu'une chose : révéler un trouble morphologique secondaire, par exemple une tumeur dans le cerveau. On injecte du gaz dans l'encéphale ; puis on radiographie : la tumeur apparaît noir sur blanc.

Pour la moelle épinière, c'est le contraste inverse qu'on utilise. On injecte dans le long canal vertébral une petite quantité de substance opaque aux rayons X ; on la fait cheminer par inclinaison progressive du malade et la lésion apparaît blanc sur noir.

L'analyse chimique du liquide rachidien permet, par contre, « de saisir de véritables signatures propres à telle ou telle maladie ». Ce liquide précipite, par exemple, une suspension colloïdale (de benjoin). A l'état normal, la précipitation se produit à un certain taux. Le liquide rachidien d'un syphilitique donne des précipitations à des taux différents.

Cette relation physico-chimique merveilleuse entre la plus terrible des maladies nerveuses (j'ai nommé la paralysie générale) et la chimie d'une « humeur » particulière constituant, entre autres, le « milieu intérieur » au sein duquel se déroule notre « vie » a donné lieu, du reste, à l'une des plus grandes découvertes thérapeutiques modernes : le traitement par l'inoculation d'une maladie auxiliaire bénigne le paludisme.

Mais nous nous sommes volontairement interdit d'aborder aucune thérapeutique, nous contentant de montrer les relations de

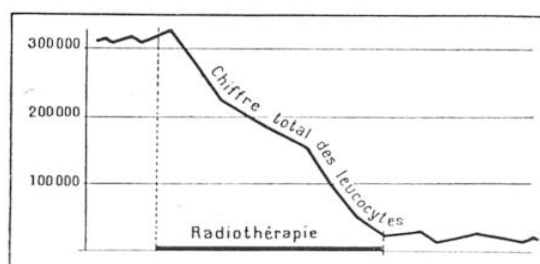


FIG. 12. — TRAITEMENT RATIONNEL DE LA LEUCÉMIE (RADIOTHÉRAPIE)

Il s'agit d'une maladie du sang par excès de globules blancs. Ici, le traitement consiste à appliquer les rayons X. Le graphique montre, en effet, que les globules qui étaient de 300 000 au cm³ tombent à 30 000 environ, ce qui est le taux normal.

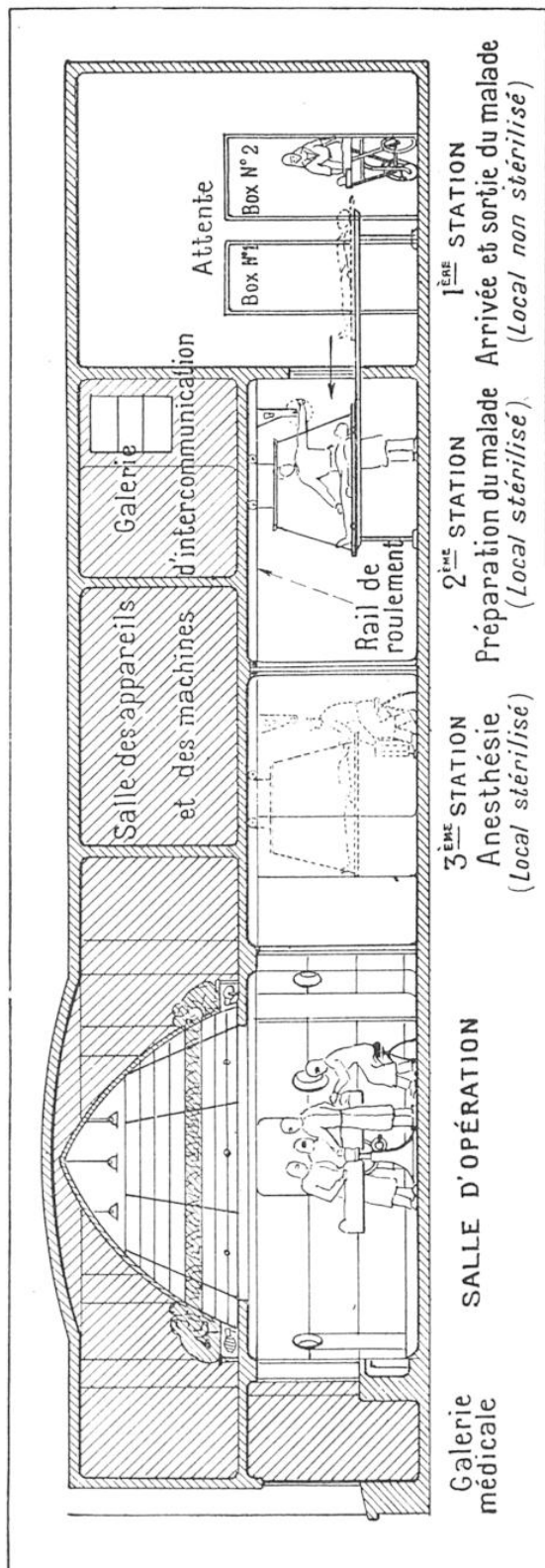


FIG. 13. — VOICI LA PRÉSENTATION SCHEMATIQUE D'UNE SALLE CHIRURGICALE MODERNE

Dans un bloc opératoire moderne, on s'efforce d'éliminer tous les germes infectieux. Pour cela, le malade passe par une succession de vestibules aseptiques qui le conduisent jusqu'à la table où on l'anesthésie, pendant que le chirurgien, déjà lui-même « aseptisé », surveille cette anesthésie à travers une cloison vitrée avant de pénétrer dans la salle d'opération. Celle-ci est alimentée d'air stérilisé (climatisation) et soumise à une pression légèrement supérieure à l'atmosphère. Ainsi, aucun apport d'air ne se produit de l'extérieur à l'intérieur. L'atmosphère reste aseptique.

la Médecine avec les sciences expérimentales actuellement les plus exactes, la Physique et la Chimie. C'est à la Biochimie que nous conduirait donc, encore, l'étude du système nerveux — comme nous avons eu l'occasion de le constater à propos des études déjà publiées ici (1) touchant la physiologie même du nerf.

La microbiologie de Pasteur rénove la Médecine

Il nous reste peu de place pour marquer l'importance du troisième point de repère de la médecine moderne : l'œuvre de Louis Pasteur. Mais celle-ci est aujourd'hui tellement vulgarisée que le lecteur saisira de lui-même cette importance. La section de « microbiologie » de l'Exposition a, du reste, été contrainte de se borner à des tableaux synoptiques.

Pasteur était chimiste, non médecin. Frappé de ce que *l'asparigillus* assimilait l'acide tartrique cristallisé « à gauche » à l'exclusion de ce même acide cristallisé « à droite », il fut conduit à rechercher la clé de ce mystère « biochimique ». Et il découvrit la cause de cette transformation biochimique par excellence : la *fermentation*. Il montra que les fermentations — en particulier cette combustion lente qu'est la transformation du sucre en alcool dans la fermentation produisant le vin et la bière — est l'œuvre de « micro-organismes » unicellulaires, les bactéries, les *microbes*. Et, de ce fait, la médecine a subi une révolution sans précédent.

Pasteur crée le premier « vaccin », celui de la rage — et le seul qui soit « curatif », non préventif.

La « sérothérapie » curative, dont le triomphe fut assuré par sa première application, en 1894, avec le sérum antidiphtérique de Roux, vient dé-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 243, page 217.

velopper l'œuvre médicale de Pasteur. On connaît la suite : les vaccins et les sérums se sont succédé, dans une création ininterrompue. On vaccine aujourd'hui préventivement contre la typhoïde, le choléra, la diphtérie, le tétanos.

Mais les conséquences de la découverte pastoriennne sont si grandes qu'il faut instituer de véritables facultés spécialisées, les *Instituts Pasteur*, pour en assurer le développement. En Afrique du Nord, à Tunis ; en Afrique occidentale, à Dakar ; en Afrique équatoriale ; à Madagascar ; en Indochine, les *Instituts Pasteur* se spécialisent dans la lutte contre les maladies infectieuses locales : le paludisme, les fièvres récurrentes, le bouton d'Orient, le typhus, le trachome, la fièvre ondulante, la peste, la maladie du sommeil sont tenus en respect. Et Calmette a pu écrire que, « sans les découvertes de Pasteur, le développement et l'émancipation des populations indigènes, la mise en valeur de leurs territoires, l'expansion colonisatrice de la France et des autres grandes nations civilisées auraient été impossibles ».

La peste voyageait au moyen âge avec les puces portées par les rats ; la fièvre jaune nous est venue d'Amérique avec un moustique hébergé dans les premières caravelles ; le bouton d'Orient et le Kalaazar voyagent avec d'autres insectes. Qui ne voit que l'aviation, sans l'œuvre préventive des Instituts Pasteur, pouvait être, dans un proche avenir, un moyen terrible de diffusion des maladies exotiques ?

Mais, pour en revenir aux progrès de la Médecine, la sérothérapie issue des travaux de Pasteur a mis les médecins sur la voie d'études dont le dernier mot est loin d'être dit : celles du mécanisme chimique de l'immunité. Les sécrétions microbiennes (toxines) et l'antidote que leur oppose le milieu vivant (antitoxines) constituent aujourd'hui une science en plein essor, une biochimie pathologique.

La chirurgie moderne est née, elle aussi, avec Pasteur

Nous ne dirons qu'un mot en manière de rappel, et par le seul souci d'être complets, des progrès de la chirurgie depuis que, grâce à Pasteur, les chirurgiens connaissent leur pire ennemi : le microbe infectieux.

Avant Pasteur, la fièvre puerpérale était

la terreur des maternités et la « pourriture d'hôpital » affectait toute opération d'une mortalité de 90 %. Aujourd'hui, l'antisepsie des instruments, des pansements, et l'asepsie rigoureuse du champ opératoire réduisent cette mortalité à très peu de chose. C'est Félix Terrier — le maître du professeur Gosset — qui aperçut, dès 1882, la nécessité de substituer l'asepsie à l'antisepsie. Celle-ci était due à Lister. Celle-là découlait des méthodes mêmes de travail que Pasteur utilisait pour ses études dans son laboratoire de l'Ecole Normale, où Terrier vint séjourner. C'est Terrier qui fit pénétrer l'« esprit bactériologique » dans les salles d'opération.

Ce qu'est devenue présentement la salle d'opération modèle, il suffit, pour le comprendre, de voir à l'Exposition le « bloc opératoire » conçu par le professeur Lamberet, de Lille, et qui sera monté incessamment dans la « Cité médicale » de cette ville. On peut dire que l'opération se déroule dans un tabernacle où les germes infectieux ne peuvent avoir aucun accès, dans une atmosphère conditionnée et surpressée, dans une lumière dont les lampes sont hors de la salle, sous les yeux d'étudiants assis autour d'une coupole vitrée hors de tout contact, même aérien, avec le champ de l'opération.

D'autre part, comme les « anesthésiques » ont accompli de leur côté d'immenses progrès depuis 1842, date de leur introduction, comme on sait aujourd'hui appliquer à chaque patient, d'après son idiosyncrasie, un « anesthésique de fond » rigoureusement inoffensif auquel on *superpose* seulement le minimum d'anesthésique toxique et de toxicité minimum, bref, comme la chimie anesthésique assure aujourd'hui contre le choc traumatique ou psychique de son malade, le chirurgien dispose non plus de cinq ou dix minutes, mais d'heures entières, s'il le faut, pour réaliser son opération avec patience et minutie.

Avec la *transfusion sanguine* comme suprême auxiliaire, la chirurgie, née de la « médecine » de Pasteur, touche maintenant à la perfection ou du moins s'en approche.

Sous quelque aspect qu'on envisage la médecine moderne, on la voit comme la plus récente créature de la méthode expérimentale — la seule méthode scientifique. Celle de Laënnec, de Claude Bernard, de Pasteur.

JEAN LABADIÉ.

LA VIE DANGEREUSE DES ÉTOILES

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

L'apparition d'une étoile nouvelle (Nova) constitue l'un des phénomènes les plus curieux et encore aujourd'hui les plus mystérieux du ciel. On admettait, il y a quelques années encore, qu'il s'agissait soit d'une rencontre entre deux étoiles (le calcul des probabilités montre cependant que de telles rencontres ne peuvent être qu'excessivement rares), soit de la pénétration d'un astre dans un nuage cosmique... Aujourd'hui, les astronomes admettent généralement que ce cataclysme procède, au contraire, de causes essentiellement internes. Ce phénomène marquerait donc la rupture de l'équilibre radiatif qui détermine la température et la pression aux différents niveaux de la masse gazeuse. Une « Nova » serait alors une étoile qui s'écarterait de l'évolution normale des astres. En effet, dans certaines conditions assez mal déterminées, une étoile entrant dans une période d'extrême instabilité pourrait passer brusquement (dans un intervalle de quelques mois ou de quelques années, durée négligeable dans la vie d'une étoile) de l'état normal à l'état « dégénéré », c'est-à-dire à celui de « naine blanche ». Alors, la matière qui la compose, réduite aux seuls noyaux atomiques, atteindrait des densités qui nous paraissent invraisemblables comme celle de cette « naine blanche » de la constellation du Lézard dont un centimètre cube amené sur la terre pèserait 35 tonnes ! Peut-être une transmutation spontanée d'éléments légers en éléments lourds se produit-elle dans les couches centrales de l'astre ? Notre soleil, lui aussi, est à la merci d'une semblable catastrophe qui marquerait alors la fin brutale de notre monde terrestre tel que nous le concevons actuellement.

Le cours normal

LY a plus de siècles dans la vie d'une étoile que de secondes dans l'existence humaine. Aussi, les événements s'y succèdent à une échelle très différente ; mais leur cours normal peut être interrompu, comme celui de notre vie, par divers accidents. Ainsi, l'attention des astronomes s'est portée vers un double objet : elle a tenté, tout d'abord, de déterminer le cours normal de la vie stellaire, avant d'étudier les transformations plus brutales qui viennent en précipiter l'évolution. On s'est formé là-dessus, et peu à peu, des idées qui reposent à la fois sur l'observation attentive des phénomènes célestes et sur les dernières acquisitions de la physique atomique. Ces représentations, maintes fois remaniées, ont pris, depuis peu, une forme nouvelle ; mais, avant de l'exposer, je suis contraint de rappeler brièvement le cours normal de l'évolution stellaire.

Il est représenté par la courbe de la figure 1 ; les lettres qui suivent cette courbe, d'allure parabolique, correspondent aux principales désignations de la classification de Harvard, universellement adoptée. On voit qu'une étoile commence son existence visible, c'est-à-dire lumineuse, sous forme d'une

immense bulle de gaz, extraordinairement dilué : c'est la *géante rouge*, dont les types bien connus sont Mira Ceti et Antares. Puis, sous l'action de la gravitation qui attire les molécules vers le centre, l'étoile se contracte, les effets étant ceux d'une compression « adiabatique », c'est-à-dire sans échange notable de chaleur avec l'extérieur ; dans ces conditions, l'étoile s'échauffe par cette compression, sa couleur vire à l'orangé, au jaune, au blanc, puis au bleu, et c'est alors qu'elle atteint le sommet de son ascension thermique, représenté au Ciel par l'éblouissant Algol ; mais ce rayonnement lui enlève de l'énergie, c'est-à-dire de la chaleur, plus que la compression ne lui en apporte, et l'astre, continuant à se contracter, se refroidit ; il repasse en sens inverse par les mêmes colorations, devient une étoile blanche, comme Sirius, puis jaunâtre comme notre Soleil, pour aboutir finalement à l'état de naine rouge. Il faut ajouter que cette diminution de volume s'accompagne d'une réduction de masse, puisque tout le monde accepte aujourd'hui les idées d'Einstein sur l'équivalence de la matière et de l'énergie, d'où il résulte que le rayonnement de l'étoile s'est effectué aux dépens de sa propre substance.

A partir de cet instant, l'étoile se dérobe

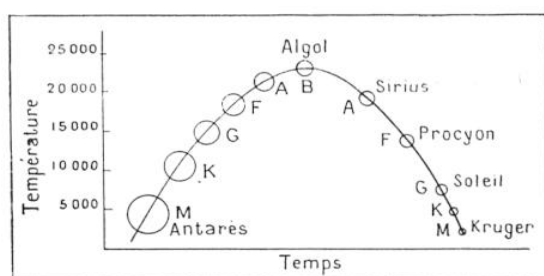


FIG. 1. — GRAPHIQUE REPRÉSENTANT L'ÉVOLUTION RÉGULIÈRE D'UNE ÉTOILE

L'étoile commence son existence visible, c'est-à-dire lumineuse, sous forme d'une immense bulle de gaz (Antarès), puis se contracte en s'échauffant. Sa couleur passe du rouge au jaune, au blanc et au bleu (Algol). Elle se refroidit ensuite jusqu'au rouge et à l'infrarouge (astre mort).

à notre vue, parce que son rayonnement, très diminué en quantité, se réduit à l'infrarouge ; son existence n'est plus connue de nous que par les perturbations qu'elle impose aux mouvements des étoiles voisines. En fait, nous ne possédons que des renseignements très rares sur ces astres morts, et les astronomes ne s'en occupent guère, pour l'excellente raison qu'ils ne disposent encore d'aucun moyen de les étudier.

La première alerte : le diagramme de Russell

Longtemps il fut admis qu'en dehors de rares exceptions la vie des étoiles se déroulait ainsi, suivant, pendant des milliards de siècles, son évolution régulière. Mais la connaissance du Ciel se perfectionnait lentement ; les travaux d'Adams, puis ceux d'Eddington, avaient permis de connaître les distances à la Terre de quelques centaines d'étoiles ; cette mesure, jointe à celle de la grandeur stellaire, détermine leur *grandeur absolue*, c'est-à-dire leur rayonnement global, en les supposant toutes ramenées à la même distance, 33 années de lumière ; en général, on donne la mesure de cette grandeur absolue en la rapportant à celle du Soleil, transporté lui-même fictivement à cette distance. D'ailleurs, on connaît, pour chaque astre, la température de la surface rayonnante, ou photosphère, température qui dépend de sa couleur

ou, plus exactement, de son spectre.

Sur ces données, Russell eut l'idée de construire le graphique que représente notre figure 2, en portant en ordonnées les grandeurs absolues (rapportée à celle du Soleil) et en abscisses les températures correspondantes ; sur ce graphique, chaque étoile est donc représentée par un point. On y constate tout de suite que les neuf dixièmes de ces points sont alignés suivant une direction générale marquée par les lettres *R R' R''* ; cette direction, en forme de V inversé, représente la « grande rue » des étoiles et reproduit, sous une autre forme, la courbe évolutive de la figure 1 qui va des géantes rouges aux naines rouges.

D'autres étoiles, dont on savait alors peu de choses, se disséminent dans d'autres régions du graphique ; mais il existe aussi des *zones interdites*, où aucune étoile ne vient marquer sa position. Ces résultats, qui datent d'une vingtaine d'années, ont été largement confirmés par la suite, et c'est ce qui fait leur intérêt ; plus de six mille étoiles, appartenant à toutes les régions de la Galaxie, ont pris place sur le diagramme de Russell ; aucune d'elles n'a pénétré dans les zones interdites. Il semble donc que ces régions correspondent à des états d'équilibre instable, qui ne sauraient exister un instant sans qu'intervienne une catastrophe stellaire, amenant un nouvel état d'équilibre.

Or, on connaît assez bien les conditions réalisées par les étoiles durant leur vie normale ; ce sont celles de l'équilibre radiatif :

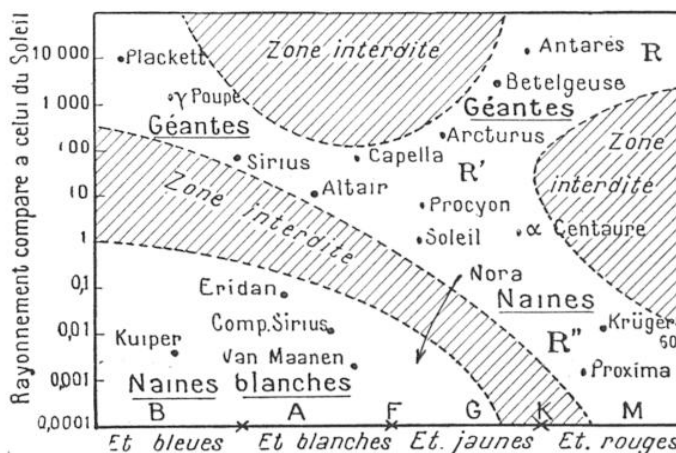


FIG. 2. — RÉPARTITION DES ÉTOILES D'APRÈS RUSSELL. Chaque étoile y est déterminée par son abscisse (température) et son ordonnée (rayonnement, ou grandeur, rapporté à celui du Soleil). On reconnaît en *R R' R''* la courbe (couchée) de la figure 1 ; c'est la « grande rue » des étoiles.

la densité et la température croissent, par couches sphériques concentriques, à mesure qu'on s'enfonce de la surface jusqu'au centre; ainsi, la température du Soleil croît, depuis 6 000°, sur la photosphère, jusqu'à 30 millions de degrés, tandis que la pression passe de 1 dix-millième de nos atmosphères terrestres, jusqu'à quelque 500 millions d'atmosphères, et chacune de ces couches superposées est maintenue en équilibre, comme l'indique la figure 4, sous l'action de trois forces; la première, centripète, est son propre poids, et les deux autres, centrifuges, sont: l'élasticité des couches situées au-dessous et la pression de radiation, due au rayonnement qui traverse la masse gazeuse, de l'intérieur vers l'extérieur. C'est cet équilibre qui détermine la température et la densité à chaque niveau; on obtient ainsi une loi de répartition dont l'étoile ne saurait s'écarter sans qu'adviennent des catastrophes.

A côté de ce type normal, le Ciel nous présente la matière stellaire sous une autre forme: c'est celle que présentent les *naines blanches*, ainsi nommées parce que, malgré leur température élevée, elles rayonnent peu,

ce qui exige que leurs dimensions soient restreintes; autrement dit, leur grandeur absolue est très faible: c'est pour cela que, dans le diagramme de Russell, elles occupent le coin inférieur gauche.

On en connaît aujourd'hui quelques centaines; plusieurs ont pu être étudiées avec précision: ce sont celles qui, associées à une autre étoile, forment un système binaire; dans ce cas, en effet, l'étude des perturbations mutuelles que s'infligent ces deux astres permet de calculer leurs masses; comme, d'autre part, leur rayonnement dépend de leur température et est proportionnel à leur surface, on peut, connaissant le rayonnement et la température (liée à la couleur), en déduire la surface de l'étoile supposée sphérique, d'où on déduit son rayon et son volume; en divisant la masse par le volume, on obtient la densité.

Cette méthode fut appliquée d'abord au compagnon de Sirius (fig. 5), qu'on juge obscur par comparaison avec l'astre principal, 10 000 fois plus éclatant; mais cette obscurité, toute relative, ne tient pas à sa température qui, d'après sa classe spectrale, est

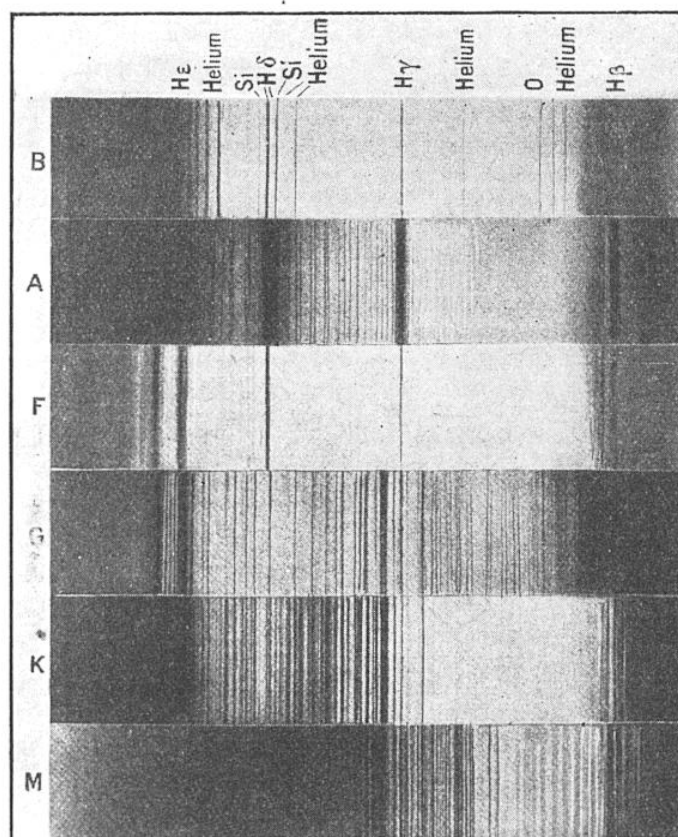


FIG. 3. — LES SIX SPECTRES TYPES QUI PERMETTENT LE CLASSEMENT DES ÉTOILES DANS LES CATÉGORIES GÉNÉRALES B, A, F, G, K ET M

On voit que ces spectres présentent entre eux des différences très accusées, ce qui rend plus facile et plus précis le classement des étoiles que la distinction habituelle en étoiles bleues, blanches, jaunes et rouges. D'après l'intensité de certaines raies, on établit une classification plus serrée. De haut en bas, la température des étoiles (ou plutôt de leurs couches supérieures) décroît, de 30 000° environ à 3 000°. Le spectre de la classe B est celui d'« Alnitam » d'Orion; celui de la classe A est celui de Sirius; pour la classe F, on a choisi « Canopus »; pour G, « Capella »; pour K, « Arcturus », et pour M, « Bételgeuse ». Tous ces spectres s'étendent ici du violet au vert et on y distingue les raies d'un grand nombre d'éléments. Notre Soleil donne un spectre analogue à celui de « Capella », du type G.

de fut appliquée d'abord au compagnon de Sirius (fig. 5), qu'on juge obscur par comparaison avec l'astre principal, 10 000 fois plus éclatant; mais cette obscurité, toute relative, ne tient pas à sa température qui, d'après sa classe spectrale, est

voisine de $8\,000^\circ$, donc supérieure à celle du Soleil ; elle tient à l'exiguïté de ses dimensions, son rayon étant voisin de $20\,000\text{ km}$, donc 35 fois moindre que celui du Soleil, ce qui fait que la surface rayonnante est 1 200 fois plus petite ; son volume est alors 43 000 fois moindre que celui de notre Grand Luminaire, et pourtant sa masse est à peine moindre : elle vaut exactement les 85 centièmes de celle du Soleil ; la densité du compagnon de Sirius doit donc être très supérieure à la densité moyenne solaire, qui vaut 1,41 ; faisant le calcul, on trouve un nombre voisin de 53 000, ce qui veut dire que 1 cm^3 de cette substance, ramené sur notre globe, n'y pèserait pas moins de 53 kg !

Considéré d'abord comme invraisemblable,

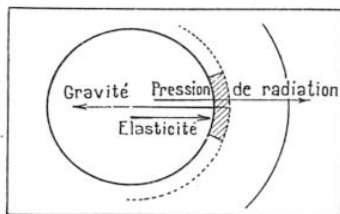


FIG. 4. — ÉQUILIBRE « RADIATIF » D'UNE ÉTOILE

L'astre demeure en équilibre sous l'action combinée de sa gravité, de son élasticité et de la pression de radiation.

ce résultat avait, cependant, reçu une confirmation inattendue : les théories relativistes conduisent à admettre que la lumière, lorsqu'elle passe au voisinage d'une masse pesante (ou, comme on dit,

dans un champ de gravitation), subit une modification qui déplace légèrement sa longueur d'onde vers le rouge ; or ce déplacement a été constaté en 1925 par W.-S. Adams, au télescope du mont Wilson, et on a pu en déduire, pour la densité du compagnon de Sirius, un nombre très voisin de celui auquel on était parvenu précédemment. Cet exemple n'est pas isolé, bien qu'il soit assez exceptionnel qu'on puisse mesurer à la fois la masse et le volume d'une étoile ; mais le record de la densité paraît appartenir à une naine blanche de la constellation du Lézard, étudiée en 1934 par Kuiper : bien que son rayon soit seulement la moitié de rayon terrestre, elle pèse 3 fois plus que le Soleil, ce qui met sa densité au chiffre fantastique de 35 millions ! Un centimètre cube de cette étrange matière pèserait donc 35 tonnes.

De semblables résultats nous sembleraient absurdes si les physiciens ne nous avaient appris qu'ils étaient, au moins théoriquement, concevables. L'atome, tel que nous le connaissons sur la Terre, est un grand espace vide ; la matière est concentrée dans

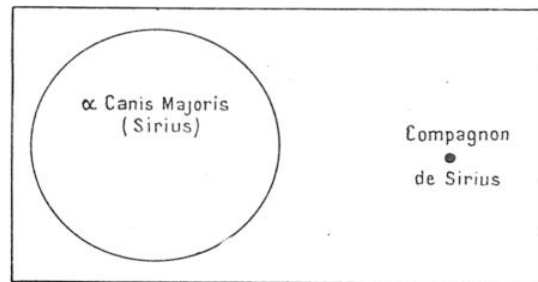


FIG. 5. — LE SYSTÈME BINAIRE FORMÉ PAR SIRIUS ET SON COMPAGNON

Le compagnon de Sirius paraît obscur, car il est 10 000 fois moins éclatant que l'astre lui-même. Cependant, sa température, de $8\,000^\circ$, est supérieure à celle du Soleil, tandis que son volume est 43 000 fois moindre que celui du Soleil. La densité du Compagnon de Sirius est de 53 000 !

le noyau, qui ne tient pas plus de place qu'une mouche dans une cathédrale ; autour de ce noyau circulent, il est vrai, des électrons planétaires, dont chacun n'est guère plus volumineux, et qui peuvent être expulsés, en commençant par les plus extérieurs, qui sont moins solidement attachés au noyau : c'est le phénomène bien connu de l'ionisation ; mais on peut concevoir une élimination totale de ces électrons planétaires, qui réduirait l'atome à son noyau ; la matière, ainsi parvenue à l'état « dégénéré », resterait gazeuse, à cause de la répulsion naturelle des noyaux tous électrisés positivement, c'est-à-dire qu'elle serait plus compressible que les solides et les liquides auxquels nous avons affaire à la surface de notre globe ; sous l'action des pressions formidables qui règnent dans la profondeur des astres, cette matière pourrait donc se réduire en volume

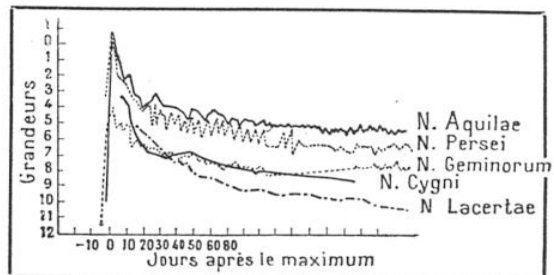


FIG. 6. — COURBES DES VARIATIONS DES GRANDEURS STELLAIRES DE CINQ NOVÆ

L'astre augmente brusquement d'éclat et atteint son maximum en quelques jours ; il n'est pas rare qu'il gagne ainsi 10 magnitudes, c'est-à-dire que son éclat devienne 10 000 fois plus grand. Ensuite, sa grandeur apparente diminue lentement et par saccades, pendant plusieurs mois.

et s'accroître en densité presque au delà de toute limite (1). Tel est, du moins, le point de vue des physiciens, mais je dois ajouter que cette vue de l'esprit n'a été confirmée, au laboratoire, par aucune expérience directe ; on ne saurait s'étonner que l'homme soit impuissant à atteindre les températures et les pressions qui existent dans les étoiles ; mais on ne voit pas d'autre explication possible des étranges propriétés manifestées par les naines blanches.

La catastrophe

Ainsi l'observation nous a fait reconnaître, dans le monde stellaire, l'existence de deux états : l'état *normal* et l'état *dégénéré*. On peut imaginer que ces deux types d'étoiles sont nés et ont évolué séparément, comme deux mondes distincts. Une hypothèse plus séduisante a été formulée par Milne ; elle admet que l'état dégénéré résulte d'une transformation brutale des étoiles normales ; ce phénomène serait précisément celui auquel nous assistons lors de l'apparition des étoiles nouvelles, ou *Novæ*. J'ai déjà consacré une étude à ce troublant phénomène (2), et indiqué les explications qui en avaient été successivement proposées ; toutes, jusqu'ici, attribuaient l'apparition des *Novæ* à une cause extérieure à l'étoile elle-même, rencontre avec une autre étoile ou pénétration dans un nuage cosmique. Pour Milne, et la plupart des astronomes d'aujourd'hui, ce cataclysme procède, au contraire, de causes internes ; il se produit lorsque, au cours de son évolution, l'étoile pénètre dans la zone interdite ; l'équilibre radiatif qui soutient ses

(1) On peut se demander, cependant, comment cette matière réduite aux noyaux peut être lumineuse, puisque la lumière s'explique par les mouvements des électrons planétaires.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 275.

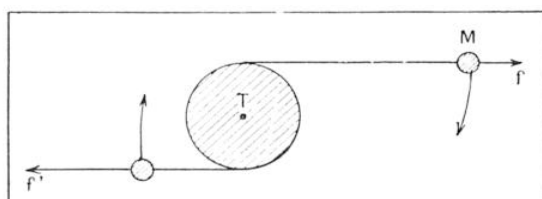


FIG. 7. — COMMENT LE DÉDOUBLEMENT D'UNE ÉTOILE PEUT ÊTRE EXPLIQUÉ PAR LA CONTRACTION DE L'ASTRE

Une masse *M* est lancée de façon que le fil qui la retient s'enroule autour du treuil *T*. Au fur et à mesure que la longueur du fil diminue, la vitesse angulaire s'accroît ainsi que la force centrifuge *f*. De même, la contraction d'un astre accélère sa vitesse de rotation et peut amener son dédoublement.

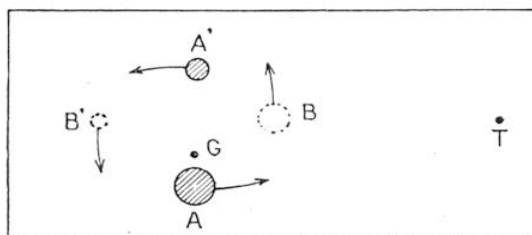


FIG. 8. — PRINCIPE DE LA DÉCOUVERTE DU DÉDOUBLEMENT D'UN SYSTÈME BINAIRE

Le système *AA'* tourne autour de son centre de gravité *G*. Lorsque *A* s'approche de la Terre *T*, ses radiations virent au bleu, tandis que celles de *A'*, qui s'éloigne de *T*, se décalent en sens inverse. Si *A* et *A'* ont le même spectre, les raies paraissent dédoublées, alors qu'elles se recouvrent pour la position *BB'*.

couches concentriques devient alors impossible, et l'astre est contraint à trouver une autre figure d'équilibre. Pour M. Jean Perrin, cette révolution pourrait se produire lorsque, à l'occasion des conflits atomiques, un noyau sorti de son atome viendrait s'unir à d'autres noyaux pour former un atome plus lourd ; il se produirait, de ce fait, un grand dégagement local d'énergie et l'explosion s'étendrait, de proche en proche, à l'astre tout entier, comme dans une poudre où un grain de poudre s'est enflammé par hasard. Ainsi, toutes les étoiles seraient à la merci d'une catastrophe possible ; notre Soleil pourrait aussi bien y passer quelque jour, et cet événement marquerait, subsidiairement, la fin brutale de notre humanité.

S'il est vrai, comme Milne le suppose, que l'apparition des *Novæ* marque la rupture de l'équilibre radiatif, voici comment les choses peuvent se passer. Cette rupture doit se produire, de préférence, dans les régions profondes, où la température est plus élevée et l'équilibre plus tendu ; sous l'action des énormes surpressions produites, l'astre se gonfle et, comme il est à l'état gazeux, son volume s'accroît d'heure en heure ; sa lumière ne change pas de couleur, ce qui prouve que sa surface extérieure, d'où émanent ces radiations, n'a pas été atteinte par la catastrophe des profondeurs, mais l'intensité de cette lumière s'accroît prodigieusement, comme si cette surface était devenue des milliers de fois plus grande.

Le premier stade est rapidement achevé ; au bout de quelques jours, l'éclat de l'étoile diminue lentement, et par saccades, durant plusieurs mois ; mais, en même temps, sa couleur est devenue plus blanche, plus riche en violet et en ultraviolet, c'est-à-dire

que la température s'est accrue ; elle évolue peu à peu vers l'état de nébuleuse planétaire, c'est-à-dire qu'elle prend l'aspect d'un point brillant entouré d'une nébulosité diffuse. Cette transformation s'accompagne d'une progression extraordinairement rapide du nuage cosmique rejeté par l'étoile : en observant la Nova de Persée, de 1901, Max Wolf, puis Ritchey constatèrent, et purent même photographier le déplacement de cette nuée, qui semblait s'effectuer avec une vitesse presque égale à celle de la lumière.

Nous pouvons traduire ces phénomènes, dans l'hypothèse de Milne, en admettant que l'effondrement brutal de l'étoile, libérant tout ou partie des électrons planétaires, a entraîné avec eux une partie de la masse gazeuse, de telle sorte que la nébulosité photographiée par Ritchey serait constituée par un mélange, d'ailleurs très raréfié, d'atomes gazeux avec un grand excès d'électrons libres ; et ce qui reste au centre de cette nébuleuse est un comprimé de noyaux atomiques, porté à une température élevée ; un jour viendra où la nébuleuse planétaire, libérée de son cocon, sera devenue une naine blanche. Cette hypothèse évolutive s'accorde bien avec les faits connus ; mais nous ignorons encore tant de choses sur les événements célestes qu'il serait imprudent de la tenir pour définitive ; c'est seulement une « hypothèse de travail » qui aura maintenant à subir le redoutable contrôle des observations.

Un dernier épisode : le dédoublement stellaire

Parfois, l'aventure ne s'arrête pas là : en mai 1925, une belle Nova apparaissait dans la constellation du Peintre ; après avoir atteint, le 9 juin, la première grandeur, elle rétrograda jusqu'à la dixième et devint une petite étoile blanche visible seulement à la lunette ; en 1928, on s'aperçut qu'elle s'était dédoublée ; en 1929, elle était devenue triple, et, aujourd'hui, elle est quadruple. De même, la Nova Herculis, apparue en 1934, se divisa en 1935 en deux composantes inégales, qui s'éloignèrent rapidement l'une de l'autre : au début, leur distance était égale à 70 fois le diamètre de l'orbite terrestre ; en 1936, elle dépassait le centuple de ce diamètre.

Ce nouvel avatar s'explique sans difficulté par l'accélération de la vitesse de rotation causée elle-même par la contraction brusque de l'astre. L'étoile possède une certaine énergie de rotation, qui se conserve nécessairement dans ses transformations successives ; or, la mécanique nous apprend que

cette énergie dépend de deux facteurs, dont l'un est la vitesse et l'autre le « moment d'inertie », grandeur purement géométrique, qui dépend elle-même de l'éloignement des masses tournantes par rapport à l'axe : un volant possède un grand moment d'inertie parce que sa masse est répartie sur son pourtour ; si elle était concentrée le long de l'axe, le moment se réduirait à presque rien. Si donc l'un des facteurs de l'énergie de rotation vient à diminuer, l'autre devra s'accroître par compensation, et une expérience très simple permettra à chacun de vérifier l'exactitude de cette proposition : on lance un poids M attaché à un fil (fig. 7) de telle façon que, par sa rotation, le fil s'enroule sur un tambour T ; à mesure que la rotation s'effectue, le poids se rapproche de l'axe, son moment d'inertie diminue et, par compensation, sa vitesse angulaire s'accroît, c'est-à-dire qu'il fait plus de tours dans le même temps ; simultanément, la force centrifuge s'accroît, et le fil finirait par se rompre si sa résistance se trouvait insuffisante.

Dès lors, il est aisé d'imaginer ce qui a pu se passer après l'explosion des Novæ, dont je parlais plus haut : en expulsant leurs électrons avec, peut-être, une partie de leurs gaz, elles n'ont perdu qu'une petite partie de leurs masses ; le résidu, formé principalement de noyaux, s'est concentré le long de l'axe, et le rayon s'est réduit à peu près au centième ; le moment d'inertie, qui est proportionnel au carré de ce rayon, est donc devenu 10 000 fois plus faible ; la vitesse angulaire, qui entre également par son carré dans l'expression de l'énergie, est devenue 100 fois plus grande, et la force centrifuge s'est accrue dans le même rapport. Comme cette force agit sur une matière à l'état gazeux, elle n'a même pas eu besoin de la briser ; l'étoile s'est modelée d'après les forces agissantes, la gravitation et la force centrifuge ; l'action de cette dernière, devenue prépondérante, a déterminé des transformations dont Henri Poincaré a précisé, par le calcul, les termes successifs : d'abord ellipsoïde, de plus en plus allongé, se transformant ensuite en ovale dont le petit bout se sépare peu à peu du restant par un étranglement, qui finit par se rompre ; la scission est alors achevée, et la résistance du milieu extérieur, freinant peu à peu le mouvement, a pour effet d'éloigner les deux astres l'un de l'autre. Ceux-ci, lorsque leur mouvement de rotation est trop rapide, peuvent se briser à leur tour ; l'étoile primitive est devenue successivement double, triple, quadruple, et la division peut même être poussée plus

loin : Castor et Thêta d'Orion sont des étoiles sextuples.

Nous tenons là, probablement, l'explication du phénomène constaté pour plusieurs Novæ. Mais il ne semble pas leur être réservé : le Ciel, en effet, est rempli d'étoiles doubles, ou même multiples, liées par la gravitation et tournant en orbites elliptiques autour de leur centre de gravité commun ; la lunette et le télescope ont réussi à dédoubler plus

qu'elle se rapproche ou s'éloigne de l'observateur. Soit, dès lors, un système binaire tournant autour de son centre de gravité G (fig. 8) ; lorsque les deux astres sont dans les positions A et A' , A s'approche de la Terre et ses radiations virent au bleu, tandis que A' s'en éloigne, et ses raies spectrales sont décalées en sens inverse ; si donc A et A' ont même spectre, les raies paraîtront dédoublées ; elles se recouvriront, au con-

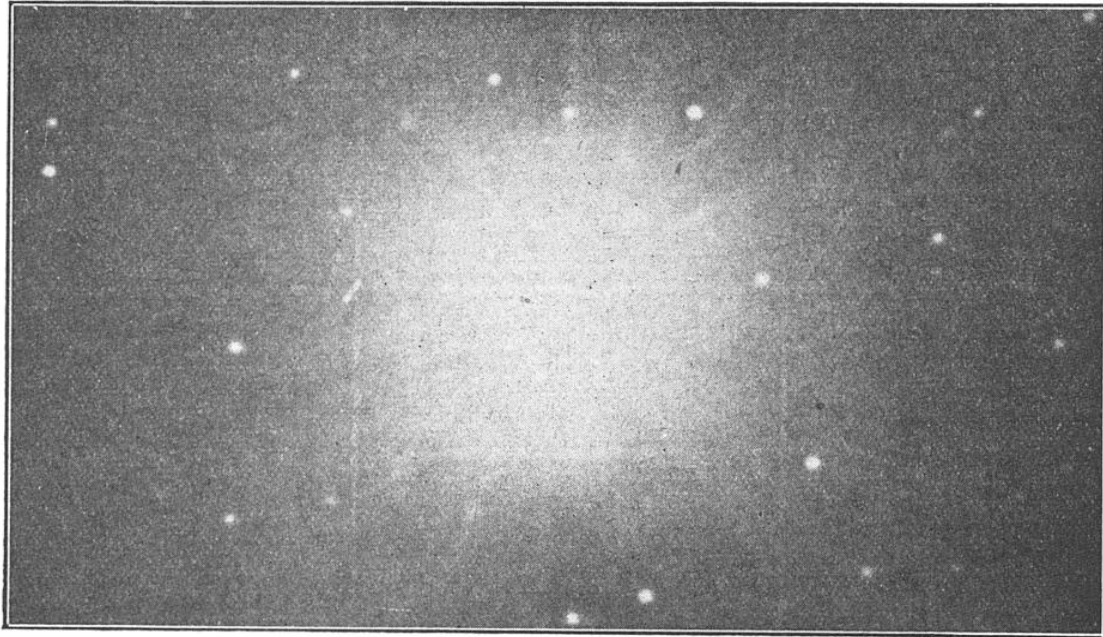


FIG. 9. — PHOTOGRAPHIE DE « NOVA HERCULIS » PRISE, LE 7 JANVIER 1935, PAR M. DE KEROLYR, A LA STATION D'ASTROPHYSIQUE DE FORCALQUIER (HAUTE-PROVENCE)

Cette photographie, qui représente, agrandie 13 fois, l'image originale obtenue, correspond à celle que l'on obtiendrait au foyer d'une lunette de 63 m de longueur. Aujourd'hui, Nova Herculis a considérablement diminué et n'est plus que de l'ordre de grandeur des plus grosses étoiles qui l'entourent sur ce cliché. Ajoutons qu'au cours du cataclysme, elle s'est coupée en deux, de sorte qu'elle apparaît maintenant comme étoile double.

de 20 000 étoiles, qui paraissent simples à l'œil nu, et, pour plusieurs centaines (qui sont les plus rapprochées de nous), on a pu déterminer les éléments de leur orbite. Quant aux étoiles plus éloignées, mais cependant assez lumineuses, on a réussi à en dédoubler un grand nombre par l'emploi du spectroscopie ; c'est Pickering, le premier, qui appliqua cette méthode à l'étoile Mizar, de la Grande Ourse, en constatant que les raies spectrales se dédoublaient périodiquement tous les vingt jours et demi ; et il en donna l'explication en s'appuyant sur l'effet Doppler-Fizeau, d'après lequel la longueur d'onde des radiations émises par une source est décalée vers le bleu ou vers le rouge, suivant

traire, en B et B' , où les vitesses radiales des deux astres sont nulles.

Par cette nouvelle méthode, on a pu encore dédoubler des milliers d'étoiles situées dans toutes les régions de la Galaxie ; 10 % de ces systèmes complexes sont même formés par des étoiles triples, ou multiples : la plus connue des étoiles, la Polaire, est quadruple. Il arrive parfois (c'est le cas de Mizar, cité tout à l'heure) que les deux composantes du système binaire soient identiques en masse, comme égales en température, l'ensemble formant l'équivalent de ce qu'est, dans le monde infiniment petit des atomes, une molécule diatomique d'hydrogène, d'azote ou d'oxygène. Mais, le plus souvent, ces deux

composantes sont différentes : le compagnon de Sirius est 3 fois moins pesant que l'étoile principale et 11 000 fois moins lumineux ; Mira Ceti se compose d'une géante rouge, 400 fois plus large que le Soleil, accompagnée d'une naine blanche dont le diamètre est 10 000 fois moindre ; le cas n'est pas rare où une étoile « normale » est flanquée d'un compagnon « dégénéré » ; c'est là une des plus troublantes énigmes du Ciel étoilé.

Ce que nous savons, en tout cas, c'est que, en réalité, les étoiles sont très fréquemment des systèmes complexes ; sir James Jeans constate que, sur douze étoiles d'éclat supérieur à la première grandeur, sept sont doubles : Capella, Sirius, Alpha du Centaure, Procyon, Rigel, Bételgeuse et Altaïr ; que sur les quinze étoiles de la Grande Ourse, neuf sont doubles ; et il conclut que les systèmes binaires et multiples doivent former au moins la moitié des étoiles de la Galaxie.

En présence de ces résultats, on a été contraint à rejeter l'ancienne hypothèse d'après laquelle les systèmes binaires résulteraient de la capture d'une étoile par une autre passant à proximité ; le calcul des probabilités montre que de telles rencontres doivent être exceptionnelles, et n'ont pu créer, dans tout le firmament, plus d'une vingtaine d'étoiles

doubles. Il faut donc admettre un mécanisme de dédoublement pareil à celui qui nous a expliqué la séparation de certaines Novæ ; on a supposé que toutes les étoiles du firmament n'étaient, en fait, que d'anciennes Novæ, et leur dédoublement s'expliquerait comme celui de Nova Pictoris ou de Nova Herculis ; cette hypothèse paraît aujourd'hui abandonnée ; mais, même s'il n'en est pas ainsi, nous avons vu que, dans leur évolution normale, les astres géants se concentraient progressivement ; leur vitesse de rotation doit donc s'accroître et l'accroissement de la force centrifuge a pu déterminer la division de la masse gazeuse ; le mécanisme serait le même que pour les Novæ, mais il aurait fonctionné moins brutalement.

Assurément, toutes ces explications sont problématiques ; mais nous les préférons encore au néant, et à une confession d'ignorance ; ainsi, nous pouvons prendre à notre compte les paroles que Jean-Jacques Rousseau met dans la bouche du vicaire savoyard : « Le doute sur les choses qu'il nous importe de connaître est un état trop violent pour l'esprit humain ; il n'y résiste pas longtemps, il se décide malgré lui de manière ou d'autre, et il aime mieux se tromper que de ne rien croire. » L. HOULLEVIGUE.

Après huit mois de l'exercice 1937, le déficit de la balance commerciale de la France s'élève à près de 12 milliards, contre à peu près la moitié en 1936 pour la même période. D'autre part, nos achats à l'étranger, évalués en poids, se sont accrus de 7 443 000 t, alors que nos exportations augmentaient seulement de 715 000 t (soit 1 par rapport à 10). Nous vendons une fois plus, mais nous achetons dix fois plus qu'auparavant. Rien que pour le charbon, nos importations ont dépassé 20 milliards de t contre 14,3 en 1936 pendant le même laps de temps, et ceci n'est pas sans contribuer à l'accroissement de déficit de notre balance des comptes. Il ne faut pas perdre de vue que si, en huit mois, la France a dû payer au dehors environ 12 milliards de plus qu'elle ne reçoit, ce sont 12 milliards qui sont définitivement perdus pour notre réserve métallique de la Banque de France (ou pour le stock de devises existant au Fonds d'égalisation). Dans ces conditions, quand on parle de capitaux exportés à l'étranger, il faut se souvenir que, de par notre mauvaise situation économique, nous avons dû « sortir » près de 12 milliards d'or en huit mois, qui n'ont rien à voir avec les manœuvres spéculatives des « déserteurs » du franc. A ce train, en 1937, la réserve de l'Institut d'Emission aura sans doute transféré en douze mois environ 17 milliards d'or et, actuellement, elle ne possède que 56 milliards à peine, soit 37 milliards évalués en francs de 1928 (réserve d'or considérée jadis comme indispensable en cas de guerre et qui ne devait pas descendre au-dessous de 50 milliards (francs de 1928)). Dans le cas où notre balance commerciale ne s'améliorerait pas, il est aisé de calculer le temps qui serait nécessaire pour « épuiser » notre réserve en métal précieux (1) ! « Exporter ou faire faillite », a écrit M. Emile Roche, le 26 octobre dernier !

(1) Pour que nous ne sortions pas d'or, il faudrait que la *balance active des comptes* soit au moins égale à la *balance passive commerciale*.

LE RENDEMENT DE LA VOIX HUMAINE EST, LUI AUSSI, AMÉLIORÉ PAR LA SCIENCE EXPÉRIMENTALE

Par Victor JOUGLA

C'est à l'abbé Rousselot, professeur au Collège de France, que nous devons, pour une large part, la phonétique expérimentale, cette science relevant de la physique des sons « verbaux ». Dès 1885, il fit appel à l'inscription graphique sur cylindre enregistreur pour obtenir une analyse détaillée de toutes les données expérimentales concernant le fonctionnement des organes vocaux lors de l'émission des sons articulés (phonèmes). Aujourd'hui, le phonographe, le film parlant, l'oscillographe cathodique, le spectro-fréquence-mètre fournissent des graphiques d'une précision extrême. On met ainsi en évidence la complexité et la diversité de la répartition des fréquences correspondant à un phonème suivant l'individu qui le profère et même, pour un même individu, d'un instant à l'autre. C'est ce caractère de ne ressembler à aucun instrument d'acoustique physique qui confère essentiellement à l'organe vocal humain ses qualités d'expression et de nuances. En partant de ce point de vue, les savants ont entrepris l'étude scientifique du langage qui intéresse aussi bien le physiologue que le linguiste ou le phonéticien. Le Congrès de la Voix, qui s'est réuni en 1937 à Paris, a mis en évidence toute l'importance que présente l'étude rationnelle du mécanisme d'émission des sons articulés en vue de donner à la voix son plein rendement sonore et cela grâce à l'élimination des positions défectueuses des organes. C'est de ces défauts que proviennent en particulier les accents et « provincialismes » dont la caractéristique principale est précisément d'abaisser le rendement phonétique. Les arts phoniques gagneront à utiliser les enseignements de la science phonétique et, puisque nous avons maintenant un Musée de la Voix (parole et chant), la qualité de la discologie qui l'alimente y gagnera grâce aux lois scientifiques qui doivent conditionner tout enregistrement visant à la perfection.

« La voix humaine, problème insoluble », a écrit le physiologue Bichat.

Ce mot d'un grand savant du dernier siècle suffirait à justifier la convocation, à Paris, à l'occasion de l'Exposition 1937, d'un Congrès universel de la Voix, sous la présidence de l'éminent spécialiste français le docteur A. Wicart.

C'est que le problème de la voix — non pas « insoluble », n'en déplaît à Bichat, mais très difficile — se pose de nos jours avec une acuité d'ordre franchement pratique. Il n'est pas besoin d'une grande attention pour observer que la langue parlée envahit le monde — qu'à la vérité elle a toujours conduit, malgré l'imprimerie qui prétendait vainement l'éclipser. Un discours, en politique, eut toujours plus d'efficacité qu'un livre. Mais, aujourd'hui, la puissance vocale se trouve amplifiée, magnifiée. La voix prend sa revanche sur l'écrit : elle envahit le monde sur tous les plans. Physiquement par radio-diffusion et par téléphone ; moralement par l'obsession des informations parlées ; politiquement par les harangues des chefs

d'Etat, dont la diplomatie se déroule à nouveau, comme au temps de Périclès, sur la place publique. Seulement, grâce à la radio, l'agora coïncide désormais avec la totalité du globe. Et quand le président Roosevelt désire, par exemple, faire savoir à MM. Hitler et Mussolini ce qu'il pense de leurs manifestations oratoires concertées, il fait lui-même un discours à Chicago — un discours à l'usage des cinq continents.

Or, le succès de l'opération dépend de la science avec laquelle l'orateur fait vibrer le « micro ». Et pour obtenir que le micro sonne bien sous sa « voix » (dont il amplifie les défauts, beaucoup plus que les qualités, à une échelle colossale), l'orateur n'a d'autre ressource que de parler, qualitativement, à la perfection. Il peut s'en remettre à l'ingénieur du son pour régler l'intensité de l'émission sonore, et voiler au besoin certains parasites, mais pour la « qualité » de l'émission proprement dite, l'orateur — le « producteur », comme disent les techniciens — ne doit compter que sur lui-même.

La qualité de la voix humaine équivaut

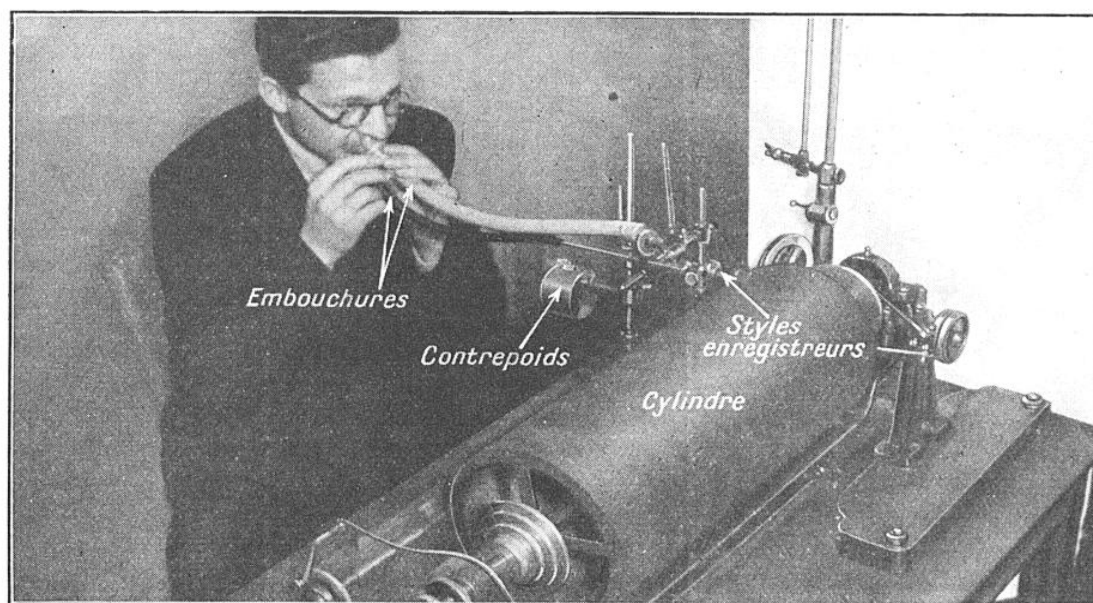


FIG. 1. — L'APPAREIL DE ROUSSELOT POUR L'ÉTUDE DES SONS ARTICULÉS

Cet appareil permet d'enregistrer jusqu'à six phénomènes distincts concernant l'émission d'un « phénomène » donné. C'est ainsi que le souffle du nez est distingué de celui de la bouche. En outre, on inscrit les vibrations du larynx, de la bouche, du nez et celles d'un diapason pour la mesure du temps.

donc actuellement à une véritable force, nullement allégorique *mais réelle*, et que l'on pourrait mesurer par le nombre et les réactions des auditeurs. Pascal a écrit que si le nez de Cléopâtre eût été plus long la face du monde eût été changée ; mais qu'eût-il dit d'analogie à propos de la voix d'un Mussolini, d'un Hitler, laquelle n'intéresse pas seulement un partenaire (comme le nez de Cléopâtre n'intéressait qu'Antoine), mais bien des millions d'hommes ? Quels rôles aurait pu remplir un Briand s'il n'avait été muni de sa fameuse voix de « violoncelle » ?

Sans elle, aurait-il pu constituer neuf ministères?... Et Jaurès, qu'eût-il été sans son organe vocal et son habileté prodigieuse à s'en servir ? Et son adversaire Clemenceau ?..

Sur un plan social plus intime, avez-vous pareillement songé à l'importance des conversations téléphoniques ? De plus en plus, celles-ci suppléent à la lettre et même au télégramme. Or, deux interlocuteurs reliés par fil ne se connaissent que par leur diction et leurs intonations. Ils luttent de tous leurs moyens vocaux pour se persuader mutuellement, pour adoucir ou accentuer

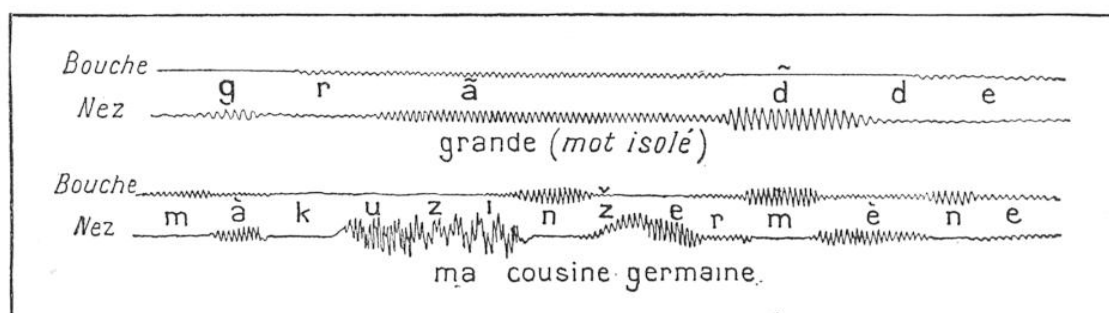


FIG. 2. — DEUX EXEMPLES D'ENREGISTREMENT AU MOYEN DU TAMBOUR DE L'ABBÉ ROUSSELOT MONTRANT L'INFLUENCE DU NEZ ET DE LA BOUCHE SUR L'ARTICULATION DES SONS

On aperçoit combien il est aisé, sur ces enregistrements, de déceler et de mesurer (en amplitude) une mauvaise prononciation. La nasalité donnée par le sujet à l'émission de « and », dans le mot « grande », s'est enregistrée par la forte vibration que l'on aperçoit ci-dessus au dessous de la lettre d.

le sens grammatical de leurs paroles.

Ainsi posé de façon rapide (et sans même insister particulièrement sur son côté artistique, qui va de soi), le problème de la voix humaine ne semble plus devoir être abandonné au hasard, à l'empirisme. Les spécialistes ne pensent plus aujourd'hui comme pensait Bichat. Ils ont abordé résolument l'étude véritablement scientifique de la voix.

Cette étude se résume aujourd'hui en deux sortes de travaux, bien distincts : ceux des « phonéticiens » et ceux des « physiologistes ».

Nous allons en prendre une idée.

La phonétique expérimentale des « linguistes »

La « phonétique expérimentale » est une science qui figure maintenant dans toutes les universités. On pourrait l'intituler : « la physique de la voix. »

C'est à l'abbé Rousselot, professeur au Collège de France, mort en décembre 1924, qu'il faut reconnaître l'honneur d'avoir fondé la phonétique expérimentale. L'abbé Rousselot était « linguiste professionnel », lorsqu'il entendit certain jour, en 1869, dans la Creuse, un ouvrier maçon prononcer en son patois des « phonèmes » singulièrement éclairants pour le rattachement du latin au français auquel s'essayait le jeune savant. A partir de cet instant, Rousselot estime que la phonétique — étude physique des sons verbaux — « doit prendre pour base non des textes morts, mais l'homme vivant et parlant ».

En 1885, date à laquelle l'abbé Rousselot prit contact avec Marey, le phonographe

n'existait pas encore. Aussi le savant linguiste dut-il établir pour son usage un *cylindre enregistreur* sur lequel s'inscrivaient, au stylet, six données expérimentales, concomitantes de l'émission d'un son articulé (phonème). Les mouvements respiratoires, les vibrations du larynx, les résonances de la bouche, les résonances du nez et la mesure du temps (par un diapason de fréquence 200) s'inscrivaient en graphiques.

Vingt ans d'études effectuées par ces méthodes permirent à l'abbé Rousselot de produire, en 1890, sa thèse célèbre : *Les modifications phonétiques du langage, étudiées dans une famille de Celtefrouin (Charente)*. Ce titre concret montre assez que le jeune auteur introduisait enfin, dans la science du langage, l'expérience prise dans sa forme la plus spécifique. « Enfin, s'écriait Michel Bréal, la phonétique, grâce à cette direction toute scientifique, va noter des faits au lieu de noter

des principes à priori. On cessera de faire de la Phonétique à vide... Dans une vingtaine d'années, nos successeurs s'étonneront quand on leur dira qu'il y eut un temps où l'on en raisonnait, où on l'enseignait sans instruments et sans laboratoire. »

Le quart de siècle que Michel Bréal assignait à notre étonnement est dépassé du double. Or, déjà, du temps de l'abbé Rousselot, les parlars de toutes les parties du monde avaient été confrontés. C'est ainsi que les phonéticiens-linguistes ont rencontré chez les Aïnos des îles Aléoutiennes des phonations analogues aux « muettes non

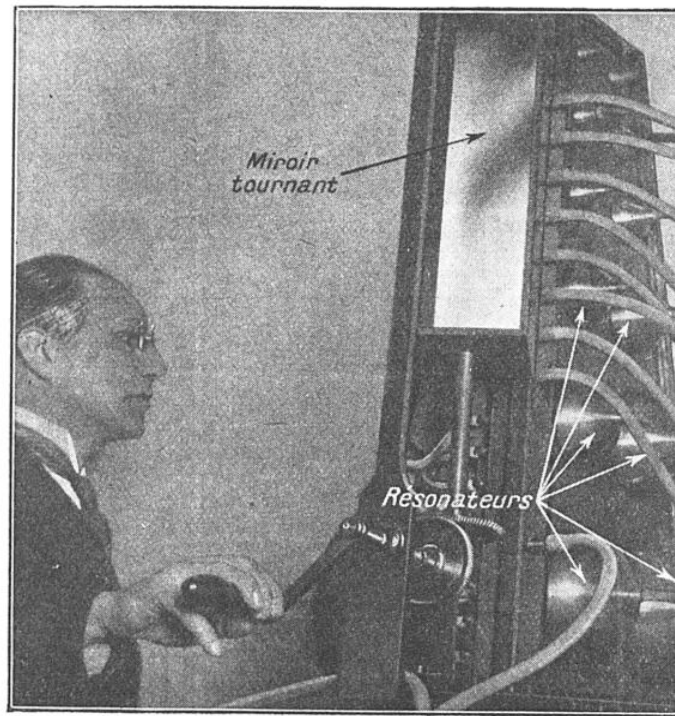


FIG. 3. — ANALYSE D'UN SON COMPLEXE A L'AIDE DES RÉSONATEURS SPHÉRIQUES DE HELMOLTZ

Un tube flexible met en relation chaque sphère avec une capsule manométrique qui règle l'étranglement d'un tube de gaz d'éclairage. Un miroir tournant décèle les oscillations de la flamme.

aspirées » de l'antiquité grecque ! Le malgache a montré des recoupements avec le français ! etc.

La « phonétique expérimentale » ainsi entendue est donc réellement devenue l'étude des langues « vivantes », — car c'est la parole, non l'écriture, qui constitue *la vie* d'une langue. Et la continuation de ces études linguistiques comparées justifie la création du « Musée de la Parole » et de sa « phonothèque » où les spécialistes retrouvent à leur gré, imprimés sur disques, tous les parlers de l'univers.

L'instrument vocal échappe à la physique exacte

Mais, vue de ce biais, la phonétique était guettée par une embûche, dans laquelle elle n'a pas manqué de tomber.

Les phonéticiens de l'école Rousselot ont cru qu'ils pouvaient analyser la voix humaine à la manière des sons que fournissent les instruments de musique, et qu'ils pouvaient, en conséquence, reconstituer artificiellement chacun des phonèmes et des timbres vocaux dans leurs formes standard.

Prolongeant, dans ce sens, les travaux de Helmholtz et de Kœnig, l'abbé Rousselot avait construit des instruments acoustiques destinés à reconstituer les « vibrations caractéristiques » des voyelles et des diphtongues. Un grand râtelier comportant 169 diapasons réglables fut même établi par Kœnig en vue de reproduire par quelques sons « simples » (au sens des acousticiens) toutes les voyelles parlées. Helmholtz avait déjà fait la synthèse de « a », « o » et « é » ; Kœnig avait

tout de même recomposé le « ou » et le « i ». L'abbé Rousselot découvrit enfin une « loi » qui lui permettait de connaître les sons caractéristiques des voyelles et des diphtongues considérées dans tous les dialectes du monde et dans leurs nuances les plus délicates. C'est ainsi que le « â » parisien vibre, selon les mesures de Rousselot, à la fréquence 1812, tandis que le même « â » champenois vibre à 1824 et le gascon à 1836...

Malheureusement pour la logique trop pure de semblables recherches, le phonographe et le film parlant sont venus fournir à leur tour des graphiques d'une richesse imprévue. Des appareils mécaniques amplificateurs permettent de développer en graphiques extrêmement détaillés les mille variations du sillon phonographique gravé. Quant aux dentelures du film parlant, il suffit de les projeter à l'écran pour « visualiser » du même coup les courbes harmoniques des pho-

nèmes les plus nuancés, qui se trouvent ainsi analysés dans leurs moindres détails. Or, il est aisé de se convaincre — comme c'était à prévoir — qu'aucun son articulé, même la voyelle la plus pure énoncée dans la note musicale la plus juste, ne se présentait jamais suivant la même courbe...

Mieux encore. La diversité des graphiques correspondant à un phonème déterminé ne dépend pas de la personnalité du « producteur », c'est-à-dire des particularités de son organe vocal. Un même orateur, un même chanteur s'avèrent incapables de prononcer deux fois de même manière, rigoureusement

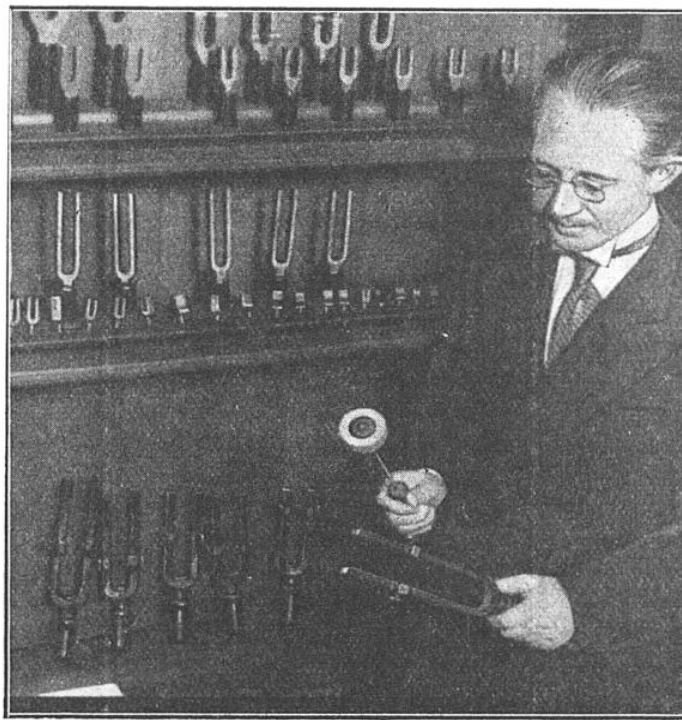


FIG. 4. — LA SYNTHÈSE DES VOYELLES RÉALISÉE PAR LES DIAPASONS RÉGLABLES DE KÖNIG

Le phonéticien choisit, parmi les cent soixante-neuf diapasons méthodiquement classés, ceux dont la mise en vibration simultanée reproduit exactement le « spectre » d'une voyelle.

identiques, les mêmes phonèmes. A chaque émission, le graphique révèle des *harmoniques* et des *variations d'intensité* sensiblement différents.

Cette constatation restitue à l'organe vocal humain son caractère le plus précieux, qui est *de ne ressembler à aucun instrument d'acoustique physique*, simplement parce qu'il est *vivant*. La synthèse de la voix humaine suivant les procédés de l'ancienne phonétique expérimentale est à la voix elle-même ce qu'est un automate au regard d'un individu réellement vivant.

incapables de reproduire le même phonème suivant la même courbe devant l'oscillographe cathodique (qui analyse le courant microphonique avec une précision inimaginable). Très bien. On fera donc répéter, à ce même personnage, dix fois, cent fois le même phonème. Puisque l'oreille « reconnaît » ce son articulé, puisqu'elle « l'identifie », l'instrument de physique le reconnaîtra bien lui aussi ; il décelera l'*invariant*, comme disent les mathématiciens, qui caractérise chaque phonème, fût-il prononcé de mille façons différentes.

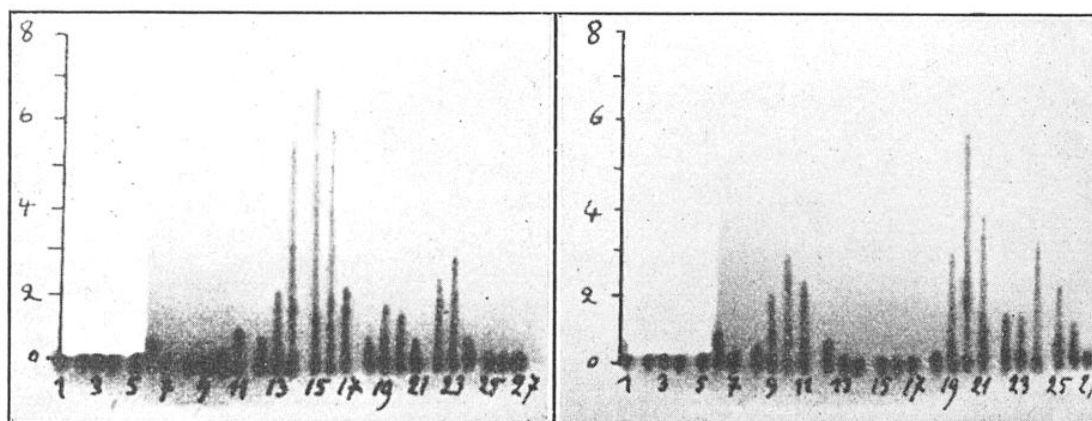


FIG. 5. — SPECTROGRAMMES DE DEUX VOYELLES : « A » ET « I », CHUCHOTÉES

Chacun des points en abscisse correspond à un filtre couvrant un tiers d'octave, l'ensemble s'étendant de 36 à 18 000 cycles. Le trait vertical marque l'intensité des vibrations dans chaque intervalle. On voit que la voyelle *a* chuchotée a sa principale composante correspondant aux filtres 14 à 16, soit de 720 à 1 420 cycles. La voyelle *i* chuchotée a deux composantes principales : entre 225-450 cycles et entre 2 250-4 500 cycles.

Les phonéticiens allemands à la recherche des lois statistiques de la prononciation

Les phonéticiens ont pris acte de cette constatation.

Mais comme ils disposent, dans leurs laboratoires, d'instruments enregistreurs d'une sensibilité prodigieuse, ils n'ont pu se résoudre à abandonner l'étude rationnelle de la voix humaine prise, cette fois, dans son immense diversité. La nouvelle phonétique a, dès ce moment, participé à une évolution dont le caractère est général pour toutes les sciences qui touchent à la vie, — pour la « psychotechnique », par exemple. Elle a renoncé à formuler des « lois » aussi précises que celles auxquelles aspirait l'abbé Rousselot (voir plus haut). Elle a déclaré se contenter d'observations « statistiques », obtenues par l'accumulation des « tests ».

Le même chanteur, le même orateur sont

Effectivement, l'école allemande (professeur Zwirner) a montré que les nombreux graphiques ainsi obtenus sur un même phonème organisaient leurs *fréquences* et leurs *intensités* suivant une courbe moyenne. Cette courbe est d'ailleurs bien connue des statisticiens (ethnographes ou psychotechniciens) : elle n'est autre que la fameuse courbe « en cloche » de Quételet (fig. 6). De même que les conscrits belges (à propos desquels le célèbre mathématicien la découvrit) se groupent numériquement en ordonnées croissantes et décroissantes, parfaitement symétriques en fonction de leurs tailles respectives, de même tous les aspects graphiques d'un même phonème, émis par un même chanteur, aboutissent à un groupement suivant la courbe de Quételet. Les variations d'intensité et de fréquence des divers harmoniques s'écartent symétriquement d'une même ordonnée moyenne.

Reprises sur des « producteurs » différents,

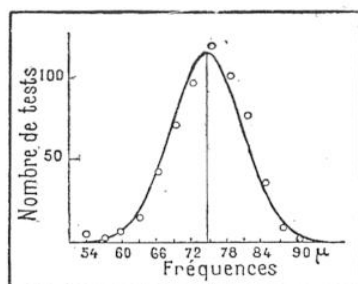


FIG. 6. —
L'EXTREME
RÉGULARITÉ
STATISTIQUE
DES ÉMIS-
SIONS VOCAL-
ES PAR UN
MÊME SUJET
En se référant
aux graphi-
ques relevés à
l'oscillographe

cathodique, on constate qu'aucune émission du même mot, par le même sujet, ne ressemble aux autres. D'où la grande difficulté de formuler une « émission-type ». Mais, par contre, si, pour un grand nombre d'émissions d'un même phonème, on groupe les « fréquences sonores » observées en abscisses et que l'on porte en ordonnées le nombre des tests (expériences) fournissant l'une quelconque de ces fréquences, on obtient la courbe classique de Quételet — courbe en cloche — déjà rencontrée en psychotechnique. L'école allemande pense pouvoir fonder sur de telles courbes statistiques des lois phonétiques rigoureuses.

les émissions se groupent encore suivant des courbes de Quételet. En sorte que, par loi statistique, la phonétique nouvelle pense pouvoir retrouver des lois plus compliquées certes, mais analogues à celles de l'ancienne phonétique.

Aussi bien, avouent les phonéticiens modernes, la question des phonèmes pris en soi n'a pas d'importance majeure. Chaque langue comporte ses sons articulés propres, ouverts ou fermés, longs ou brefs, et leur étude regarde précisément les spécialistes de la linguistique. Les mensurations phonétiques ne doivent avoir d'autre ambition que d'enregistrer les « variantes » de ces phonèmes sans s'occuper de leurs causes (psychologiques, physiologiques ou physiques), qui regardent les linguistes. C'est ainsi que la « phonométrie » peut utilement servir la science du langage.

Il convient donc de distinguer les lois phonétiques du langage de celles de la langue (au sens grammatical). Le langage est chose individuelle ; la langue, chose collective, dépassant l'individu : bref, « objective ». « La phonométrie ainsi comprise ne s'efforce plus de reconstituer le phonème à la manière dont le physicien reconstitue la chute libre des corps d'après les lois de la gravitation. Elle se cantonne dans la description pure. »

La « description » phonométrique ainsi conçue devait aboutir logiquement à caractériser chaque phonème par une mensuration (moyenne) des positions de la lan-

gue (fig. 7), des lèvres et des mâchoires relativement à une figure de référence analogue au trièdre des géomètres. Les phonèmes particuliers qu'utilise chaque langue vivante pourraient alors prétendre à une sorte d'équation caractéristique.

Tout autre est le point de vue de l'école française que représente le docteur Wicart et qui refuse à la phonométrie même cette « objectivité » perfectionnée par les moyennes statistiques. Elle considère que le fonctionnement de l'organe vocal possède un *rendement optimum* à peu près indépendant de la langue étudiée. Qu'il s'agisse de l'arabe ou de l'italien, du français ou de l'allemand, le problème est de se rapprocher autant que possible de cet optimum.

Le docteur Wicart, « ingénieur de la voix... »

L'importance de ce dernier point consiste en ce qu'il dépasse l'intérêt purement théorique pour aborder de plain-pied la pratique courante du langage.

Aucun instrument acoustique ne peut rivaliser avec cet appareil de la phonation qui commence à la base du larynx pour finir aux lèvres. L'œil est un paradoxe vivant pour les opticiens, remarquait Helmholtz. Le mécanisme d'émission des sons articulés ne l'est pas moins pour les physiciens de l'acoustique.

Voici des muscles soutenus par des cartilages recouverts de membranes, évoquant des tubercules végétaux plutôt que des « anches » musicales et, moins encore, des

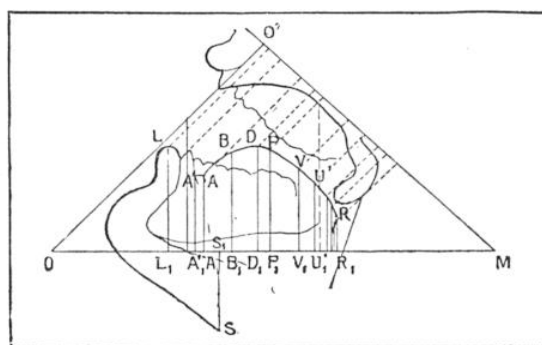


FIG. 7. — LE SYSTÈME DE COORDONNÉES UTILISÉ PAR LES PHONÉTICIENS ALLEMANDS
Dans leur souci de précision, certains phonéticiens de l'école allemande utilisent des repères géométriques rigoureux afin de déterminer les positions relatives de la langue et du palais dans l'émission des sons vocaux. Comme, d'autre part, la technique actuelle de radiographie autorise la cinématographie rapide aux rayons X, il devient possible de mesurer les positions en question au 1/10 de seconde.

« cordes », bien que ce soit « cordes vocales » qu'on nomme ces protubérances.

Ce sont ces espèces de « lèvres », dures et profondes, dont l'écartement et la position relative modulent l'onde sonore, d'une richesse inouïe, lorsqu'un chanteur déploie sa « voix ». Comment une telle magie sonore peut-elle jaillir de ces cavités laryngo-buc-cales, encombrées de glandes, tapissées de muqueuses, meublées d'une langue évoquant un bouchon bien plus qu'un moyen d'expression ?

Il y eut, jadis, la théorie « aérodynamique » du physicien français Savart. Tenant à relier à tout prix la phonation humaine à des phénomènes sonores connus, Savart concevait l'émission sonore de la glotte humaine à la manière d'un « appeau ».

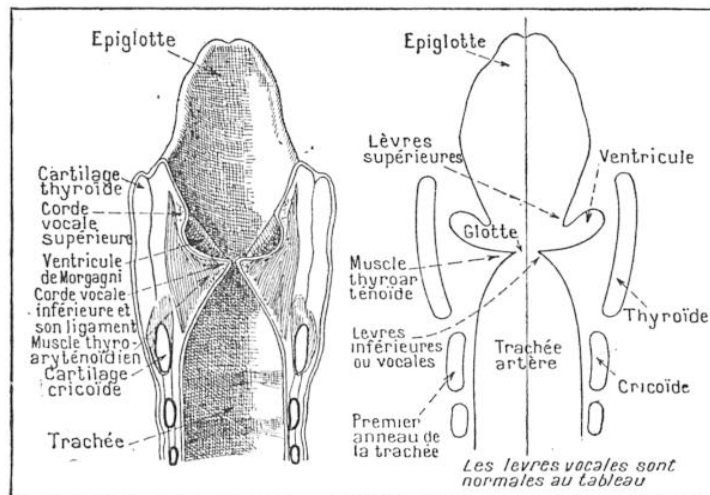


FIG. 8. — L'« INSTRUMENT » DE LA VOIX HUMAINE

A gauche : une coupe du larynx avec l'indication de ses principaux organes. L'air expiré des poumons passe sous pression à travers la glotte, passage étroit constitué par deux « lèvres » cartilagineuses dites cordes vocales, dont le rapprochement et l'écartement sont commandés par divers muscles dont le principal est seul indiqué ici. Une seconde paire de lèvres semblables (fausses cordes) surmonte celles-ci. La glotte est soutenue extérieurement par l'armature du cartilage thyroïde. — A droite : schéma simplifié dessinant de manière géométrique les cavités qui s'offrent à la veine d'air, vibrant à fréquence sonore.

acoustiques défuntes ou encore controversées ; renonçons à savoir si l'appareil vocal humain se rapproche du sifflet ou de l'instrument à anche. En réalité, un seul instrument acoustique moderne nous éclaire sur le mécanisme sonore de la voix. Et ce n'est pas un instrument de musique. C'est le « phonographe ».

Dans le larynx, le souffle modulé par les

L'air emprisonné entre les vraies cordes vocales, profondes, et les « fausses cordes » qui les surmontent donnerait, par ses remous et cyclones, les modulations variées de la voix. En fait, quand l'« appeau » de Savart se réalise dans la glotte en phonation, c'est le « cri » qui en jaillit, — c'est-à-dire la forme la plus animale, la moins musicale de la voix.

N'entrons pas dans le labyrinthe des théories

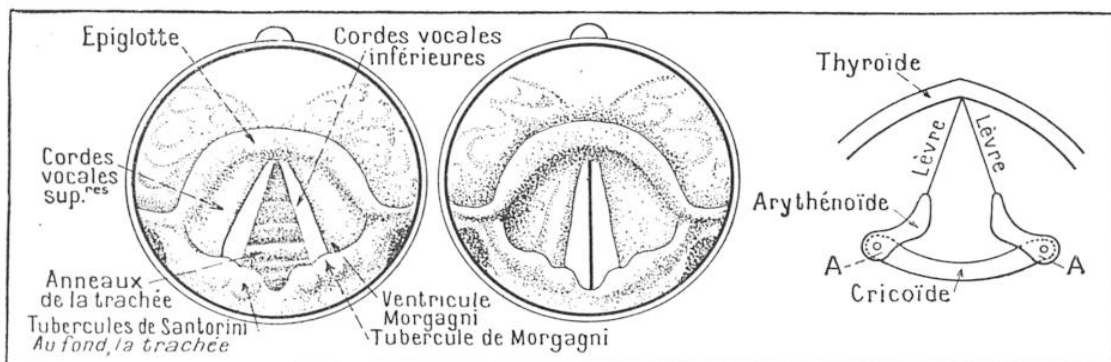


FIG. 9. — LES « CORDES VOCALES » HUMAINES TELLES QU'ELLES APPARAISSENT DANS LE MIROIR DU LARYNGOSCOPE, AU COURS D'UNE ÉMISSION SONORE

A gauche, la phase représentée est celle de la respiration. — Au centre, c'est celle d'une phonation rigide. Ces deux positions sont les deux extrêmes. — A droite, schéma mécanique du fonctionnement des cordes vocales, arc-boutées sur des leviers de rappel, d'après Bouasse.

cordes vocales forme une « onde stationnaire » strictement analogue à celle qui se condense (au sortir du diaphragme) dans l'étroit « col de cygne » du phono. S'il n'avait pas de « pavillon » pour permettre à cette onde stationnaire de développer ses harmoniques, son timbre et son intensité sonore, le phonographe serait impuissant, radicalement. Si l'onde vocale, semblablement, ne disposait pas du « pharynx » qui prolonge le larynx en manière de pavillon, l'onde vocale se réduirait à un son de flûte grêle et terne. Mais, développée par réflexion sur les parois osseuses que lui offrent les vertèbres cervicales d'une part, la voûte palatine d'autre part, l'onde vocale stationnaire se développe — cependant que les cavités du nez et des sinus lui offrent une caisse de résonance.

Si l'on veut que la voix atteigne à son plein rendement sonore, il convient en conséquence que, par l'écartement convenable des mâchoires et la bonne position de la langue, le maximum d'espace soit réservé à son développement acoustique.

La difficulté revient à concilier cette exigence avec les nécessités de l'articulation qu'impose le langage. Pour assurer la prononciation des consonnes, la langue doit se rapprocher des parois réfléchissantes en question : il y a les « gutturales », les « dentales », les « labiales », nous avons tous appris cela. Mais, puisqu'il existe de bonnes et de mauvaises manières de prononcer, puisqu'il existe des « accents » défectueux, des déformations souvent ridicules des « phonèmes » les plus simples, c'est qu'il existe de bonnes et de mauvaises positions des organes de la phonation.

Mais comment distinguer, *métriquement*, les bonnes et les mauvaises phonations ?

Le docteur Wicart répond sans hésiter : la qualité d'une phonation s'évalue au *rendement* sonore, qui est lui-même fonction du volume affecté au développement de l'onde stationnaire initiale dans les cavités supralaryngiennes.

Si l'on « prononce » du gosier (contacts de la langue réalisés dans la partie postérieure du pharynx), le son « guttural » qui résulte de cette mauvaise manière est sourd et sans timbre.

Si, tout au contraire, on prononce toujours de l'« avant » de la bouche, les cavités sonores sont dégagées. Le rendement phonétique est excellent.

Et c'est une illusion de croire que les soi-disant phonèmes « gutturaux » ne peuvent bénéficier de la prononciation opti-

mum ainsi définie. Une magnifique démonstration nous a été donnée par un savant allemand, doublé d'un artiste, M. Clewing, qui chanta de deux manières strictement opposées (la mauvaise et l'excellente) des phrases extraites de Wagner, et même des motifs arabes : il nous montra que l'arabe, langue *sans voyelles*, tout en consonnes, pouvait être chanté avec la même sonorité qu'une phrase italienne où les voyelles sont parfois plus nombreuses que les consonnes.

La rééducation phonétique des masses

La théorie physiologique de la voix selon le docteur Wicart — théorie vivante, esthétique et dynamique tout ensemble — peut donc, tout compte fait, trouver son critérium dans la mesure des « décibels » que fournit un chanteur (ou un orateur) en fonction de sa prononciation.

Les conséquences pratiques d'une telle conception sont immédiates.

Pendant que les linguistes continueront d'utiliser la phonétique expérimentale pour tâcher d'écrire l'histoire naturelle exacte des différents dialectes, les pédagogues — s'ils sont eux-mêmes bien préparés — pourraient enseigner le même « bien parler » dans toutes les écoles d'un même pays : la même méthode appliquée en Auvergne et en Flandre, en Provence et en Normandie, aboutirait enfin à la disparition des accents défectueux. Et l'on s'apercevrait que le parler de la Touraine n'a d'autre cause qu'une phonation de rendement optimum : ce que la Cour de France appelait le langage « noble ». En Allemagne, l'accent guttural du Nord comme les provincialismes de la Forêt Noire s'évanouiraient de même, fondus par exemple dans le musical parler d'Autriche. L'Angleterre corrigerait son mauvais accent de Londres, etc.

Et l'on s'apercevrait que parler, dans ces conditions, devient non seulement plus agréable aux auditeurs, mais beaucoup moins fatigant. Le caractère s'éclaircirait. Les mœurs s'adoucirait par le langage — autant que par la musique. Et celle-ci, d'ailleurs, ne serait pas la dernière à profiter de la nouvelle école de la voix : le cinéma parlant ne connaîtrait plus que des artistes à la voix homogène, telles Grace Moore ou la célèbre Martha Eggerth de *La Symphonie inachevée*.

Les masses seraient enfin rééduquées, « re-sensibilisées » à la belle musique par le haut-parleur qui, pour l'instant, hélas ! est en train d'émousser nos derniers instincts musicaux.

VICTOR JOUGLA.

1937 : ANNÉE DE L'EXPOSITION DES TECHNIQUES, A PARIS

LA PLUS GRANDE ÉTINCELLE ÉLECTRIQUE DU MONDE

Par L.-D. FOURCAULT

La colossale machine électrostatique (1) que MM. Joliot et Lazard ont réalisée pour le Palais de la Découverte produit des séries d'étincelles de décharge, longues de 3 m, entre deux sphères formant les deux pôles, positif et négatif. On a ainsi, sous 5 millions de volts, une reproduction à petite échelle de l'éclair rectiligne, tel que les nuages chargés d'électricité statique le produisent dans le ciel, sous plusieurs centaines de millions de volts.

Les organisateurs du Palais de l'Electricité ont cherché de leur côté à réaliser une décharge électrique spectaculaire, produite en plein air par du courant industriel. Les ingénieurs de la Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité

ont reproduit dans ce but le curieux effet, constaté en laboratoire, de l'étincelle produite par la décharge électrique à haute fréquence. Cette dernière donne une étincelle en effluve,

plus fournie que la décharge électrostatique, et qui a de plus le mérite d'être permanente, c'est-à-dire de rester visible sans interruption pendant les quelques minutes de chaque démonstration.

L'étincelle « entretenue » à haute fréquence est engendrée par un émetteur de radiophonie

Une installation électrique importante est nécessaire pour réaliser une telle décharge « entretenue ». Le générateur à haute fréquence est un poste d'émission radiophonique ordinaire d'une puissance de 250 kW. La longueur d'onde a

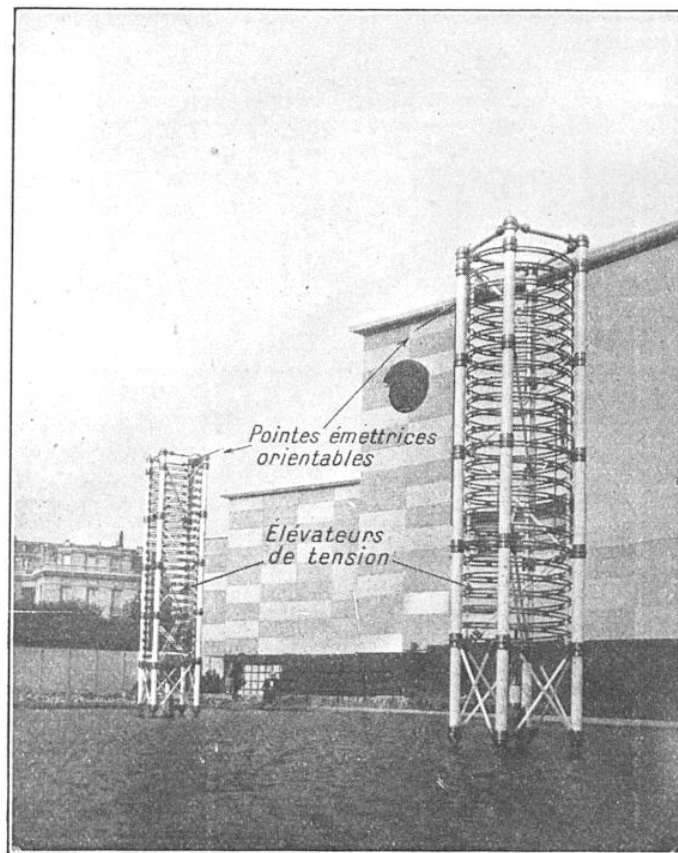


FIG. 1. — ENTRE LES POINTES DE CHARBON, DISTANTES DE 7 M AU SOMMET DES COLONNES ISOLANTES, JAILLIT LA PLUS GRANDE ÉTINCELLE HAUTE FRÉQUENCE DU MONDE. De la pièce d'eau qui s'étend devant le Palais de la Lumière, à l'Exposition de 1937, émergent deux colonnes de matière isolante, maintenant les bobines élévatrices de tension. Les pointes orientables servent à diriger les effluves pour faire jaillir l'étincelle arborescente soit entre chaque pointe et l'eau du bassin, soit entre les deux pointes lorsque la puissance est suffisante.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 279.

été choisie de 187 m, soit 1 620 000 périodes par seconde, car dans cette région de la gamme des fréquences hertziennes il n'existe pas d'émissions de radio. Des précautions spéciales ont d'ailleurs été prises pour éviter de troubler les postes de T. S. F. des environs.

C'est pour ce dernier motif que l'on ne pouvait songer à utiliser le générateur à ondes amorties, plus simple et moins coûteux, qui avait déjà permis à M. d'Arsonval de réaliser une étincelle d'un mètre à l'Exposition de 1900. Mais un essai sommaire a montré que l'on ne pouvait éviter avec ce système des troubles radiophoniques sérieux, que l'on

d'un grand bassin d'eau pour la circulation de refroidissement des lampes d'émission, et ce bassin, en même temps que d'effet décoratif, tient le public à distance de protection des colonnes et pointes d'éclatement, portées à plusieurs millions de volts.

Des circuits résonnant en « quart d'onde » portent la tension des éclateurs à plusieurs millions de volts

Cette tension élevée est obtenue dans les deux bobines extérieures émergeant du bassin qui, reliées à l'étage final, sont montées en opposition et forment circuit résonnant en quart d'onde. Ce dispositif constitue

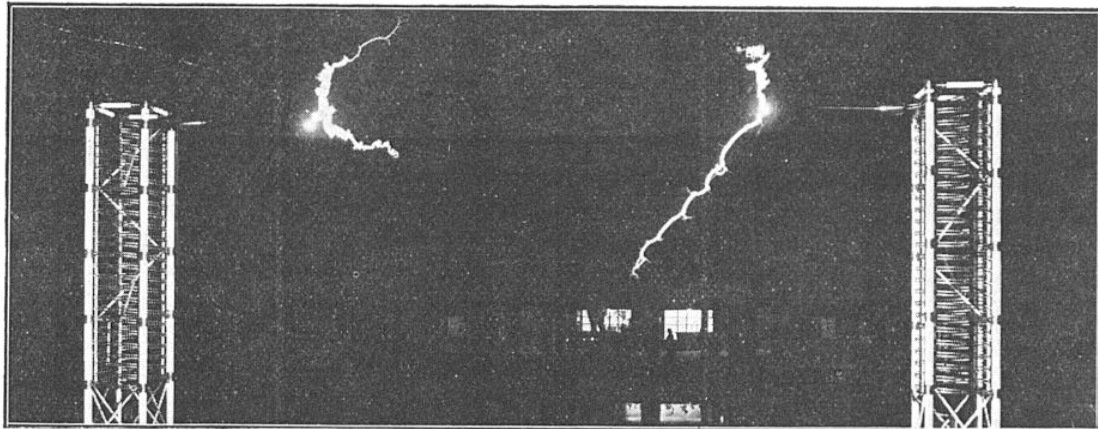


FIG. 2. - L'EFFLUVE A TRÈS HAUTE TENSION TELLE QU'ELLE A PU ÊTRE PHOTOGRAPHIÉE LA NUIT

ne peut admettre aujourd'hui. Aussi le générateur à ondes entretenues adopté ressemble-t-il à un poste émetteur de radiophonie, hormis la modulation, et avec quelques simplifications. L'oscillateur de 400 W, du type classique, n'a pas besoin du dispositif pour stabiliser la longueur d'onde. Cet oscillateur est suivi d'un premier étage de deux lampes à circulation d'eau de 20 kW, et enfin de l'étage final d'émission de deux lampes de 120 kW.

Un redresseur à vapeur de mercure fournit le courant continu à 5 000 V pour les plaques des lampes, tandis que le chauffage des filaments est assuré par une génératrice de 600 A sous 30 V. La polarisation des grilles est fournie par une génératrice de 700 V, accouplée au même moteur que la précédente. On voit qu'une véritable sous-station de transformation a dû être établie dans la vaste salle souterraine qui s'étend entre le Palais de l'Electricité et sa cabine de projection.

Il était nécessaire en outre de disposer

un transformateur, où la tension est minimum à la base, et maximum au sommet. A chacun de ceux-ci est adapté un support porte-charbon allongeable et orientable. On peut ainsi faire jaillir l'étincelle vers l'autre charbon, ou l'orienter vers le miroir d'eau.

En réalité, il se produit donc deux étincelles jaillissant en effluves de chacun des charbons. Le phénomène est, par suite, très différent de « l'éclair » de recombinaison des deux électricités statiques de la machine du Grand Palais. Quoique placée dans des conditions plus défavorables, puisque produite en plein air, l'étincelle haute fréquence est bien plus chaude, plus fournie. Elle est arborescente, généralement fourchue, à deux branches se perdant dans l'air.

Une longueur de 3 à 4 m est souvent atteinte normalement et lorsque, exceptionnellement, les deux étincelles arrivent à remplir l'écartement de 7 m entre les deux supports, on peut voir incontestablement la plus grande étincelle électrique du monde.

L.-D. FOURCAULT.

1937 : ANNÉE DE L'EXPOSITION DES TECHNIQUES, A PARIS

LE PLUS « PUISSANT » PHARE DU MONDE : 500 MILLIONS DE BOUGIES

Par L.-D. FOURCAULT

A l'occasion de l'Exposition de 1937, les Parisiens ont eu la primeur des essais et des premiers éclats du plus puissant phare du monde, installé sur une tour de 24 m de hauteur couronnant le Palais de l'Electricité. Il s'agissait là d'une présentation du système lumineux destiné à être monté sur le grand phare de Créac'h d'Ouessant, en remplacement d'une « lanterne », déjà magnifique, qui fut exposée elle-même à l'admiration des visiteurs de l'Exposition de 1900. D'une puissance lumineuse variant de 20 millions à 30 millions de bougies, selon les besoins, les deux éclats blancs de 1/10 de seconde à intervalles de dix secondes du puissant phare breton guident ainsi, depuis le début du siècle, la

navigation dans les parages dangereux de l'île d'Ouessant, avec une portée normale de 30 milles (55 km), encore efficace à 20 km lorsque la visibilité est médiocre. Mais notre service des phares et balises va réaliser un notable renforcement de cette puissance de signalisation au moyen de la nouvelle tourelle, dont la puissance lumineuse sera plus du double de la précédente.

L'équipement mécanique du nouveau phare

En même temps que l'accroissement de l'intensité et, conséquemment, de la portée lumineuse, on a tenu à réaliser ici une augmentation de la durée des éclats, tout en maintenant la caractéristique de feu à deux

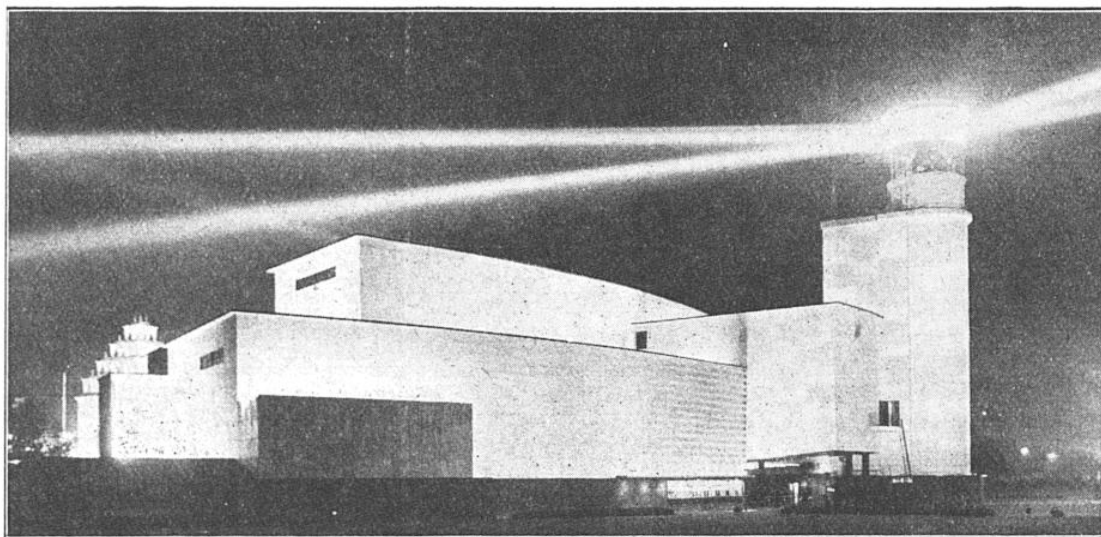


FIG. 1. — VUE DE NUIT DU PHARE DE CRÉAC'H D'OUessant, PROVISOIREMENT INSTALLÉ AU PALAIS DE LA LUMIÈRE DE L'EXPOSITION INTERNATIONALE DE PARIS

Ce phare produit, toutes les 10 secondes, une émission de deux faisceaux espacés de 2 secondes qui doivent être perçus, même par les brumes les plus épaisses, d'une distance de 4,5 km (région dangereuse pour la navigation au large d'Ouessant). La multiplication des faisceaux lumineux a permis de réduire la vitesse de rotation et par suite d'accroître la durée des éclats lumineux.

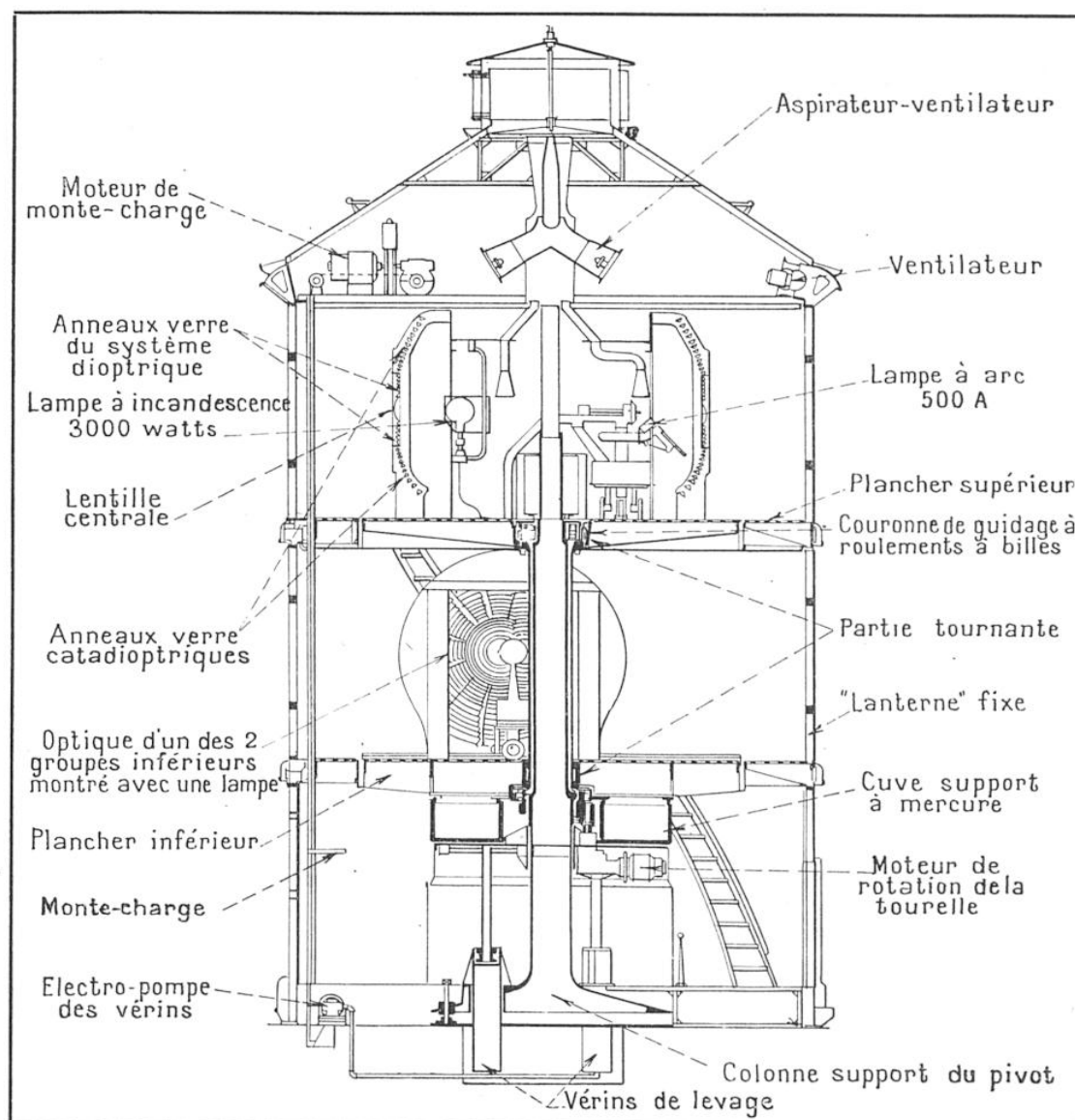


FIG. 2. — COUPE VERTICALE SCHÉMATIQUE DU NOUVEAU PHARE D'OUÉSSANT

Les quatre systèmes optiques du phare sont groupés deux à deux sur deux étages. Les sources lumineuses utilisées sont, soit des lampes à arc de 500 A, soit des lampes à incandescence de 3 000 W. L'ensemble des planchers portant les systèmes optiques tourne sur un flotteur à bain de mercure.

éclats groupés toutes les dix secondes. Pour obtenir ce résultat, on a dû installer quatre lampes à arc de 50 kW chacune. Ces arcs à courant continu, à forte intensité, fournissent une source lumineuse de relativement grande surface (le cratère éclairant couvre la totalité de la section du charbon positif, soit 28 mm de diamètre), ce qui permet d'obtenir des éclats de 2/10 de seconde, plus visibles que les précédents.

La puissance installée, qui était de 2 groupes de 33 ch dans l'ancien phare, est portée à 600 ch dans la nouvelle installation, car il faut desservir à la fois le système éclairant, le moteur assurant la rotation et les quatorze ventilateurs nécessaires pour évacuer la chaleur dégagée, évaluée à plus de 130 000 calories/heure. La puissance de 200 kW pour l'éclairage ne sera d'ailleurs employée que pour les temps de brume. Par

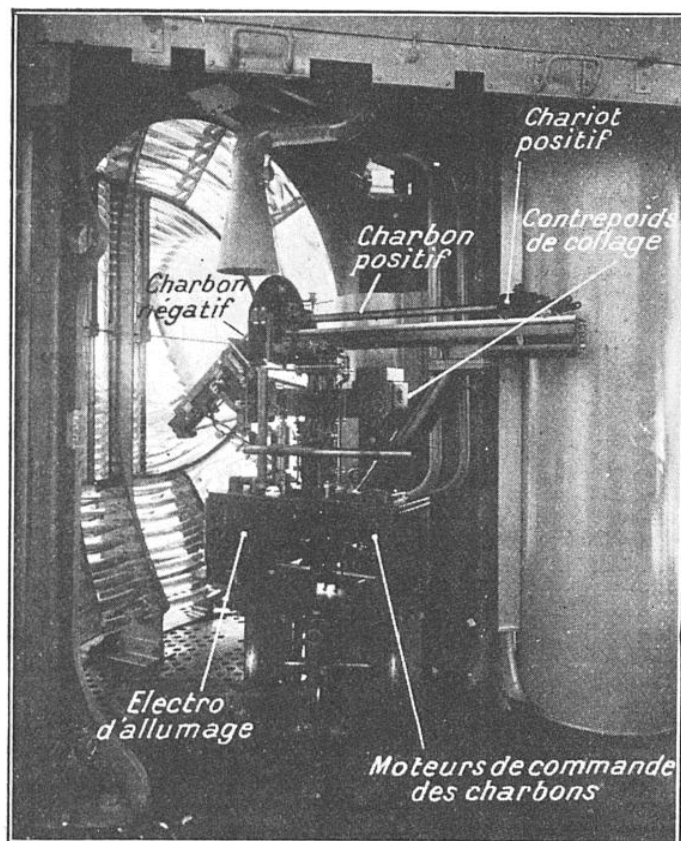


FIG. 3. — UNE OPTIQUE DU PHARE ALIMENTÉE PAR UNE LAMPE À ARC

La lampe à arc de 500 A assure la portée maximum du phare. Elle est utilisée par temps de brume. L'électro d'allumage décolle les électrodes maintenues en contact par un contre-poids et provoque la formation de l'arc. Le réglage de l'écartement des charbons est automatique.

temps clair, on utilisera de simples lampes à incandescence de 3 kW, substituées aux lampes à arc.

Dans une tourelle vitrée, de 13 m de hauteur et 5 m 50 de diamètre, se trouve la lanterne tournante du phare, dont le poids atteint 36 tonnes et qui est supportée par une cuve à mercure. La rotation est commandée par un moteur électrique à engrenages réducteurs, et le guidage assuré au moyen de deux couronnes de roulements à billes. Cette partie mobile comporte

deux étages constitués par deux plateaux en acier coulé, perforés de trous de ventilation. Sous le plateau inférieur se trouvent le moteur assurant la rotation de la tourelle en 40 secondes et un mécanisme de vérins hydrauliques pour son levage.

En « grenier » sont placés les ventilateurs, ou aspirateurs, dont un principal au sommet et douze à la périphérie, et un treuil de monte-charge.

La tourelle du nouveau phare rayonnera 500 millions de bougies

Quant au système optique, il est composé de quatre appareils disposés par deux sur les deux étages tournants, en direction de projection opposée. Par suite des

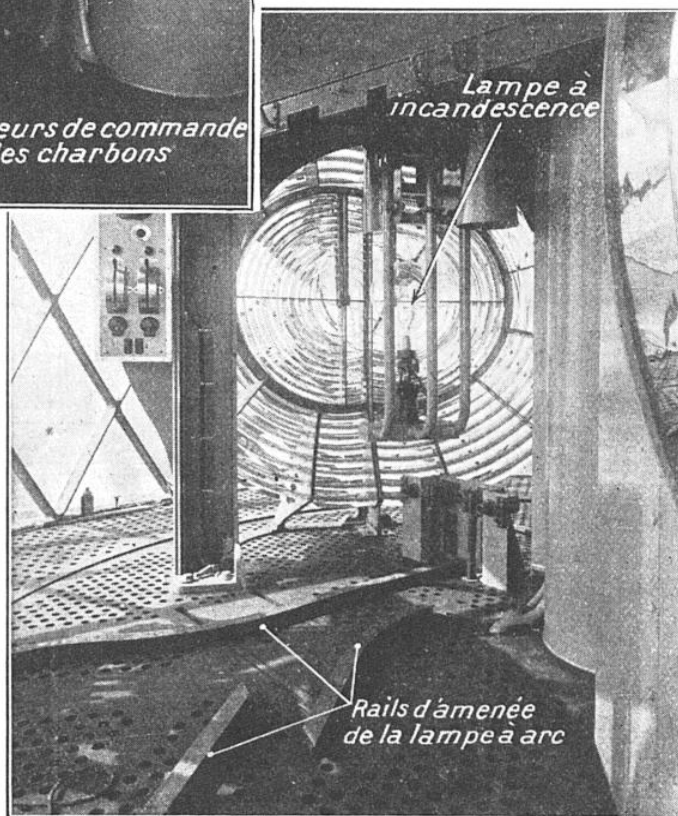


FIG. 4. - PAR TEMPS CLAIR, UNE LAMPE À INCANDESCENCE DE 3 000 WATTS EST SUBSTITUÉE À LA LAMPE À ARC. On aperçoit au fond le système optique double qui produit, avec une seule source lumineuse, les deux faisceaux du signal.

grandes dimensions atteintes, chaque appareil est constitué d'un groupe de deux panneaux, au centre duquel est placée la lampe à arc. Chacun des panneaux, d'une hauteur de 2 m 20, comprend une partie dioptrique, formée d'une lentille centrale et de onze éléments annulaires. Cette partie dioptrique, de 0 m 645 de distance focale et 85° d'ouverture, est intercalée entre seize anneaux catadioptriques, dont huit de « coupole » et huit de couronne inférieure. On sait que ces anneaux, jouant le rôle de prismes à réflexion totale, aident à la concentration du flux lumineux, et par suite à sa meilleure utilisation. La surface utile de verre dans ce phare dépasse ainsi 16 m².

Comme nous l'avons indiqué, l'éclairage puissant du phare est réalisé par des lampes à arc à courant continu, absorbant 500 A sous une tension de 85 V. L'avance des charbons, atteignant 0 m 30 à l'heure pour le positif (1), est réalisée par des petits moteurs dont les rhéostats, ainsi que les divers

(1) En effet, le charbon positif s'use plus que le négatif par suite de l'électrovaporisation (Blondel) résultant des chocs des électrons émis par la cathode qui portent l'anode à l'incandescence.

organes de contrôle, sont commandés d'un pupitre placé en dehors de la cabine. Les lampes à arc sont montées sur des chariots permettant de les déplacer facilement, notamment lorsqu'on met en service à leur place les lampes à incandescence de 3 000 W pour éclairage réduit par temps clair.

L'appareillage électrique est naturellement très important, avec connexions mobiles, pour les quelque 2 000 A à fournir à la partie tournante. Il est aussi très perfectionné, avec les systèmes de régulation et contrôle des arcs nécessaires dans un phare dont tout arrêt risquerait la vie des navigateurs. Même le changement des sources lumineuses peut être effectué, en cas de besoin, sans arrêt complet du phare. Celui-ci est également équipé d'un puissant avertisseur sonore, pour les temps de brume intense, et d'un radio-phare de guidage par T. S. F. On voit que la signalisation de la grande route maritime qui contourne nos rocs de Bretagne va être assurée avec tous les perfectionnements dignes de son importance pour la navigation.

L.-D. FOURCAULT.

Ce sont les circonstances économiques de l'après-guerre qui ont conduit l'Allemagne à l'autarcie actuelle (1) pour assurer son ravitaillement tant bien que mal. En 1914, l'Empire allemand formait une nation plus industrielle qu'agricole, orientée vers la conquête des marchés internationaux (Russie, Chine, Inde, pour ne citer que les plus étendus). En 1919, la République allemande se trouve en présence de marchés restreints ou disparus (U. R. S. S.), et aussi, par suite, de pays antérieurement « clients » devenus à leur tour producteurs (Asie et Amérique du Sud, notamment), par suite, enfin, d'une concurrence plus âpre, parce que mieux organisée, des grandes nations productrices du globe cherchant à écouler leurs produits à une clientèle moins vaste qu'auparavant. A ces conditions défavorables à l'activité industrielle germanique, il faut encore ajouter la perte du minerai de fer lorrain, des potasses alsaciennes, des gisements métallifères silésiens. Tous ces facteurs ont contraint le Reich actuel à sa politique autarcique, précisément à une époque où le « libre-échange » de 1914 (si conforme aux intérêts de l'expansion de l'industrie allemande) s'effondrait (2) devant les barrières douanières et les contingentements ! Comprimée à l'intérieur de son territoire « surindustrialisé » renfermant près de 70 millions d'habitants à nourrir, l'Allemagne contemporaine se trouve en présence de problèmes économiques particulièrement difficiles à résoudre et qui doivent conditionner sa politique, aussi bien à l'intérieur (substitution de produits synthétiques (3), initiatives de troc, rationnement pour les denrées), qu'à l'extérieur (revendications de matières premières, de colonies). Ceci explique les déclarations des autorités d'Empire en vue de faire comprendre au peuple allemand les raisons impérieuses qui déterminent les restrictions dont il souffre et qu'il pourrait un jour supporter moins passivement.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 249. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 242, page 241. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 414, n° 231, page 218.

LA TRANSMUTATION DE LA MATIÈRE N'EST PLUS UN RÊVE D'ALCHIMISTE !

Par Jean BODET

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

Il y a une dizaine d'années — à peine — l'étude expérimentale de l'atome portait presque exclusivement sur la nuée d'électrons qui entoure le noyau central et qui détermine à peu près toutes les propriétés chimiques, optiques, magnétiques des différents corps simples. Aujourd'hui, le problème de la constitution intime de la matière ne peut être considéré comme entièrement résolu. Il ne le sera sans doute jamais, mais les principales difficultés résident maintenant dans le noyau même. Le grand physicien anglais Rutherford, qui vient de disparaître, a été le premier, en 1919, capable de désintégrer au laboratoire un noyau atomique (celui de l'azote) pour obtenir un autre élément : l'oxygène. Depuis cette date mémorable, grâce aux perfectionnements des techniques de la haute tension, plus de cent cinquante transmutations ont pu être ainsi réalisées au laboratoire. Certaines donnent naissance à des éléments nouveaux, inconnus jusqu'ici sur la terre et doués de radioactivité artificielle, dont la découverte a valu à M. F. et M^{me} I. Joliot-Curie le prix Nobel de Chimie en 1935 (1). Aujourd'hui, le physicien dispose, avec les protons et deutons « accélérés » sous plusieurs millions de volts et avec les neutrons « rapides » ou « ralentis » artificiellement, de moyens efficaces pour poursuivre l'étude expérimentale du noyau de l'atome. Les conquêtes de la physique dans le domaine des électrons planétaires ont élargi — considérablement — nos bases scientifiques et donné naissance à de nouvelles théories philosophiques sur lesquelles est édifiée la connaissance du monde moderne. Il en sera sans doute de même à la suite des découvertes concernant les phénomènes de transmutation de la matière.

DANS tous les objets qui nous sont familiers et que le commun des mortels a coutume de distinguer d'après leur forme, leur couleur, leur consistance, — laquelle peut aller de la fluidité d'un gaz à la dureté du diamant, — le physicien moderne ne voit plus, à l'échelle atomique, qu'une multitude de petites charges électriques lancées dans tous les sens avec une vitesse inimaginable. « Ma table, a dit le célèbre astronome anglais Eddington, au lieu d'être une substance solide, ressemble plutôt à un essaim de moucheron. » Ce sont même des moucheron extraordinairement petits par rapport aux distances qui les séparent de leurs voisins les plus proches. Gaz, liquides ou solides, toutes les substances, même les plus denses que nous connaissons, apparaissent à l'échelle atomique remarquablement vides de matière, puisque celle-ci n'est représentée que par les particules elles-mêmes. M. Joliot a pu ainsi montrer que si quelque puissant génie comprimait le corps d'un homme jusqu'à amener au contact les unes des autres toutes ces particules, il obtiendrait une boulette si petite qu'on l'observerait difficilement au microscope.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 208, page 281.

Mais ce qu'il y a de plus remarquable et ce qui démontre la profonde unité de tout notre Univers, c'est que, quelle que soit la substance considérée, corps simple ou composé, pris sur la terre ou dans les nébuleuses les plus lointaines, toutes les particules élémentaires sont de même nature, ou plutôt peuvent se ramener à un nombre de types très réduit. Les différences que nous observons à l'échelle microscopique proviennent de la manière dont elles sont groupées pour former les atomes des corps simples, de celle dont les atomes sont combinés entre eux pour édifier les molécules des composés chimiques, de celle enfin dont ces molécules sont disposées pour constituer l'infinie variété des substances naturelles ou artificielles.

Les constituants ultimes de la matière : électrons, protons, neutrons

Il y a seulement quelques années, les physiciens pouvaient concevoir l'univers (tous les rayonnements mis à part) comme composé uniquement de deux sortes de particules élémentaires : les électrons négatifs et les protons, grains d'électricité positive, pesant 1 847 fois plus que les premiers.

Mais de nouvelles découvertes sont venues remettre en question cette simplification par trop admirable et allonger la liste, provisoirement espère-t-on. A l'électron négatif et au proton, il faut ajouter aujourd'hui l'électron positif, de même poids que l'électron négatif, mais de charge contraire, et le neutron qui pèse à peu près autant que le proton mais qui est électriquement neutre. Après cette énumération, le physicien prudent ajoutera avec Eddington « sauf erreurs et omissions » et considérera ces diverses entités comme effectuant un stage jusqu'à ce que les progrès de la physique aient montré si, oui ou non, il est possible de concevoir l'une d'elles comme une combinaison des autres. C'est ainsi qu'actuellement on s'efforce de ramener l'un à l'autre le neutron et le proton sans qu'on ait pu, jusqu'à présent, trouver d'argument décisif pour décerner à l'un ou à l'autre le titre de particule élémentaire. En outre, les expérimentateurs s'attendent de jour en jour à découvrir une particule nouvelle prévue par d'audacieux théoriciens : le *neutrino*. Ce dernier pèserait infiniment moins que l'électron, c'est-à-dire à peu près rien et

n'aurait pas de charge non plus. Cette absence de propriétés n'est pas faite pour faciliter sa recherche.

Mais revenons à la constitution des atomes dont la représentation approchée la plus

commode est celle de l'atome de Bohr, bien connu des lecteurs de *La Science et la Vie* et dont nous ne rappellerons que les dispositions essentielles. Au centre, comme un soleil en miniature, le noyau où est concentrée la presque totalité de la masse. On considère aujourd'hui ce noyau comme formé exclusivement de protons et de neutrons. Il porte donc autant de charges positives qu'il contient de protons, et comme l'atome à l'état normal (non ionisé) est électriquement neutre, il faut le compléter par un nombre égal d'électrons négatifs, dits « planétaires », parce qu'ils tournent autour du noyau central sur un certain nombre d'orbites bien déterminées.

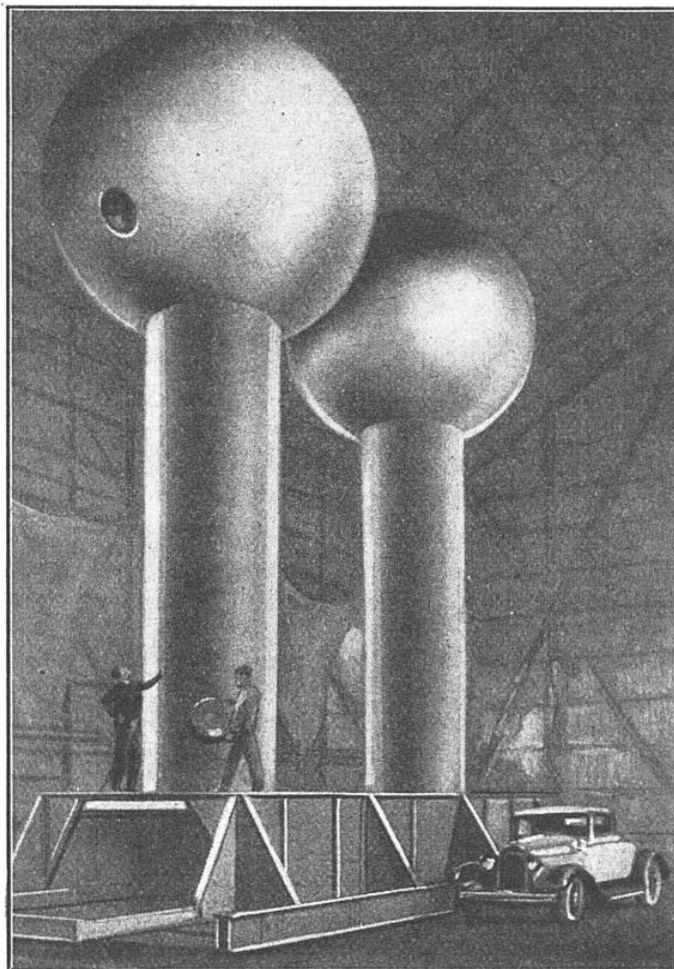


FIG. 1. — LE GÉNÉRATEUR ÉLECTROSTATIQUE A 10 MILLIONS DE VOLTS, TYPE VAN DE GRAAFF, DE LA STATION DE RECHERCHES DE ROUND HILL (ÉTATS-UNIS)

Les deux sphères d'aluminium de 4 m 50 de diamètre, perchées à 13 m de hauteur sur des colonnes en matière isolante, sont chargées par l'intermédiaire de courroies de papier se déplaçant à la vitesse de 1 700 m/mn à l'intérieur des colonnes. Le débit de cette machine électrostatique est de 350 microampères.

Comment on passe d'un élément à un autre élément par transmutation

Les propriétés chimiques, optiques et magnétiques qui caractérisent les atomes des quatre-vingt-douze corps simples que les chimistes ont immatriculés, et qu'a

classés Mendeleïeff, sont déterminées par la structure de leur système d'électrons planétaires. Il est relativement aisé de modifier ce système en détachant quelques électrons, en particulier ceux qui sont le plus éloignés du noyau et qui sont par conséquent moins fortement attirés par lui. L'atome est alors *ionisé* sans être profondément modifié, car il complète sa couronne d'électrons dès que la cause d'ionisation cesse.

Au contraire, on aura réalisé une véritable transmutation lorsqu'on sera parvenu à changer la composition du noyau en protons, puisque c'est leur nombre qui caractérise l'élément. Une telle opération est très difficile à réaliser. En effet, d'une part, le noyau est de dimensions très réduites (10^{-13} cm) et les effets d'un bombardement de particules sur une cible aussi petite sont peu sensibles; d'autre part, étant chargé positivement, il se trouve protégé par une formidable « barrière de potentiel » que seules les particules électrisées douées d'une très grande vitesse peuvent franchir. Pour obtenir ces très grandes vitesses, les laboratoires de physique atomique du monde entier ont dû mettre au point un appareillage spécial mettant en œuvre des tensions allant de 500 000 à 10 millions de volts et plus. Disons tout de suite qu'il est une catégorie de particules pour lesquelles la « barrière de potentiel » ne protège pas le noyau : c'est le neutron, qui est électriquement neutre. Grâce à lui, de nombreuses transmutations ont pu être effectuées. Nous en parlerons tout à l'heure.

La découverte de la radioactivité par Becquerel, en 1896, a fourni les premières indications sur la constitution des noyaux atomiques. Il s'agit là d'une véritable transmutation naturelle, mais qui ne se manifeste d'une manière sensible que chez quelques éléments lourds, d'autres éléments, comme le potassium, étant eux aussi radioactifs, mais très faiblement. Utilisant les

particules émises lors des décompositions radioactives, Rutherford parvint en 1919 à réaliser la première transmutation semi-artificielle : des noyaux d'azote bombardés par des particules α (noyaux d'hélium) sont démolis, expulsent des protons et se transforment en noyaux d'oxygène. Enfin, c'est à Cockroft et Walton que revient l'honneur d'avoir effectué, en 1932, la première transmutation vraiment artificielle, en entendant par là que le jet de particules qui

sert au bombardement est produit artificiellement. Ces projectiles sont, en principe, des ions positifs, protons (noyaux d'hydrogène) ou deutons (noyaux d'hydrogène lourd) (1), produits dans un tube à décharge et auxquels on communique une énergie cinétique assez grande pour atteindre les noyaux, en accélérant leur mouvement dans le vide par l'action d'une différence de potentiel très élevée. Pour réaliser ces différences de potentiel, qui peuvent atteindre plusieurs millions de volts, un certain nombre de procédés peuvent être mis en œuvre, dont nous allons succinctement décrire les principaux.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 202, page 346,

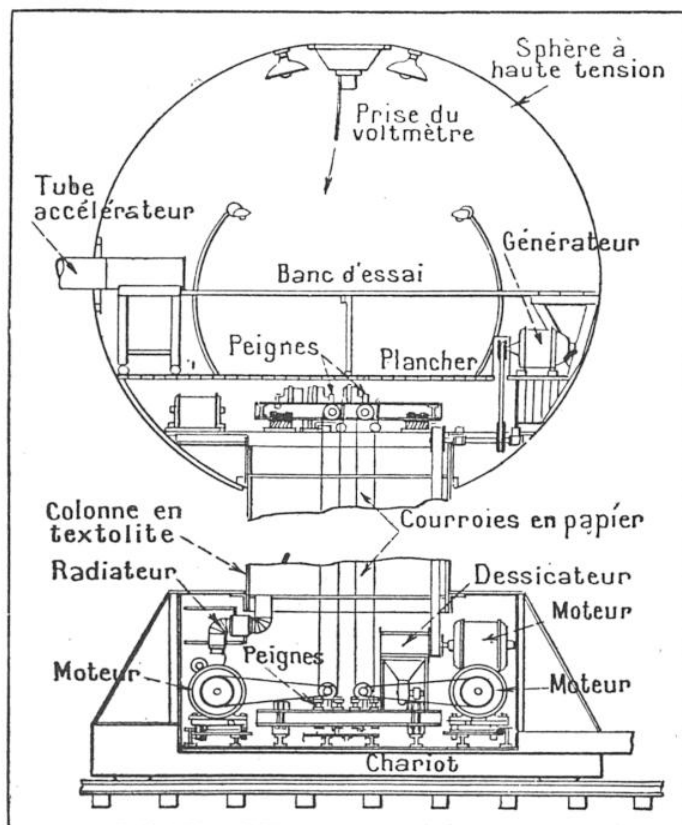


FIG. 2. — COUPE SCHEMATIQUE MONTRANT L'INTERIEUR DU GENERATEUR ELECTROSTATIQUE DE ROUND-HILL (E.-U.)

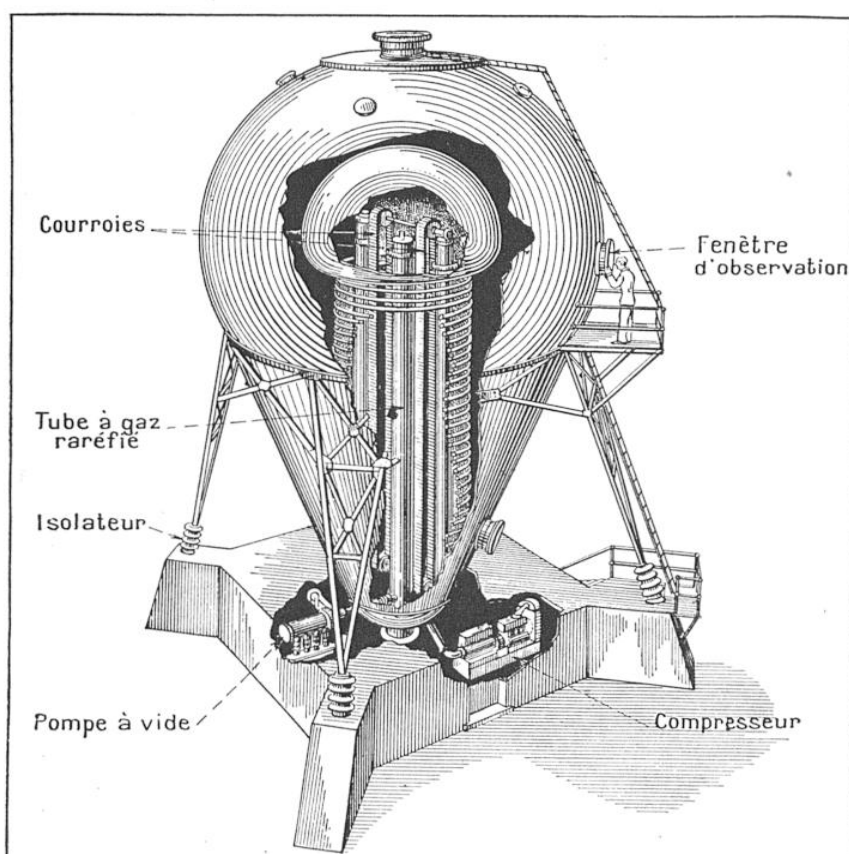


FIG. 3. — LE GÉNÉRATEUR ÉLECTROSTATIQUE À 5 MILLIONS DE VOLTS ACTUELLEMENT EN CONSTRUCTION À EAST-PITTSBURGH (ÉTATS-UNIS) L'enveloppe métallique, entièrement soudée, mesure 9 m de diamètre et 15 m de haut. Elle doit contenir de l'air comprimé sous une pression de 8 kg par cm². L'accélération des ions (protons ou deutons) s'effectue dans le tube central.

Les générateurs électrostatiques

Le générateur électrostatique à courroie, du type imaginé par lord Kelvin et perfectionné par Van de Graaff, est aujourd'hui connu de tous. Les visiteurs du Palais de la Découverte ont pu voir en fonctionnement (1) un des plus puissants appareils de ce genre.

Rappelons qu'un générateur électrostatique de ce genre comprend essentiellement une sphère creuse supportée par une colonne isolante. Une courroie sans fin en matière isolante pénètre dans la sphère et y transporte les charges électriques déposées sur elle à l'autre extrémité par un générateur auxiliaire à haute tension, de l'ordre de 10 000 volts. Les charges s'ajoutent ainsi les unes aux autres dans la sphère dont le potentiel s'élève progressivement. Sa valeur maximum, limitée par l'effet « corona »,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 279.

dépend essentiellement du rayon de la sphère, de l'état de poli de sa surface et de l'humidité contenue dans l'atmosphère ambiante. Un deuxième générateur identique, mais chargé d'électricité de signe contraire, permet de doubler la différence de potentiel existant entre chaque sphère et le sol. Pour l'accélération des ions, un tube géant où règne un vide très poussé relie les deux sphères. Les ions sont produits à une extrémité et la cible de transmutation est disposée à l'autre bout, les opérateurs s'installant pour diriger leurs expériences à l'intérieur même des sphères.

Le générateur électrostatique du Palais de la Découverte, avec ses sphères de 3 m de diamètre, permettra d'atteindre des tensions de l'ordre de 5 millions de volts. D'autres générateurs semblables existent dans le monde. Citons en particulier celui de la station de recherches de Round Hill, aux États-Unis, qui appartient au *Massachusetts Institute of Technology*. Equipé de sphères de 4 m 50 de diamètre, il devait permet-

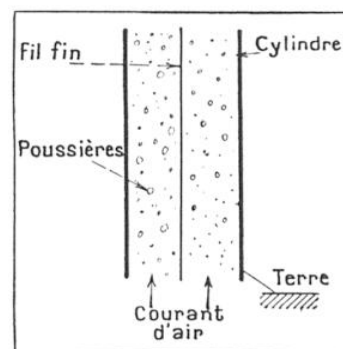


FIG. 4. — SCHÉMA D'UN TUBE IONISEUR POUR LA CHARGE DES PARTICULES VITRIFIÉES DU GÉNÉRATEUR IONIQUE

tre d'atteindre 10 millions de volts. Actuellement est en construction aux laboratoires Westinghouse, à East-Pittsburgh (Etats-Unis), une nouvelle machine électrostatique devant développer 5 millions de volts (1). Construite sur ce même principe de transport des charges par une courroie à l'intérieur d'une sphère, elle se présente cependant différemment, car elle ne comporte qu'une sphère et est logée dans une enceinte métallique en acier soudé où on établit une pression de 8 kg/cm². Les ions sont accélérés dans un tube central vertical long de 12 m. A la partie inférieure, ils sortent du tube à travers une fenêtre de métal peu épais à des vitesses suffisantes pour provoquer des réactions nucléaires. Cette machine sera bientôt en service.

Le générateur ionique du professeur Pauthenier

Parmi les appareils générateurs de très hautes tensions continues, il en est un, le générateur ionique imaginé par M. Pauthenier

(1) Voir la couverture de ce numéro.

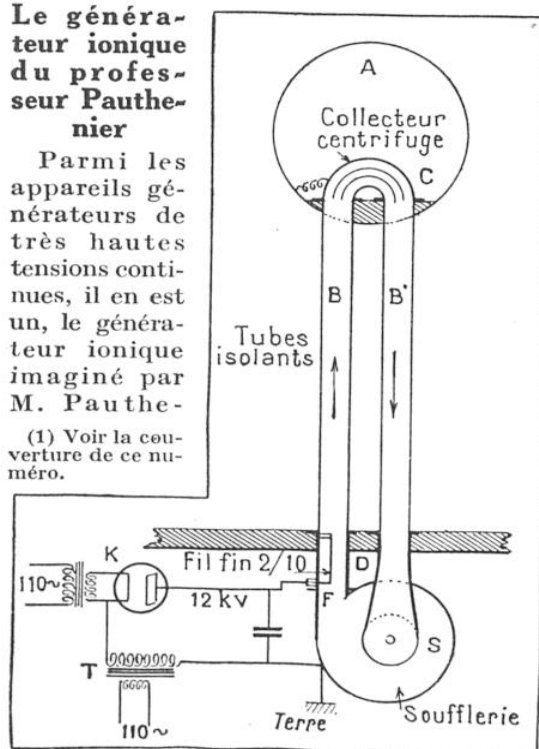


FIG. 5. — PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT DU GÉNÉRATEUR IONIQUE

Les poussières vitrifiées entraînées par un courant d'air se chargent au passage dans l'ioniseur cellulaire, dont le fil est porté à 12 000 volts, et se déchargent dans la sphère au contact du collecteur.

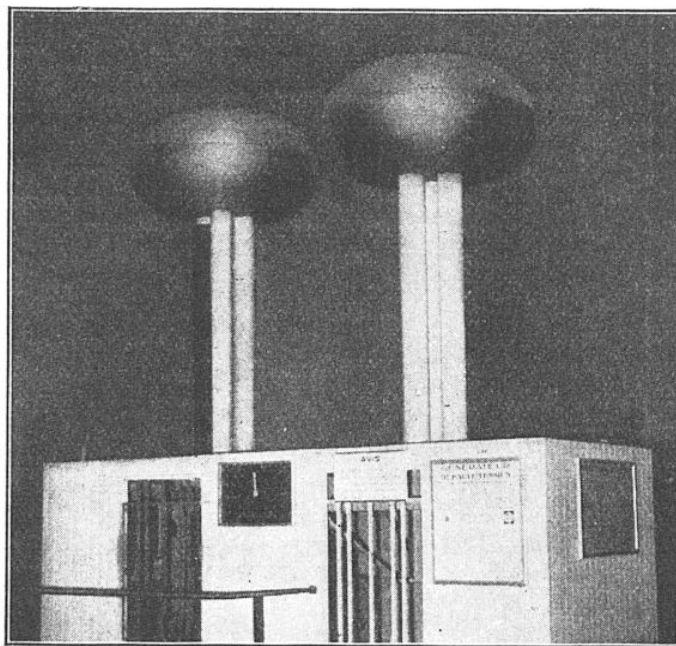


FIG. 6. — LE GÉNÉRATEUR IONIQUE DU PROFESSEUR PAUTHENIER, EXPOSÉ AU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE, PERMET D'OBTENIR UNE DIFFÉRENCE DE POTENTIAL DE 2 MILLIONS DE VOLTS ENTRE DEUX BOULES MÉTALLIQUES. On remarquera la forme spéciale des collecteurs de charges, qui ne sont pas sphériques. Leur forme est dérivée du tore pour réduire la discontinuité due à l'entrée des tubes dans le collecteur.

nier, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, qui peut être considéré comme un parent éloigné des précédents. Comme eux, il vise à transporter des charges électriques à l'intérieur d'un conducteur creux de forme sensiblement sphérique. Mais, ici, au lieu d'utiliser une courroie isolante, on fait appel à des poussières entraînées en circuit fermé par un courant d'air animé d'une très grande vitesse, de l'ordre de 60 m/s. Les poussières employées sont des sphérules vitrifiées provenant de l'appareil de dépoussiérage d'une centrale à charbon pulvérisé. Pour les charger, on leur fait traverser un espace où elles rencontrent des ions électriques libres qui se fixent sur elles. Ces ions, tous de même signe, sont engendrés par un champ électrique établi entre un cylindre métallique et un fil fin placé dans son axe et porté à 12 000 volts par exemple. Tout le champ électrique étant concentré au voisinage du fil, les ions négatifs se précipitent sur lui, tandis que les ions positifs occupent pratiquement tout l'espace entre fil et cy-

lindre. Les poussières ainsi chargées au passage abandonnent leur charge dans la sphère métallique lorsqu'elles entrent en contact avec le coude supérieur de leur circuit. Au Palais de la Découverte était également exposé un imposant générateur de ce type,

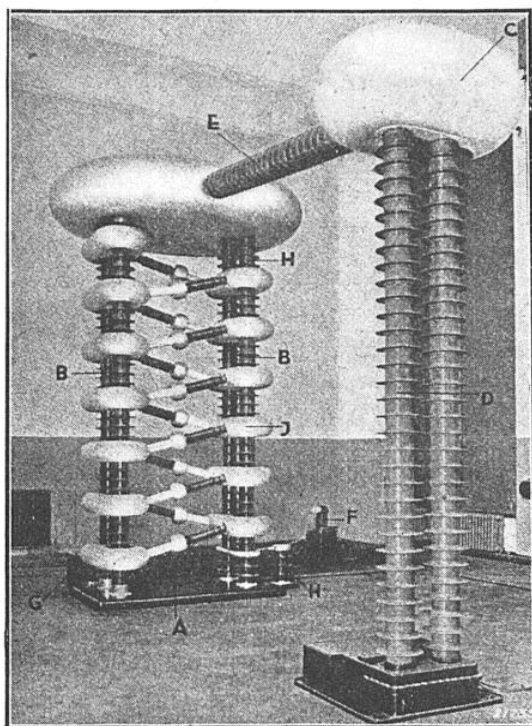


FIG. 7. — LE GÉNÉRATEUR A ULTRA-HAUTE TENSION CONTINUE TEL QU'IL VA ÊTRE INSTALLÉ AU LABORATOIRE DE PHYSIQUE ATOMIQUE DE CAMBRIDGE (GRANDE-BRETAGNE) *A* vide, ce générateur développe 1 250 000 volts ; il peut débiter 4 milliampères. *A* est le générateur en cascade et les colonnes *B* sont constituées par les condensateurs. Entre la colonne de mesure *D*, avec son électrode *C*, et le générateur en cascade est suspendue la résistance d'amortissement *E*. *F*, transformateur à haute tension ; *G*, générateur à haute fréquence. Le pont *H* comprend un condensateur à faible capacité, et entre les blindages *J* sont disposées les valves.

capable de développer entre deux pôles une tension de l'ordre de 2 millions de volts.

Comment on obtient de très hautes tensions continues par des jeux de condensateurs

Les générateurs électrostatiques et ioniques, dont nous venons de parler, fournissent de très hautes tensions par des procédés fort différents de ceux que mettent en œuvre les

laboratoires industriels, lorsqu'ils étudient, par exemple, l'effet « corona », la foudre et les propriétés des isolants, toutes choses qui les intéressent directement pour l'établissement et la protection des lignes de transport de force à haute tension. Ces techniques industrielles peuvent cependant rendre les plus grands services aux physiciens. C'est ainsi que M. Joliot et ses collaborateurs, A. Lazard et P. Savel, ont pu réaliser d'intéressantes transmutations en utilisant l'appareillage du Laboratoire Ampère (1). On sait qu'il s'agit là d'un générateur d'impulsions : on charge sous 150 000 V, par exemple, des condensateurs en parallèle et on les décharge en série. On obtient ainsi, en multipliant le nombre des étages, une tension maximum de 3 millions de volts qui ne dure malheureusement qu'un temps très court, le temps que les condensateurs se déchargent.

Le montage de la figure 7 comprend également des étages de condensateurs combinés à des soupapes à gaz ionisé dites « kénotrons ». Alimenté en courant alternatif, il permet d'obtenir de très hautes tensions continues. Son principe est dû à Greinacher et il a été appliqué, presque simultanément et indépendamment, par Cockroft à Cambridge (Angleterre) et par Bouwers, à Eindhoven (Pays-Bas). C'est sur ce schéma que les laboratoires Phillips construisent actuellement un puissant

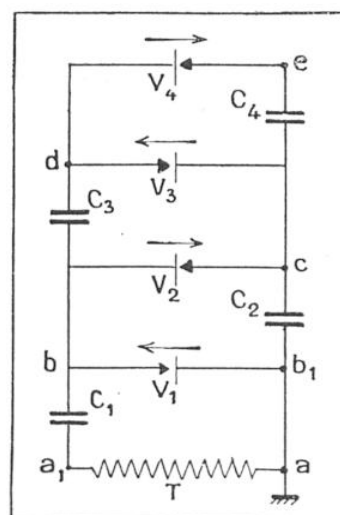


FIG. 8. — SCHÉMA DE MONTAGE DU GÉNÉRATEUR A HAUTE TENSION DE CAMBRIDGE

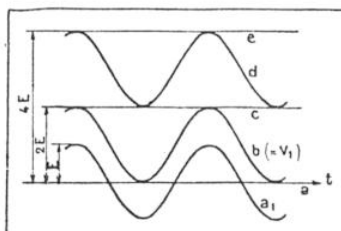


FIG. 9. — GRAPHIQUE DES TENSIONS DES DIFFÉRENTS POINTS DU MONTAGE PRÉCÉDENT

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 81, page 185.

générateur pour les laboratoires de physique atomique de l'Université de Cambridge. Pour comprendre son fonctionnement, reportons-nous à la fois aux figures 8 et 9. L'enroulement T (secondaire d'un transformateur) est le siège d'une force électromotrice alternative d'amplitude E . Le point a étant à la terre (pour fixer les idées),

le point a_1 est donc porté à une tension variable d'amplitude E représentée par la sinusoïde a_1 de la figure 9. Mais la soupape V_1 ne peut laisser passer le courant électrique que dans un seul sens : celui de la flèche. Une charge positive, après avoir atteint la plaque supérieure du condensateur C_1 , y restera et le condensateur demeurera chargé à la tension constante E , c'est-à-dire que le potentiel du point b sera toujours égal à celui de $a_1 + E$. On obtiendra donc, sur la figure 9, la courbe b en déplaçant la courbe a_1 vers le haut de la quantité E . Autrement dit, le potentiel de b oscille entre 0 et $2E$.

Si nous considérons maintenant le deuxième circuit, nous voyons que la tension alternative $2E$, qui s'exerce sur la soupape V_1 , joue le même rôle que E dans le circuit précédent. La soupape V_2 ne laissant passer le courant que dans un seul sens, une charge positive qui a atteint la pla-

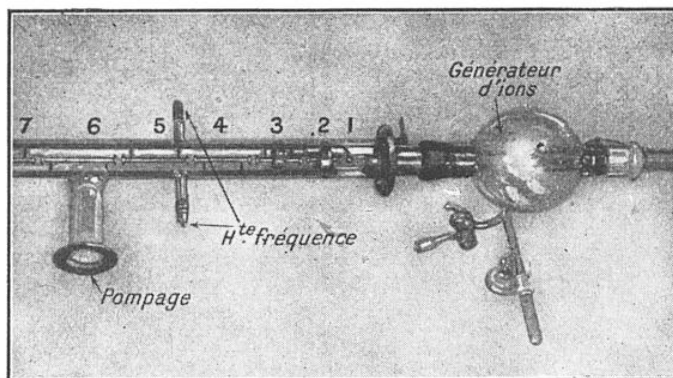


FIG. 10. — TUBE PRODUCTEUR DE PROTONS RAPIDES PAR ACCÉLÉRATIONS SUCCESSIVES DE M. JEAN THIBAUD
Les protons (ions hydrogène) produits dans le ballon de verre traversent une série de tubes métalliques alignés, de longueurs croissantes et connectés alternativement aux bornes d'un générateur à haute fréquence. A chaque passage d'un tube à l'autre, les ions reçoivent une impulsion nouvelle et acquièrent une vitesse de plus en plus grande. La fréquence du générateur dépend de la longueur des tubes et l'énergie initiale des protons.

tensions constantes de $2E$, $4E$, etc., aux points tels que c , e , etc. Une colonne semblable, mais montée à l'envers, donnera $-2E$ et $-4E$. Avec $E = 100\,000\text{ V}$, on voit qu'on obtient ainsi aisément 800 000 volts entre les sommets de deux colonnes doubles montées d'une manière symétrique.

Remarquons qu'en charge la tension continue peut subir des variations appréciables.

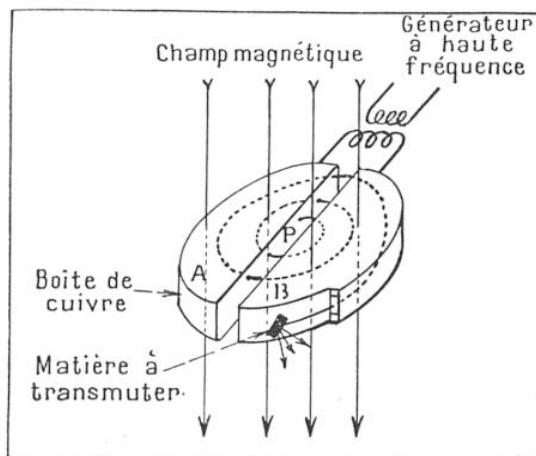


FIG. 11. — SCHÉMA DE PRINCIPE DU « CYCLOTRON » DU PROFESSEUR LAWRENCE

En réalité, les protons effectuent entre 50 et 400 tours avant de sortir du cyclotron et de tomber sur la cible qui leur est offerte. A chaque demi-tour, leur énergie s'accroît de 10 000 à 20 000 volts suivant la tension d'alimentation, du moins pour ceux qui tournent rigoureusement en phase avec cette tension.

que supérieure de C_2 y restera également, et ce condensateur se trouve chargé à la tension $2E$. Par conséquent, c est au potentiel de $b_1 + 2E$, c'est-à-dire, puisque b_1 est à la terre comme a , que c est à un potentiel constant $2E$. Il suffira de superposer des étages analogues pour obtenir, à partir de la tension alternative appliquée à T , des

L'accélération des ions par impulsions successives : le « cyclotron »

L'appareillage à très haute tension — toujours imposant par ses dimensions et souvent d'un réglage délicat — coûte, en règle générale, fort cher. Aussi quelques physiciens se sont-ils demandés, si une très haute tension continue était vraiment indispensable pour la production d'ions accélérés. Plusieurs dispositifs ont été réalisés pour communiquer à la même particule électrisée des impulsions successives sous une tension

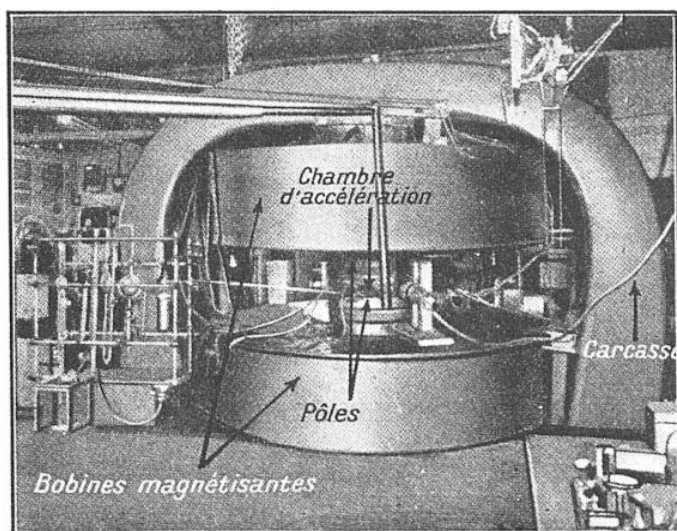


FIG. 12. — VUE D'ENSEMBLE DU « CYCLOTRON » DU PROFESSEUR LAWRENCE, A L'UNIVERSITÉ DE CALIFORNIE

déjà élevée, mais qui ne dépasse pas 10 000 ou 20 000 volts. La figure 10 montre un modèle de tube, producteur de protons rapides par accélérations successives, réalisé par M. J. Thibaud. Les protons, produits dans le ballon sphérique, traversent une série de tubes de longueurs croissantes. Ces tubes sont reliés alternativement aux extrémités d'un générateur à haute fréquence, réglé de telle manière que les protons passent d'un tube à l'autre au moment précis où la tension est maximum. Ils reçoivent ainsi, par impulsions successives, une énergie de plus en plus grande.

C'est sur un principe analogue que repose le « cyclotron » construit pour le professeur Lawrence à l'Université de Californie. Les ions, au lieu de suivre un trajet rectiligne, parcourent une trajectoire constituée par des arcs de cercle raccordés les uns aux autres et dont les rayons vont en croissant. Les ions se déplacent, en effet (fig. 11), dans un puissant champ magnétique vertical, et on sait qu'en l'absence de toute action les particules électrisées y décrivent des circonférences. Dans ce mouvement, elles passent d'une moitié à l'autre d'une boîte en cuivre coupée en deux. Chaque partie étant reliée à une extrémité d'un générateur à haute fréquence, les ions

reçoivent des impulsions à chaque passage, soit deux impulsions par tour, et décrivent de ce fait des circonférences de plus en plus grandes. Il faut, bien entendu, que la fréquence du générateur et la valeur du champ magnétique soient ajustées de telle manière que la fréquence de rotation de l'ion coïncide avec la fréquence du champ électrique alternatif. Le maximum d'énergie qu'un proton ainsi accéléré puisse acquérir est d'autant plus élevé que l'électroaimant est plus puissant. Il est généralement de 6 à 10 millions de volts. Quant à l'intensité du rayonnement, elle peut atteindre des valeurs notables. Le « cyclotron » actuellement en construction et qui doit être monté au laboratoire de physique atomique de M. Joliot pourra débiter près de 80 microampères.

On sait, aujourd'hui, réaliser plus de 150 transmutations

Sous l'effet d'un champ électrostatique intense ou, ce qui revient au même, comme nous venons de le voir, par des impulsions successives, les particules électrisées acquièrent des vitesses considérables. C'est ainsi que Rutherford a calculé que, sous une tension de 10 millions de volts, la vitesse d'un proton (noyau d'hydrogène) atteint 44×10^8 cm/s, soit 44 000 km/s. Dans les mêmes conditions, le deuton (noyau d'hydrogène lourd) et la particule α (noyau d'hélium) atteignent tous deux 31 000 km/s, soit plus du dixième de la

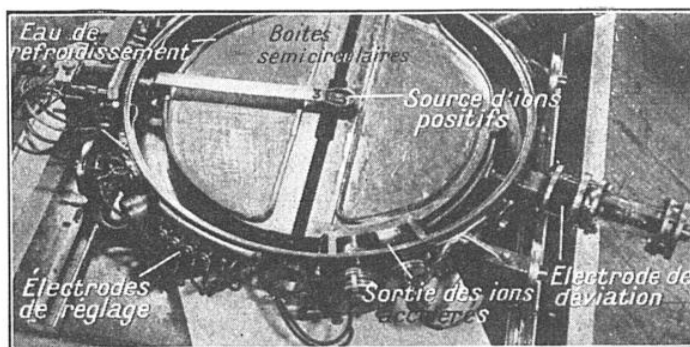


FIG. 13. — LA CHAMBRE D'ACCÉLÉRATION DU « CYCLOTRON » DE LAWRENCE AVEC LES DEUX BOÎTES SEMI-CIRCULAIRES ET LA SOURCE D'IONS POSITIFS (PROTONS OU DEUTONS) DESTINÉS A PRODUIRE LES TRANSMUTATIONS

vitesse de la lumière. Indiquons, à titre de comparaison, que la particule α émise par le radium C et qui parcourt dans l'air environ 7 cm possède à l'émission une vitesse de 19 000 km/s.

Malgré tout, lorsqu'on essaye de faire agir de telles particules sur des éléments lourds, dont le noyau renferme un nombre élevé de charges positives, on obtient un résultat à peu près nul, à cause de l'énorme répulsion qu'exerce alors le noyau. C'est ici que les autres particules, dont nous avons parlé au début, les neutrons, nous sont d'un grand secours. Etant électriquement neutres, ils échappent à la répulsion des noyaux. Il est même curieux de constater, comme l'a fait le physicien italien Fermi, que les neutrons rapides sont beaucoup moins puissants, comme agents de transmutation, que les neutrons préalablement ralentis en leur faisant traverser, par exemple, une couche de substance hydrogénée.

Aujourd'hui, à l'aide des unes ou des autres parmi les particules ci-dessus ou même de photons immatériels (grains d'énergie radiante émis par les corps radioactifs), plus de cent cinquante transmutations ont été réalisées; c'est ainsi qu'avec du soufre on obtient du phosphore, avec du sodium on obtient du néon, avec du fluor on obtient de l'oxygène, etc. Parmi les éléments ainsi fabriqués, beaucoup étaient jusqu'ici inconnus, c'est-à-dire qu'il s'agit d'isotopes (1) d'éléments connus, non réalisés dans la nature ou disparus depuis longtemps parce qu'ils sont instables et radioactifs. On connaît ainsi un radio-aluminium, un radio-zinc, deux radio-azotes, etc., etc. En général, leur « vie » est très brève, de l'ordre de quelques secondes ou quelques minutes. Cependant la période de désintégration du radio-sodium atteint quinze

heures (1). C'est à M^{me} I. et M. F. Joliot-Curie que revient le mérite d'avoir découvert la radioactivité artificielle, dont il est encore impossible de discerner les énormes conséquences tant dans le domaine de la physique théorique que dans celui des applications biologiques ou médicales.

Signalons encore, à titre de curiosité, que le physicien italien Fermi, en bombardant le dernier et le plus lourd de tous les éléments de la classification de Mendeleïeff, l'uranium, a obtenu un élément entièrement nouveau, l'ékarhénium, qui occuperait le n° 93 de cette classification. Ainsi se trouverait atteint et même dépassé le vieux rêve des alchimistes, au moins qualitativement. En quantité, nous sommes encore et resterons sans doute longtemps loin de compte. Pour les éléments radioactifs provenant de transmutations, leur existence a bien pu être démontrée par des manipulations chimiques; mais cela n'a été possible que grâce à leur rayonnement qui permet de les déceler même quand le nombre d'atomes « fabriqués » est très faible, ce qui est malheureusement le cas dans l'état actuel de la technique. M. Magat a pu calculer que si M^{me} I. et M. F. Joliot-Curie voulaient utiliser leur préparation de polonium — qui est une des sources les plus intenses du monde en rayons α — pour fabriquer à partir de l'azote 1 milligramme de bore de transmutation, l'opération durerait 600 millions d'années, en supposant le polonium régénéré au fur et à mesure pour conserver constant son rayonnement. De nombreux progrès restent à accomplir dans le domaine des hautes tensions avant de pouvoir mesurer sur la balance les produits de nos transmutations.

J. BODÉT.

(1) On désigne sous le nom de période la durée au bout de laquelle la moitié des atomes présents ont été désintégrés.

Entre le Reich actuel et le Japon moderne, voici des similitudes : l'Allemagne, pays de transformation industrielle, est pauvre en matières premières ; il en est de même du Nippon. Les deux nations recherchent à la fois ces matières pour fabriquer et des débouchés pour vendre. Dans les deux pays dominant le « clan » militaire et l'organisation des trusts. Même formule financière : les autorités d'Empire réarment à outrance et à crédit. Le gouvernement japonais vient d'entreprendre une guerre évidemment à crédit ; pour la mener à bien, il arme à outrance au risque de ruiner son crédit extérieur déjà si compromis : la dette nipponne est passée, de 1917 à 1937, de moins de 3 milliards de yen (le yen vaut actuellement 6,2 environ, août 1937), soit 18,6 milliards de francs, à plus de 12 milliards de yen, soit plus de 74 milliards de francs. Une telle évaluation dispense de commentaires.



PRENONS L'ÉCOUTE

VOICI DE NOUVEAUX PROGRÈS DANS LA MÉTALLURGIE DE L'ALUMINIUM

L'aluminium a pris dans l'industrie mondiale une place prépondérante au cours du dernier quart de siècle, telle que l'on peut la comparer, quoique d'assez loin, à celle conquise par l'acier au cours du XIX^e siècle. Si on examine le marché de l'aluminium, dont les applications sont aujourd'hui si multiples et si variées sous forme de métal et surtout d'alliages, on constate que les prix se sont abaissés progressivement (1), mais sans être soumis aux fluctuations désordonnées qui caractérisent le marché de certains métaux tels que le cuivre et l'étain, par exemple.

Cela tient à ce que le marché mondial de l'aluminium est solidement tenu grâce à des ententes internationales et que, sur le marché français, il est, en outre, sérieusement protégé contre toute concurrence étrangère. Une surproduction de ce métal paraît donc impossible, mais il n'est pas totalement à l'abri de la concurrence de certains produits de remplacement, tels que le cuivre.

Ceci dit, il importe d'examiner ici le point de vue technique de la métallurgie de l'aluminium, qui peut évidemment influencer le prix de revient du métal grâce aux perfectionnements techniques récemment réalisés, et dont doit logiquement tenir compte le cartel de vente.

Certains spécialistes ont en effet calculé que le coût de production de 1 kg d'aluminium-métal est passé, de 1914 à 1936, de 1,35 f à 5,40 f, alors que le prix de vente a varié de 2,25 f à 11,25 f pendant le même laps de temps. En tenant compte des indices, il est vraisemblable d'admettre que le coût de production du métal est actuellement à l'indice 400 et le prix de vente à l'indice 500. Mais ce qui nous intéresse plus particulièrement, c'est toujours de rechercher comment les progrès de la science appliquée sont susceptibles de modifier les conditions économiques d'obtention des matières premières et des produits fabriqués dans les principaux pays d'Europe et d'Amérique. Là comme ailleurs, on a enregistré dans l'industrie de l'aluminium des améliorations notables pour la préparation du métal brut.

En ce qui concerne en effet la fabrication de l'alumine à partir de la bauxite, de nouveaux procédés plus économiques, dus à un ingénieur français, M. Seailles, ont été déjà exposés au cours du Congrès de Chimie industrielle de Bruxelles de 1935.

En outre, pour la fabrication de l'aluminium à partir de cette alumine, une technique nouvelle permettant de réduire la consommation d'énergie électrique nécessaire, ainsi que la consommation de cryolithe, produit coûteux d'importation étrangère, a été récemment proposée par un autre ingénieur français spécialisé, M. Ferrand, dont les travaux font autorité dans ce domaine — relativement nouveau — de la métallurgie des métaux légers.

(1) Cours successifs en francs par kg de cuivre et d'aluminium, extraits d'une étude détaillée de M. Ferrand, publiée dans *La Revue d'Economie politique*, numéro de mars-avril 1937, et intitulée *Le problème des prix dans la métallurgie de l'aluminium*.—1900 : cuivre, 1,90 ; aluminium, 3,25. 1903 : cuivre, 1,58 ; aluminium, 3,50. 1906 : cuivre 2,56 ; aluminium, 4. 1909 : cuivre, 1,62 ; aluminium, 1,50. 1912 : cuivre, 2,13 ; aluminium, 2,10. 1914 : cuivre, 1,70 ; aluminium, 2,25.

Ce processus électrolytique perfectionné aboutirait, en résumé, à abaisser le prix de revient du métal dans des proportions appréciables, qui dépendent, bien entendu, du prix que l'on doit payer l'énergie électrique (en France notamment), dont ce produit est gros consommateur.

Laissant intentionnellement de côté ici la politique des prix de vente, nous tenons à faire remarquer qu'on doit envisager l'ensemble des industries de transformation dérivées d'un produit déterminé, tel qu'un métal comme l'aluminium qui, par l'importance de ses applications, peut être considéré comme un produit-clé.

L'évolution d'un tel marché doit nécessairement tenir compte des perfectionnements techniques possibles, si aucune entrave n'est apportée au libre jeu des lois économiques qu'on a trop tendance à violenter aujourd'hui.

Nul doute qu'à cet égard les travaux récents de M. L. Ferrand, exposés au cours de la XIII^e Semaine de Discussions publiques de la Société Française des Electriciens, en novembre 1936, ne présentent, à ce point de vue, un réel intérêt technique et économique. La lecture de ce mémoire, publié tout récemment (*Bulletin de la Société Française des Electriciens* de mars 1937), est particulièrement instructive et il est à noter qu'au cours de la discussion publique qui a suivi cette communication les idées de l'auteur n'ont soulevé aucune objection.

Ces recherches et leurs conclusions permettent, en quelque sorte, de découvrir des horizons nouveaux et autorisent des vues nouvelles sur les problèmes techniques essentiels de la métallurgie de l'aluminium, sur lesquels nous aurons, du reste, l'occasion de revenir.

Par suite de son emploi, de plus en plus généralisé, en particulier dans la construction mécanique moderne, il constitue en effet l'un des éléments les plus précieux de notre économie nationale dans le domaine des matières premières. Et, au point de vue du minerai d'aluminium (bauxite), la France est privilégiée.

POUR RÉGLEMENTER LA VENTE DES ENGRAIS

Avant l'expiration du régime des décrets-lois (31 août 1937), le ministère de l'Agriculture a fort à propos réglementé, par l'un de ces décrets, la vente des engrais dits « composés ». Sous prétexte de servir les intérêts de la culture en France et d'améliorer ses rendements, certains fabricants de produits chimiques « inventeraient » des formules d'engrais plus ou moins complexes, vendus sous des dénominations diverses, sans aucune indication sur la teneur en éléments fertilisants (on a compté jusqu'à 1 400 appellations de ce genre !). Non seulement l'acheteur ignorait donc la valeur *fertilisante* exacte du produit, mais encore il n'avait à sa disposition aucun élément pour apprécier sa valeur marchande par rapport aux engrais chimiquement définis entrant dans sa composition. Les abus se sont ainsi multipliés aux dépens du cultivateur, qui payait trop cher un produit d'une qualité fertilisante trop faible. Le paysan de France, déjà accablé de frais sensiblement majorés pour l'achat des produits industriels indispensables à son exploitation, avait droit au moins à ce que la fraude ne vînt pas encore inutilement accroître ses dépenses. C'est en effet dans ce but que le décret-loi du 31 août 1937 a institué un Comité national des engrais et amendements pour réglementer la composition de ces engrais et amendements, déjà trop onéreux quand ils sont bons, à plus forte raison quand il y a fraude. A ce propos, il paraîtrait, en outre, équitable de fixer officiellement le prix de vente des engrais (pour éviter la hausse parfois injustifiée), car c'est surtout l'engrais qui grève déjà trop lourdement les prix de revient agricoles (1).

Pourquoi le cultivateur vendrait-il son blé au prix fixé par l'Etat et achèterait-il ses engrais au prix exigé par un consortium de produits chimiques qui agit à sa guise en dépit du Comité National de Surveillance des Prix ? C'est en se plaçant

(1) On a constaté, au cours de ces six derniers mois, une hausse sur les différentes catégories d'engrais qui atteint déjà 15 à 20 % par rapport à juin 1936.

à ce point de vue de l'équité que certaines personnalités compétentes, appartenant au Parlement, envisageraient la création d'un Office des Engrais comme il existe déjà un Office du Blé.

LA COURSE AU MINERAI DANS LA SIDÉRURGIE ACTUELLE

La sidérurgie allemande, en dépit de certaines difficultés pour s'approvisionner en minerais, a déjà atteint le tonnage de sa production en acier qui était, en 1929, l'une des plus élevées enregistrées par le Reich. De son côté, la Grande-Bretagne poursuit activement ses fabrications d'armements qui exigent aussi beaucoup de métal. On sait que la sidérurgie anglaise est l'une des plus puissantes du monde par la quantité comme par la qualité de ses produits. Mais elle éprouve également certaines difficultés pour se procurer le minerai nécessaire. Sa politique économique, basée sur une situation financière prospère, lui permet, toutefois, de s'assurer à l'étranger les fournitures indispensables. La Suède (au minerai apprécié), la Norvège (au minerai également à haute teneur), le Brésil se sont empressés de passer contrat avec les métallurgistes anglais afin de leur procurer, pendant une période plus ou moins étendue, la matière première de leurs hauts fourneaux. Plus récemment encore, l'excellent minerai de Biscaye (Bilbao), dont la Grande-Bretagne était momentanément privée par la guerre civile espagnole, va de nouveau être transporté vers les ports du Royaume-Uni, à des prix avantageux grâce à des accords avec le gouvernement nationaliste qui pourra ainsi se procurer des devises appréciées : les affaires sont les affaires. Rappelons, à ce propos, que le minerai d'Espagne extrait de la région de Bilbao est constitué par de l'hématite brune « mamelonnée », à texture cristalline ou fibreuse, forme assez rare en Europe, qu'on ne trouve qu'en Allemagne (Siegen) et en Espagne (Bilbao) (1). Il existe également dans la péninsule ibérique de l'hématite rouge, bon minerai de fer très répandu dans le monde (Amérique du Nord, U. R. S. S., Angleterre, France, Afrique du Nord). Le minerai de Suède noir (magnétite), riche et pur, provenant des gisements de Norberg notamment, est pour ces raisons très apprécié. La sidérurgie moderne utilise aussi les ferrailles (ribbons) dont *La Science et la Vie* a récemment (2) montré l'importance dans l'économie industrielle contemporaine. Quant à la France, son riche bassin lorrain (Briey), découvert vers 1860, la place au premier rang de la production de minerai. Aussi, rien que pour la fonte, elle dépassait, en 1929, 10 millions de tonnes, se classant ainsi troisième dans le monde après l'U. S. A. (43 millions), l'Allemagne (13 millions). La crise économique a notablement réduit les tonnages, et notre pays n'a pu encore rétablir la situation de 1929, puisque, actuellement, sa production de fonte doit être encore inférieure d'environ 20 %, d'après la dernière statistique de 1936.

« RADIO-JOURNAUX » ET « TYPO-JOURNAUX »

Le Congrès des Dépositaires centraux des journaux de France et des Libraires, qui s'est tenu à Paris en octobre dernier, a voté une motion pour protester contre la concurrence de la presse radioélectrique (3). C'est un signe des temps. Menacée par ce que le vulgaire désigne encore improprement sous le vocable de T. S. F. (radio-journal, émetteur d'informations rapides à travers l'espace, au fur et à mesure que se produisent les événements, devançant ainsi le journal imprimé), la presse typomécanique se vend moins et se vend maintenant plus cher, en dépit des sacrifices

(1) A propos de minerai espagnol, on doit signaler que, pour les pyrites (Huelva, etc.), des accords ont été signés avec le général Franco pour des fournitures régulières au Reich et à l'Angleterre. Celle-ci recevrait un important tonnage de pyrites de fer (fabrication de l'acide sulfurique et minerai pour hauts fourneaux) en échange sans doute de l'essence d'aviation fournie à l'aviation nationaliste.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 243, page 212.

(3) Il reste à démontrer, par une enquête méthodique, dans quelle mesure les deux « Presses » interféreraient à tel point qu'elles se nuiraient mutuellement. A notre avis, elles doivent au contraire se juxtaposer et se compléter.

consentis par elle. Là encore, le progrès scientifique, de par ses applications techniques, a bouleversé les conditions de notre existence quotidienne. C'est, sur ce terrain, une concurrence analogue à celle qu'exerce la route vis-à-vis du rail. Or, il n'y a pas d'évolution « réversible » : tout organisme le mieux adapté à sa fonction triomphera de tous les obstacles. La radio — même brimée par des réglementations concernant ses émissions — saura s'évader et atteindre son but. La presse quotidienne réagira, elle aussi, à son tour, car elle aura — et saura sans doute — trouver de nouveaux et puissants moyens d'expansion. Qui l'empêchera — un jour — de télécommander (en utilisant les lignes des P. T. T.) d'une centrale d'informations, rédigées et composées à Paris, des linotypes — actionnées ainsi à distance — qui composeront le journal dans des centres régionaux. Là, il sera tiré, distribué sans avoir recours ni aux messageries lentes et onéreuses, ni aux communications téléphoniques et dépêches télégraphiques si coûteuses. Quand on pense qu'en 1937 le « papier » parisien transporté à Nice par les messageries de journaux ne parvient pas au public dans la même journée (1) !

STOCKAGE OU SYNTHÈSE DES ESSENCES POUR L'AVIATION MILITAIRE ?

La question des approvisionnements et des ravitaillements, en cas de conflits armés, pose aux grandes puissances militaires des problèmes d'une importance primordiale dont dépend l'existence même de la nation. Le développement considérable de la fabrication des munitions, carburants, et des stocks de matières premières pour fournir aux armées des matériels de toutes sortes (fabrifications de l'artillerie, constructions navales, constructions aéronautiques) exige aujourd'hui de telles ressources qu'on ne saurait les comparer à celles — déjà immenses — mises en œuvre par la guerre de 1914-1918.

Parmi ces problèmes, celui concernant les carburants retient tout spécialement l'attention des gouvernements actuels. La Grande-Bretagne ne vient-elle pas, à ce propos, d'établir un programme visant à « stocker » et à « distribuer » les réserves de produits pétroliers nécessaires à l'Angleterre en cas de guerre ? D'après les rapports présentés cette année à l'« Institute of Fuel », l'Angleterre aurait besoin annuellement de : 4,5 millions de t d'essence (environ) ; 1 million de t de pétrole (lampion) ; 4,5 millions de t de gas-oil et de mazout ; 0,5 million de t de produits lubrifiants. M. Berthelot, expert en la matière, a fait remarquer à ce propos (G. C., 11-9-1937) que la France a consommé en 1936 : 2,2 millions de t d'essence ; 1,4 million de t de gas-oil et de fuel-oil ; 300 000 t (environ) de produits lubrifiants, et qu'elle a dû, par suite, importer près de 6 millions de t de produits pétroliers bruts. De son côté, l'Angleterre importe quotidiennement 30 000 t environ, ce qui correspond à l'entrée régulière dans ses ports de trois « tankers » par jour. Qu'arriverait-il dès lors, au cours d'hostilités, à ces navires pétroliers plus particulièrement visés par les sous-marins ennemis, sans oublier les bombardements aériens ? C'est précisément après avoir examiné sérieusement cette situation éventuelle que les autorités britanniques compétentes avaient entrepris la fabrication de l'essence de synthèse obtenue sur leur territoire par voie d'hydrogénation de la houille, très abondante au Royaume-Uni. En dépit de résultats satisfaisants (qualités des essences ainsi fabriquées, amélioration des rendements, etc.), les Anglais ont estimé récemment que ces usines ne pourraient fournir assez rapidement le carburant nécessaire (quantité), même en ne tenant pas compte des sommes énormes à investir dans de telles installations et du prix de revient encore très élevé par rapport aux produits naturels (naphte). De plus, ces usines, réparties en certaines régions du territoire britannique, constitueraient certainement des objectifs aisés à détruire par l'aviation de bombardement. Ce sont

(1) En Allemagne, des appareils téléimprimeurs de dimensions réduites permettent d'assurer l'impression typographique à distance. Il s'agirait d'adapter ce dispositif au journal... Ce n'est pas impossible.

de semblables considérations qui semblent avoir — momentanément du moins — suspendu l'exécution du plan de fabrication des carburants synthétiques (en vue d'obtenir notamment des essences d'aviation) à la suite de l'expérience industrielle de l'exploitation de Billingham (1). Non seulement la dépense à engager pour de nouvelles installations capables de fournir la totalité de l'essence nécessaire à la consommation britannique atteindrait peut-être plus de 20 milliards de nos francs actuels, mais encore le budget de l'Etat perdrait le bénéfice des taxes à l'importation. De là, *la tendance* à revenir aux anciennes conceptions de ravitaillement par constitution de stocks ; ceux-ci nécessiteraient, en effet, des sommes beaucoup moins importantes que dans le cas précédent, bien que les capitaux à immobiliser soient cependant considérables pour un semblable stockage. En vue d'aménager ces stocks, il faut évidemment construire des parcs à citernes (réservoirs en surface ou, de préférence, souterrains) et étudier la répartition des produits (essences) de qualités différentes suivant leur destination propre. On a ainsi établi, sur l'ensemble du territoire britannique, des régions de stockage de produits pétroliers de façon à satisfaire à la consommation d'une année au minimum. Il s'agit ici, bien entendu, d'une évaluation très approximative, car, en cas de conflit armé, qui peut savoir et ce qu'exigera la guerre moderne (motorisation, aviation, marine), et ce que le bombardement aérien aura détruit dans les parcs ? En outre, il va de soi que, dans ce programme, les carburants de remplacement viendront suppléer au pétrole pour les besoins de la population civile (gazogène, gaz comprimés, etc.). Ceci dit, le stockage de l'essence (provenant de naphte) serait, dit-on, fixé à 5 millions de t. On distingue différentes qualités d'essence (aviation, automobile) classées suivant leur *indice d'octane* (2) et leur *volatilité*. La conservation des essences est assez délicate, par suite de formation des gommages, d'eau (avec le temps), qui modifient sensiblement les qualités du produit stocké, sans oublier les causes d'explosion (3). D'après le plan proposé à l'« Institute of Fuel », 250 parcs de 20 000 t chacun seraient établis sans adopter toutefois (par raison d'économie) des citernes souterraines, qui coûtent cinq fois plus cher que les réservoirs de surface. Par contre, des dispositions seraient prises pour le camouflage, la sécurité des manipulations, etc. Un réseau de *pipes-lines* répartirait enfin l'essence aux lieux voulus sur les différents points du territoire sans avoir recours aux moyens de transports ordinaires, beaucoup plus vulnérables. On évalue la dépense occasionnée par ce programme à 20 millions de sterling (soit à peu près une dépense supplémentaire de 600 f par tonne d'essence *stockée* et *transportée*).

RÉFORME BANCAIRE ET CONSEIL SUPÉRIEUR DU CRÉDIT

Un professeur du Centre de Préparation aux Affaires — fondation de la Chambre de Commerce de Paris — vient, dans un récent ouvrage consacré à l'organisation d'un système bancaire, de nous faire connaître son opinion à ce sujet. La doctrine du laisser-faire était peut-être admissible quand les crises économiques n'avaient encore atteint ni l'acuité, ni la longueur de celles d'aujourd'hui. Tout finissait en effet par s'arranger, et *alors la machine repartait toute seule...* Mais maintenant, même

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 216, page 474.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 229.

(3) C'est pourquoi dans certains pays on emmagasine les essences sous gaz *inerte* au point de vue chimique. Pour la conservation de l'essence, la « Royal Air Force » exige certaines limites relatives aux quantités de gommages qui, comme on sait, nuisent gravement au bon fonctionnement des moteurs d'aviation (il s'agit des gommages présentes au moment du stockage et aussi des gommages *potentielles* qui se forment au contact de l'air après plusieurs mois). C'est pourquoi certaines précautions minutieuses sont à prendre en vue de conserver au mieux les essences et d'en surveiller la composition chimique (notamment redistillations des essences stockées, comme on le fait périodiquement aux Etats-Unis, par exemple). En Amérique, tout un plan de stockage a été, en effet également réalisé en tenant compte de l'expérience déjà acquise par les techniciens américains du pétrole qui, comme chacun sait, sont les meilleurs du monde. Il en résulte qu'une essence d'aviation qui vieillit est un carburant qui perd un nombre plus ou moins grand d'octane et, en aviation, cela est d'une importance primordiale.

si l'on demeure partisan de la liberté entière des transactions financières et industrielles, l'intervention de l'Etat se justifie dans une certaine mesure. Pour le domaine bancaire notamment, l'Etat n'a-t-il pas été obligé, dans la plupart des nations, de prendre des mesures afin d'éviter l'écroulement du système tout entier? Il s'agit donc soit de faire participer la puissance publique à la gestion des établissements de crédit, soit de les contrôler, d'une façon permanente. De là cette idée — qui est en marche — de créer un Conseil supérieur du Crédit ayant, en particulier, pour objet la distribution de ce crédit.

De telles conceptions réformistes prennent corps, peu à peu, au fur et à mesure que les Banques — comme c'est le cas dans de nombreux pays — sont contraintes de solliciter le concours de l'Etat pour ne pas sombrer. Leur mauvaise situation financière provenait surtout de ce qu'elles s'étaient écartées de leur rôle essentiel — et initial — au point de vue à la fois économique et sociologique. L'économie dirigée devait fatalement conduire à envisager une réforme bancaire, puisque, selon nous, le « libéralisme du XIX^e siècle a désormais vécu » (1).

QUE SERA L'EXPOSITION INTERNATIONALE DE NEW YORK EN 1939 ?

La prochaine Exposition de New York — qui aura lieu en 1939, en même temps que celle de San Francisco (2) — préoccupe déjà l'opinion américaine, qui s'intéresse vivement à cette grande manifestation internationale. Elle sera consacrée à ce que devrait être la « vie future » en se basant sur les progrès actuels des sciences et des techniques et leurs possibilités de demain dans les domaines — si étendus et si variés — de leurs applications aux conditions de l'existence individuelle et collective : citoyen, cité, nation, continent. Ces conditions matérielles de l'existence humaine évoluent perpétuellement grâce aux conquêtes de l'électromécanique (relations de mouvement) et aux nouveaux moyens de manifester la pensée à travers le monde, grâce à la presse radioélectrique qui s'est juxtaposée à la presse typographique, en attendant la télévision à domicile après le télécinéma *at home*. Dans cet esprit, les organisateurs de l'Exposition internationale de New York (Pâques 1939) se sont mis à l'œuvre — dès 1937. Sur le vaste emplacement de 160 hectares (soit, par rapport à celle de Paris, 1,6 fois plus) qui leur a été réservé à Flushing Meadow Park, le terrain a déjà été nivelé, nécessitant une dépense de 2 200 000 dollars (soit environ 450 millions de francs au change actuel). L'Administration centrale va incessamment s'installer dans son « building » qui, à lui seul, coûtera pour sa construction plus de 20 millions de francs. Le président du Comité d'organisation, M. Grover-Whalen, venu à Paris au cours de l'été dernier, a annoncé l'édification d'un « Palais symbolique » pour matérialiser, en quelque sorte, cette formule adoptée pour la grande manifestation américaine : « Réaliser le monde de demain » (*Building the world of tomorrow*). D'après M. Dorsenne, qui a vu les maquettes, il s'agirait d'édifier (d'après le projet retenu de Harrison et Fouilhoux) une sphère immense d'un diamètre de l'ordre de 66 m, reposant sur huit colonnes de 12 pieds de haut (soit 4 m environ), ces colonnes formant à la fois support et fontaines en verre (lumineuses de nuit, bien entendu) et constituant ainsi des jets d'eau puissants qui paraîtront supporter la vaste sphère sur des colonnes liquides. Du point de vue décoratif et imaginaire, cette conception est bien spécifiquement américaine ; sous l'angle artistique, elle est discutable... Dans le voisinage de cette colossale mappemonde s'élèvera une sorte d'obélisque également géant, mais de section triangulaire, déjà désigné sous le vocable de « trylon » et qui complétera « harmonieusement », dit-on, la « périssphère ». On pénétrera dans celle-ci au moyen d'escaliers mécaniques se mouvant dans des cages de verre verticales jusqu'à la hauteur d'une porte établie dans la sphère à 16 m au-dessus du sol, porte qui donnera accès à l'intérieur de cette sphère où sera disposée

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 242, page 141.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 304.

une galerie circulaire de 150 m de circonférence animée d'un mouvement giratoire et d'où l'on contempera le panorama grandiose et symbolique du « monde de demain »... Là évolueront toutes les machines aériennes perfectionnées, y compris peut-être l'homme volant individuellement, et se manifestera la lumière (1) sous toutes ses formes : luminescence, plus particulièrement. Il faut nous attendre à contempler des aspects inattendus, générateurs de sensations neuves ! La sphère sera reliée à la pyramide voisine par une passerelle et les visiteurs regagneront le sol en pente douce au moyen d'une rampe hélicoïdale ! Le tout, évidemment, puissamment éclairé extérieurement, la nuit venue, par des projecteurs de couleurs variables, aux combinaisons inédites. A plus de dix-huit mois de distance, nous ne pouvons encore concrétiser ce que sera l'âme de cette Exposition de New York, si on en juge seulement par ces « attractions » quelque spectaculaires qu'elles soient ! Mais, selon nous, les grandes manifestations internationales périodiques doivent faire une large place aux synthèses : les génies inventeurs (*ingenium*) et les constructeurs réalisateurs de tous pays ne doivent-ils pas, en effet, présenter en de telles circonstances les créations à la fois les plus audacieuses et les plus spécifiques du tempérament national des pays auxquels ils appartiennent ?

RENDEMENT SOVIÉTIQUE INDUSTRIEL ET FORMATION TECHNIQUE

La production moyenne de fonte par ouvrier et par an est aux États-Unis d'Amérique (le plus grand producteur du monde) de l'ordre de 1 800 t ; en U. R. S. S., ce rendement n'atteint pas 600 t. Le même rapport existe entre la production d'acier américain et d'acier soviétique (2 000 t contre 700 t). Ceci explique pourquoi les prix de revient en U. R. S. S. sont particulièrement élevés, comparés à ceux des autres nations industrielles. Et, cependant, les établissements sidérurgiques construits par le gouvernement des soviets sont des plus modernes et possèdent un équipement technique de premier ordre, fourni, du reste, par les meilleures firmes allemandes et américaines. Par contre, la main-d'œuvre soviétique est moins bien adaptée à sa tâche et beaucoup plus nombreuse que dans les exploitations métallurgiques similaires de l'étranger. Ainsi, par exemple, un haut fourneau récemment construit à Dombas (U. R. S. S.) exige plus de 200 ouvriers, alors qu'à Gary (U. S. A.) — sur les bords du lac Michigan (2), centre métallurgique le plus puissant du monde — il n'en faut que 80 ! Un four Martin américain utilise seulement 54 ouvriers ; un four Martin soviétique, 150. Cette surabondance de personnel en U. R. S. S. paraît due à une spécialisation et à une rationalisation à outrance que ne justifie pas le fonctionnement de l'outillage ultra-moderne installé par les ingénieurs allemands et américains. Si on compare — à usine équivalente et à puissance de production égale — l'industrie soviétique et l'industrie américaine, pour la même fabrication, on constate donc un gaspillage d'effectifs invraisemblable qu'on peut évaluer par ces deux nombres : U. R. S. S., personnel employé (pour une usine en tout point comparable à celle installée aux États-Unis), près de 1 700, soit approximativement 2,7 fois plus qu'aux U. S. A. (625). C'est plus particulièrement dans le per-

(1) Nous renvoyons ici aux articles de *La Science et la Vie* sur les nouveaux procédés d'obtention de la lumière en dehors de l'utilisation de l'incandescence, qui sera certainement de plus en plus concurrencée par la luminescence. M. Georges Claude a émis à ce sujet, grâce à ses remarquables découvertes et ses incessants travaux sur l'éclairage, des prévisions qui se réaliseront — *pratiquement* — un jour. On sait que l'incandescence est caractérisée par le fait que l'énergie des radiations émises est empruntée à la température seule (voir *La Science et la Vie*, n° 123, page 181), tandis que, dans la luminescence — qui englobe tout ce qui n'est pas incandescence — l'énergie rayonnante provient d'autres formes de l'énergie (mécanique, tel que le frottement ; chimique, comme l'oxydation du phosphore ; électrique, dans l'électroluminescence des tubes ; luminescence, phosphorescence et fluorescence). On dit qu'un corps est *phosphorescent* lorsque la réémission de la lumière se continue un temps appréciable après que l'excitation a été interrompue, et *fluorescent* quand cette réémission disparaît dès que l'excitation cesse. Exemple de phosphorescence : la peinture au sulfure de zinc ; de fluorescence : une solution de fluorescéine est parfaitement incolore si on la regarde par transparence et apparaît verdâtre si on l'examine latéralement. (Voir *La Science et la Vie*, n° 144, page 447.) — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 180, page 477.

sonnel de maîtrise et le personnel administratif que nous trouvons l'écart le plus grand : 4 fois plus en U. R. S. S. qu'en U. S. A. C'est là, évidemment, un facteur qui alourdit considérablement le prix de revient des produits sidérurgiques, et, de plus, ceux-ci laissent trop souvent à désirer au point de vue de leur qualité. Il suffit, pour s'en rendre compte, de lire certains rapports techniques publiés périodiquement à Moscou sur ces questions relatives à la production. Ajoutez à cela les frais de transports très élevés — le magnifique et puissant centre sidérurgique de Magnitogorsk (Oural) fait venir son combustible des gisements houillers de Kouznietzk (Sibérie), situés à plus de 2 500 km de distance (1) — et vous vous rendrez compte de la majoration de prix qui en résulte ; le coke métallurgique, entre autres, revient ainsi deux fois plus cher à Magnitogorsk que pour les usines situées dans le sud du territoire russe. Quel dommage que ces installations sibériennes aussi perfectionnées, dépassant en capacité même celles des Etats-Unis, ne soient pas rationnellement exploitées et économiquement administrées comme en Amérique ou en Europe Occidentale ! Nous avons déjà antérieurement, au cours d'une série d'études consacrées à l'économie soviétique (2), montré quelles richesses en matières premières renferment la Russie d'Europe et la Russie d'Asie, et quel avenir industriel était réservé à ce grand pays dont le développement pourrait être comparable à celui des Etats-Unis il y a plus d'un siècle. Nous n'avons pas craint d'affirmer que, pour atteindre un tel degré de perfectionnement dans la production, il fallait former tout d'abord, grâce à un enseignement technique approprié, les cadres et la main-d'œuvre nécessaires à chaque industrie. Cela ne peut se faire évidemment sans le concours du temps et d'une éducation professionnelle du peuple slave qui, au cours de générations successives, sera alors capable de s'assimiler les méthodes européennes et américaines et de rivaliser avec les ouvriers qualifiés des autres pays industriels. Nous n'en sommes pas encore là, et c'est ce qui explique bien des choses... (3).

COMMENT L'ŒIL ÉLECTRIQUE PERMET DE RÉCOLTER LE COTON

La cellule photoélectrique (4), que l'on désigne souvent sous le nom d'œil électrique, vient de trouver encore une nouvelle application dans la construction d'un appareil destiné à supprimer la récolte du coton à la main.

Jusqu'ici, en effet, tous les « mécanismes » essayés présentaient le défaut capital de cueillir aussi bien le coton à point que le coton qui ne l'était pas encore, et c'est ce grave inconvénient qui avait obligé à conserver le procédé manuel de récolte pour effectuer la sélection indispensable au bon rendement de l'exploitation.

Un inventeur américain, M. Charles-S. White (Moline, Illinois), a pris récemment un brevet assez original : son appareil comporte une cellule photoélectrique qui permet de discriminer le coton mûr du coton qui ne l'est pas. En effet, le coton qu'on ne doit pas encore cueillir ne possède pas un nombre de fibres blanches suffisant pour que la cellule soit suffisamment impressionnée par la lumière émise. Mais lorsque, au contraire, une touffe de coton se trouve dans les conditions requises pour la cueillette et passe en face de l'appareil, le courant électrique engendré dans la cellule déclenche immédiatement un « preneur » qui saisit le coton et le place sur un « transporteur », qui le conduit dans une poche disposée à l'arrière de l'appareil qui le recueille : la récolte est faite, grâce à la sélection électromécanique.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 264.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 229 ; n° 215, page 391 ; n° 231, page 175 ; n° 244, page 261.

(3) L'U. R. S. S. sans dette extérieure, — et pour cause, — sans dette intérieure, dispose annuellement d'environ 6 milliards d'or métal (évalués en francs), provenant de l'extraction du sous-sol (Oural) qu'il peut jeter sur le marché international de l'or pour se procurer des devises appréciables. Grâce aussi à une récolte de blé dont il peut exporter environ la moitié, il est également en mesure de s'approvisionner de « change » dans de bonnes conditions (plusieurs dizaines de milliards de francs par an, suivant la valeur de la récolte). L'Etat soviétique est donc actuellement l'un des plus riches du monde en métal précieux ou en devises appréciables. Cela lui permet d'acquiescer à l'extérieur ce qui lui manque et de poursuivre à bon compte sa propagande à l'étranger.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 265.

LA MITRAILLEUSE CINEMATOGRAPHIQUE, « ARME » D'ENTRAINEMENT POUR L'AVIATION DE CHASSE

Par Pierre KESZLER

Dans le combat aérien — comme du reste dans les rencontres navales et terrestres — le rendement dépend essentiellement de la puissance du feu. Aux vitesses qu'atteignent aujourd'hui les chasseurs et les bombardiers, de l'ordre de 350 à 550 km/h, le service des engins d'attaque et de défense, mitrailleuses en particulier, est devenu particulièrement difficile. En effet, il s'agit, pendant un laps de temps très court, d'évaluer les corrections à apporter à la visée sur l'objectif en tenant compte et de la vitesse propre du tireur et de celle du but sur leurs trajectoires respectives. L'éducation des réflexes du mitrailleur, dont dépend évidemment l'efficacité du tir, est aujourd'hui assurée, dans la plupart des formations aéronautiques, au moyen de mitrailleuses cinématographiques. Ces engins d'instruction permettent de déterminer avec précision les points d'impact présumés des balles « fictives » au cours de combats d'entraînement. On se rapproche ainsi, autant qu'il est possible, des conditions du combat réel, pour former des mitrailleurs capables de devenir des tireurs habiles et scientifiquement adaptés à leurs fonctions en cas de guerre.

LA question de l'efficacité du tir est, pour les avions militaires, au moins aussi importante que celle de la vitesse. En effet, quelles que soient leurs qualités de rapidité et de maniabilité, ces appareils sont exposés à combattre, c'est-à-dire à essuyer le feu des avions de chasse ennemis et à leur riposter de façon à les descendre au lieu d'être descendus par eux.

Or, les vitesses couramment réalisées aujourd'hui en aéronautique amènent, dans la conduite du tir, des conditions nouvelles qui modifient considérablement les méthodes antérieures. La trajectoire suivie par les projectiles ne dépend plus, en effet, uniquement de leur vitesse initiale, si élevée soit-elle, mais est tributaire également de la vitesse de l'avion.

Si nous considérons le cas de la mitrailleuse de capot, tirant à travers l'hélice suivant l'axe de l'appareil, la vitesse initiale se trouve augmentée de celle de l'avion au moment du départ du coup. Il faut donc ajouter à cette vitesse initiale, qui est de l'ordre de 850 m/s, la vitesse de l'avion qui peut aller de 100 à 130 m/s (360 à 460 km/h). Pour certains appareils de chasse qui dépassent les 500 km/h, l'augmentation atteint presque 150 m/s. Si la mitrailleuse tire en arrière, mais toujours dans l'axe du fuselage, ces vitesses de 130 à 150 m/s sont à déduire de la vitesse initiale qui se trouve ramenée à 700 m/s.

La trajectoire suivie par le projectile ne saurait être la même dans les deux éventualités considérées, et le temps au bout duquel la balle atteindra le but variera dans de larges proportions. Encore ces deux cas sont-ils les plus simples que l'on puisse imaginer ; si le canon de l'arme fait un angle avec l'axe de l'avion, il faut « composer » la vitesse initiale et celle de l'appareil pour trouver la direction dans laquelle la balle partira (fig. 1).

La correction-tireur

En réalité, les choses ne se passent pas tout à fait aussi simplement que cela à bord d'un engin rapide. La composition des vitesses doit subir quelques corrections supplémentaires.

Un avion ne se meut pas dans un plan, mais dans l'espace qui a trois dimensions. Sa vitesse n'est pas constante ; elle varie non seulement avec celle du moteur, mais aussi selon qu'il pique ou qu'il se cabre. D'autre part, sa vitesse et sa direction par rapport au sol, ne sont pas les mêmes que sa vitesse et sa direction par rapport à la masse d'air dans laquelle il se déplace, car cette masse d'air n'est pas immobile. C'est également dans cette masse d'air que le projectile poursuit sa trajectoire, et si ladite masse d'air ne se déplace pas parallèlement au plan vertical initial de cette trajectoire, la balle dérive, c'est-à-dire qu'elle s'écarte

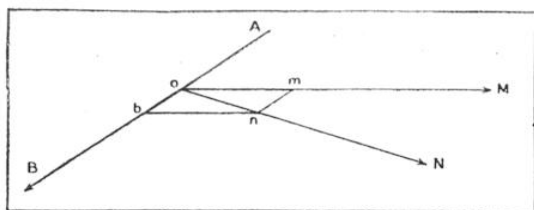


FIG. 1. — PRINCIPE DE LA CORRECTION-TIREUR EN VUE DE TENIR COMPTE DANS LE TIR A PARTIR D'UN AVION DE LA VITESSE DE VOL. L'avion, au moment du départ du coup, marche dans la direction AB avec une vitesse V_a . L'axe de l'arme est dans la direction OM. Pour trouver la direction de départ de la balle, on porte en Om la vitesse initiale V_i du projectile et en Ob la vitesse V_a de l'avion, et on trace le parallélogramme Omnb. La direction prise par le projectile est ON. On se sert en pratique de collimateurs de visée, automatiques ou non, qui dispensent le tireur de tout calcul compliqué.

progressivement de ce plan suivant des lois complexes et difficiles à déterminer. De plus, la rotation de la balle sur elle-même provoque également une dérive.

Tous ces phénomènes ont fait l'objet de recherches approfondies et il existe aujourd'hui des collimateurs de visée, automatiques ou semi-automatiques, qui permettent de corriger la position de l'arme.

La correction-but

Pour un mitrailleur en avion, le but — quant il n'est pas constitué par une troupe, un ouvrage au sol, ou une « saucisse » — est généralement un autre avion, c'est-à-dire un engin se déplaçant, avec une vitesse inconnue et variable, sur une trajectoire inconnue et variable, et qui se trouve, au moment du tir, à une distance inconnue, bien que généralement faible. Il s'agit donc de diriger son arme, non pas sur le but lui-même, mais sur le point où il se trouvera au moment de l'arrivée de la balle et faire en sorte que celle-ci parvienne à ce point à l'instant voulu. Si nous supposons, pour simplifier, que l'avion-but se déplace d'une manière uniforme sur une trajectoire rectiligne, il n'en faut pas moins apprécier l'angle formé par les trajectoires de l'avion assaillant et de l'avion assailli, évaluer la distance et la vitesse du but, et imprimer au canon de l'arme la correction qui en résulte (fig. 2).

En l'occurrence, la vitesse élevée des avions, précieuse pour s'approcher de l'ennemi, devient un obstacle sérieux à un tir précis. Ces vitesses, de l'ordre de grandeur de

100 m/s, obligent, en effet, à ouvrir le feu vers 350 m et à le cesser aussitôt, car, dans la seconde suivante, les deux pilotes, si leurs trajectoires convergent, seront contraints de s'écarter l'un de l'autre pour ne pas entrer en collision ou, si les trajectoires divergent, se trouveront hors de portée.

Pendant la dernière guerre, on tirait généralement entre 150 et 100 m. Si, aujourd'hui, on attendait d'être aussi près pour ouvrir le feu, on aurait toutes chances de détruire l'avion ennemi par emboutissage réciproque, ce qui n'est, évidemment, pas le but cherché.

Cette nécessité de tirer de loin a singulièrement compliqué le problème, parce que si on peut admettre que, jusqu'à 150 m, la trajectoire du projectile est rectiligne, il n'en va plus de même entre 300 et 500 m, et qu'il faut, dès lors, trouver la hausse convenable ou bien accroître la vitesse initiale de la balle dans de fortes proportions — ce qui serait, à vrai dire, la solution *optimum* du problème, mais qui, au point de vue balistique, ne va pas sans de sérieux obstacles.

En outre, la densité de l'air varie selon l'altitude à laquelle se déroule le combat, ce qui modifie la trajectoire de la balle et, par voie de conséquence, la hausse à adopter.

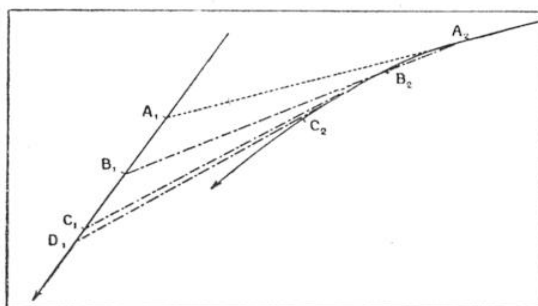


FIG. 2. — PRINCIPE DE LA CORRECTION-BUT DANS LE TIR CONTRE UN AVION EN VOL. L'avion assaillant se trouve en A_2 et sa trajectoire instantanée est figurée par la ligne A_2-A_1 . L'avion assailli parcourt la trajectoire supposée rectiligne $A_1-B_1-C_1-D_1$. En A_2 , l'avion assaillant tire une première salve en pointant son arme sur le point B_1 où l'avion assailli et le projectile doivent parvenir simultanément. Si la correction est juste, le but est touché. Si, au contraire, l'assaillant a sous-estimé la vitesse de son but, il va tirer de B_2 une nouvelle salve en ajoutant à la correction précédente, qui lui aurait donné un axe de visée B_2-C_1 , un nouvel angle qui le fait pointer sur D_1 . L'avion assaillant, à partir du moment où il prend en chasse l'avion assailli, maintient constamment sa direction dans celle de l'adversaire en décrivant une courbe complexe $A_2-B_2-C_2$, appelée « courbe du chien ».

Si l'on considère qu'à tous ces problèmes viennent s'ajouter, pour le chasseur, celui du pilotage et celui de l'esquive devant les coups que tente de lui porter l'adversaire, on conviendra que le tir en avion n'est pas d'une simplicité enfantine.

La formation du tireur

Pour l'instruction du tireur, il faut commencer par les principes généraux de la balistique, puis donner les moyens pra-

L'appareil « Horo-Ciné »

Né en 1923, l'appareil *Horo-Ciné* affecte la forme et les dimensions d'une mitrailleuse *Vickers* ou d'une mitrailleuse *Lewis*. Le « canon » de l'instrument renferme un dispositif optique de grande luminosité qui projette dans la fenêtre d'impression d'une camera cinématographique l'image du champ de tir, ainsi que deux droites — verticale et horizontale — formant réticule. D'autre

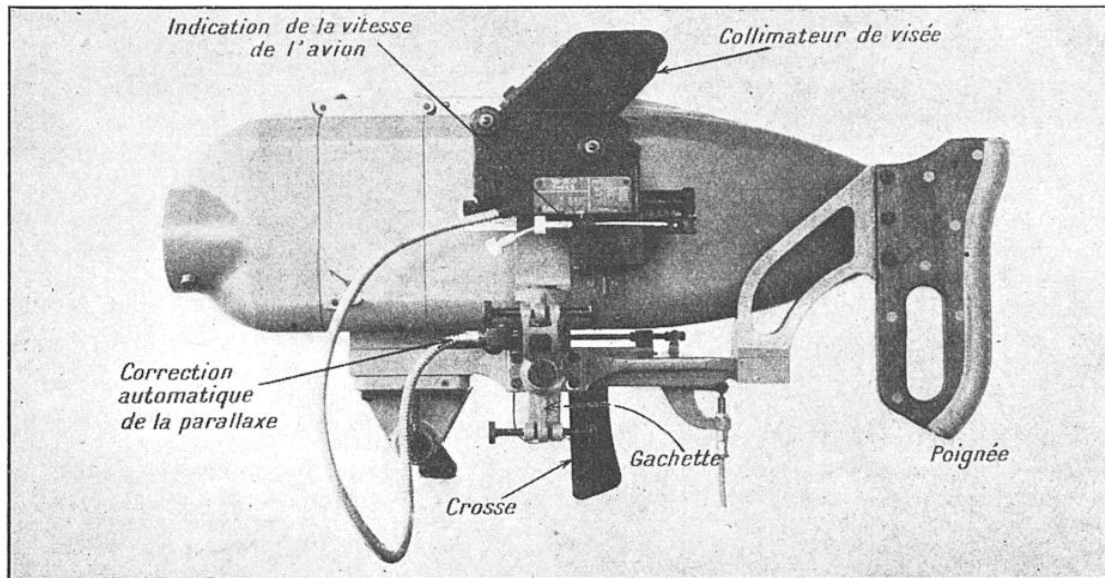


FIG. 3. — VUE D'ENSEMBLE DE LA MITRAILLEUSE CINÉMATOGRAPHIQUE UTILISÉE AUJOURD'HUI POUR L'ENTRAÎNEMENT AU TIR DES ÉQUIPAGES DE « CHASSEURS »

La poignée de cet appareil sert à le pointer en direction. Au-dessous, on aperçoit la crosse, qui porte la gâchette de déclenchement du mécanisme de prise de vue. À la partie supérieure, et sur le côté, se trouve le collimateur de visée qui effectue semi-automatiquement la correction-tireur.

tiques d'effectuer les corrections indispensables. C'est tout un enseignement théorique. Après quoi, il faut passer aux exercices pratiques. L'armée de l'air utilise pour cela un certain nombre de méthodes dont une des plus simples consiste à faire tirer les mitrailleurs avec des balles traceuses sur des ballonnets ou sur mieux encore des cibles remorquées par un avion.

Quand l'élève-tireur commence à atteindre régulièrement le but, il faut le perfectionner, car autre chose est de tirer sur une cible dont on peut aisément apprécier la trajectoire et la vitesse, et autre chose que de faire mouche sur un appareil simulant les diverses phases d'un combat aérien. C'est alors qu'intervient un nouvel engin d'instruction : la mitrailleuse cinématographique.

part, un chronomètre de précision, donnant les cinquièmes de seconde, est situé dans le champ d'un second objectif. Un magasin de film standard de 35 mm contient environ 38 m de pellicule. Selon la cadence adoptée, l'appareil prend 16 ou 32 images par seconde. Dans le premier cas, il n'enregistre que le champ de l'objectif principal, qui est de 225 millièmes; dans le second, une image sur deux est consacrée à l'impression des indications du chronomètre. Un ressort puissant assure le déroulement du film lorsqu'on agit sur la détente.

Après avoir développé la pellicule, on étudie attentivement la position occupée dans le cadre du film par l'image du but; d'après ses dimensions, on est en mesure, connaissant celles de l'avion-but et la focale

de l'objectif, de déduire la distance et, d'après les notes du tireur concernant sa vitesse et son altitude, de déterminer si une balle réelle aurait atteint l'objectif. En comparant les films pris par les deux « combattants » et en relevant l'heure exacte indiquée par les chronomètres, on sait lequel des deux tireurs aurait, le premier, abattu son adversaire.

Les appareils étrangers

La plupart des formations aéronautiques mondiales possèdent des mitrailleuses cinématographiques ; certaines vont même jusqu'à en équiper tous les avions. Selon les pays, on utilise le film normal ou le film de 16 mm (aux U.S.A., par exemple). Ces appareils, conçus à peu près tous de la même façon que l'*Horo-Ciné*, donnent des résultats satisfaisants, mais que les difficultés soulevées par l'accroissement des vitesses rendent insuffisants dans certains cas, notamment lorsqu'il s'agit de déterminer avec précision le point d'impact présumé de la balle fictive. Les dimensions de l'image, même agrandie, sont trop restreintes pour permettre un contrôle rigoureux.

Ce sont des imperfections qui ont amené le constructeur de l'*Horo-Ciné* à envisager la création d'un nouveau matériel susceptible de fournir une précision accrue.

La « ciné-mitrailleuse »

La *ciné-mitrailleuse* n'affecte plus la forme et les dimensions d'une arme réelle. Comme toutes les pièces extérieures d'un avion, elle répond aux exigences de l'aérodynamique. On retrouve, dans son fuselage, les mêmes

organes que dans l'*Horo-Ciné*, disposés différemment et d'une technique plus perfectionnée ; mais le format est agrandi. La pellicule a maintenant 65 mm de large. L'objectif, dont la focale est plus grande — ce qui donne une image plus importante — embrasse un champ de 450 millièmes au lieu

de 225. Cette double précaution a été dictée par l'expérience. En effet, avec les vitesses actuelles, la correction-but devenait si importante qu'il arrivait fréquemment que le champ de l'objectif devenait insuffisant et que, pour une bonne correction, l'image de l'avion-cible sortait du cadre du film.

Par contre, la capacité du magasin a été réduite à 7 m 50 de film au lieu de 38, ce qui correspond à 225 images, chiffre largement suffisant, car les rafales cinématographiques, tirées à la cadence de 15 images/seconde, — c'est-à-dire à peu de choses près au même rythme que les rafales réelles, — n'excèdent pas 5 ou 6 images. Ce ralentissement de la cadence cinématographique, d'une part, et l'importance des déplacements angulaires de l'objet visé, entraînent une obturation relativement longue par rapport au temps d'ex-

position de la surface sensible, si on veut éviter les images floues ou filées.

Comme il importe, au premier chef, que les images soient nettes, afin que les comparaisons et calculs postérieurs puissent s'exécuter, la construction de cette caméra spéciale a fait l'objet de soins remarquables, tant dans sa partie optique que dans sa partie mécanique. C'est vraiment un appareil de haute précision.

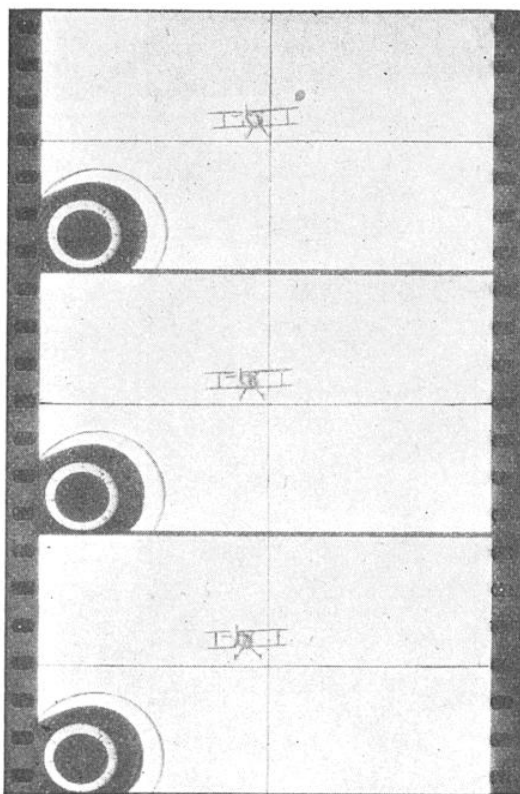


FIG. 4. — FRAGMENT DE FILM PRIS PAR LA « CINÉ-MITRAILLEUSE »

Pour que l'objectif soit supposé atteint, il faut que la trajectoire de l'avion assailli prolongée passe par le centre du réticule et qu'il se trouve, au moment du départ du coup, à une distance du point de convergence telle que le temps qu'il mettra à l'atteindre soit égal à celui que mettrait la balle à parcourir la distance qui sépare la mitrailleuse de ce même point.

Comment on utilise les épreuves de la « ciné-mitrailleuse »

Nous avons exposé plus haut comment, en mesurant l'image, on pouvait savoir si, oui ou non, la balle correspondant à une image aurait touché le but. Grâce aux grandes dimensions de cette image, les calculs sont plus précis et, en outre, en comparant la silhouette photographique de l'avion visé à l'ombre portée par une maquette du même appareil, on parvient à déterminer rigoureusement la trajectoire de l'avion-but au moment du pointage. En continuant le travail avec la même rigueur mathématique, on parvient également à savoir assez exactement en quel point de la cible le projectile a porté. Et ce point est capital. Il est bien évident que, si la balle a fait un trou dans le plan de dérive ou même dans le gouvernail de direction, l'avion ennemi ne s'en portera pas plus mal. Par contre, si le projectile a traversé l'habitacle du pilote ou celui du mitrailleur, touché le moteur ou crevé un réservoir, on peut considérer que l'avion aura été descendu.

Toutefois, en dépit de la grande précision de ces mesures, pour interpréter les images, on est obligé de considérer comme acquis un certain nombre de points. C'est ainsi qu'on suppose qu'entre le départ du coup et l'arrivée de la balle sur le but, la vitesse et la trajectoire de la cible restent constantes, que toutes les balles obéissent aux mêmes lois balistiques, qu'aucune vibration de l'avion-tireur n'est venue modifier la position du canon de l'arme, que le supplément ou la diminution de vitesse causées par les montées en chandelle ou les descentes en piqué sont négligeables, que la dérive latérale sera régulière, etc...

Malgré tout, cette méthode de contrôle donne d'excellents résultats, à condition que les tireurs possèdent, outre la science théorique, cet instinct du chasseur qui fait — l'expérience le prouve actuellement sur différents théâtres d'opérations — que les balles atteignent leur but en dépit de la difficulté pour le pointeur d'apprécier, en une fraction de seconde, des angles, des distances, des vitesses et de traduire ces estimations en gestes précis (1).

Le contrôle du largage des bombes par la photographie aérienne

Certains pays étrangers utilisent, paraît-il, des appareils analogues pour l'instruction

(1) Déjà, à la fin de la Grande Guerre, on avait coutume de chasser en escadrille ; seuls, quelques

des bombardiers. En France, on n'a pas jugé utile, jusqu'à présent, d'en arriver là. Le bombardier se trouve, en effet, dans des conditions beaucoup plus favorables. Bien qu'il ne connaisse que très approximativement la vitesse du vent dans le lit duquel il se déplace, il peut connaître avec plus de précision sa vitesse par rapport au sol, son altitude et les caractéristiques des bombes qu'il doit larguer. Enfin, et surtout, on peut entraîner les bombardiers *sur le terrain* avec des bombes réelles.

Toutefois, lorsqu'il s'agit de juger de l'aptitude du bombardier à atteindre effectivement un ouvrage important, il ne saurait être question de faire sauter une vraie gare pour lui faire la main. On a donc recours à la photographie aérienne. Le dispositif de largage des bombes actionne alors l'obturateur d'un appareil photographique qui prend un cliché du sol survolé. Le chef de bord note, ou fait noter l'heure, le numéro du cliché, la vitesse réelle, la vitesse relative et l'altitude, tandis que le pilote a soin de conserver une trajectoire horizontale et un régime constant du ou des moteurs. Une étude méthodique du cliché obtenu permet de contrôler avec précision l'altitude de l'appareil, par comparaison avec les dimensions connues des édifices photographiés, sa trajectoire instantanée, grâce au réticule de la chambre photographique, et la distance exacte qui séparait l'avion du but au moment du largage. En possession de ces renseignements, on peut déterminer avec une certaine précision le succès ou l'échec du bombardement fictif.

Bien entendu, ces mesures sont effectuées sans tenir compte du trouble que pourrait apporter au bombardier la défense anti-aérienne, ou l'attaque par des avions de chasse. Il en est donc pour le bombardement aérien comme pour le combat entre avions : outre l'instruction théorique, il faut au lanceur de bombes un sang-froid particulier qui, dans les circonstances les plus défavorables, lui permette d'accomplir sa mission.

PIERRE KESZLER.

tireurs exceptionnels et remarquables pilotes se permettaient d'attaquer isolément un avion ennemi et parvenaient à le détruire. A plus forte raison aujourd'hui, la technique de l'attaque en escadrille est-elle presque seule envisagée, ce qui n'élimine pas toute chance à un chasseur d'élite de réussir à abattre seul un avion ennemi. De plus, les avions de reconnaissance ou de bombardement de 1918 possédaient des angles morts dans lesquels les avions de chasse tentaient de se placer pour frapper plus sûrement. Aujourd'hui, les appareils correspondants ont une défense intégrale sans angles morts, d'où la nécessité d'attaquer simultanément de plusieurs côtés pour en créer.

POURQUOI ON A CONSTRUIT UN AUTO-COMPRESSEUR A PISTONS LIBRES

Par Jean MARIVAL

A la suite du dernier Salon de l'Automobile, de nombreux abonnés nous ont demandé des renseignements techniques des plus variés sur les sujets les plus disparates. Au fur et à mesure que notre documentation sera mise au point, les études qui présentent un caractère d'intérêt général pour la majorité de nos lecteurs seront développées selon leur importance au cours de l'année 1938. Parmi les questions posées figurent notamment, à plusieurs reprises, l'examen comparé des différents modes de suspension en automobile, le développement du moteur Diesel dans la locomotion routière et aérienne, les nouvelles boîtes de vitesses, les matières plastiques dans le freinage moderne, les différents types de moteurs de conception neuve, les compresseurs d'air, etc. Dans ce dernier domaine, nous croyons devoir répondre au désir exprimé en décrivant le compresseur à « pistons libres » Pescara, qui constitue une curiosité mécanique peu connue dont les applications pratiques se multiplient sans cesse, depuis l'outillage pneumatique utilisé sur les chantiers de constructions jusqu'à la traction (locomotives à air comprimé), ainsi qu'à la production économique de l'énergie électrique et, demain, à l'aviation.

L'air comprimé considéré comme fluide moteur a trouvé de nombreuses applications, notamment dans l'outillage pneumatique, dans le décapage au sable, la peinture au pistolet, etc. Toutes les fois que la quantité d'air est assez considérable, on doit le comprimer sur place (à moins qu'une distribution urbaine permette son emploi), tandis que, pour les petites applications, on peut se contenter de bouteilles d'air comprimé.

Les appareils mis en œuvre pour l'obtention de l'air comprimé sont constitués généralement, personne ne l'ignore, par des groupes moto-compresseurs comprenant, d'une part, un moteur thermique ou électrique, d'autre part, le compresseur proprement dit, à pistons ou centrifuge. Le rendement du groupe dépend donc à la fois de celui du moteur et de celui du compresseur. Réunir les deux organes en un seul devait donc permettre d'améliorer ce rendement total. C'est ce qui a été réalisé récemment par l'ingénieur Pescara, par l'application du principe dit des « pistons libres ». Il consiste à transformer directement l'énergie fournie par la combustion d'un carburant en énergie de pression d'air comprimé, sans autre intermédiaire que l'énergie cinétique des pistons. Ainsi sont supprimées toutes transformations mécaniques du mouvement réalisées dans les machines alternatives par les bielles, arbres-manivelles et volants. Le rendement total doit donc être accru, grâce à la simplicité du système.

Comment fonctionne l'auto-compresseur à pistons libres

Signalons immédiatement que le volant nécessaire dans les machines ordinaires pour la compression de l'air comburant dans le ou les cylindres moteurs (nous considérons, en effet, le cas d'un moteur à combustion interne, où l'allumage n'est pas assuré par des bougies, mais par l'échauffement dû à une forte compression de l'air nécessaire à la combustion) est remplacé, dans le compresseur à pistons libres, par la réserve d'énergie provenant de l'air comprimé pendant la course motrice. Nous verrons comment.

Pour permettre de comprendre aisément le fonctionnement du compresseur à pistons libres, considérons tout d'abord le cas d'un seul piston (fig. 1).

Dans un cylindre de moteur Diesel à deux temps, pourvu d'orifices de balayage et d'échappement, peut coulisser un piston de forme spéciale et dont la tête présente un plus grand diamètre que le corps. Cette tête se meut dans un cylindre de compresseur muni de ses clapets d'aspiration et de refoulement. Mais le piston présente une autre particularité. Il est foré suivant son axe, et dans la chambre de compensation ainsi formée s'insère un piston fixé rigidement sur le fond du cylindre compresseur. Nous verrons plus loin le rôle de cette chambre, qui est mise en communication avec le cylindre compresseur par des canaux.

Voyons maintenant le fonctionnement du

système. Sous l'effet de la combustion dans le cylindre Diesel, la détente des gaz pousse le piston vers la droite. L'énergie de détente se transforme donc en énergie cinétique, et le piston comprime l'air dans le cylindre compresseur. Le bloc des pistons s'arrête lorsqu'il a transmis toute son énergie. A ce moment, il est renvoyé en sens inverse par la détente de l'air comprimé restant dans l'espace mort du cylindre compresseur. Pendant cette course de retour, le piston

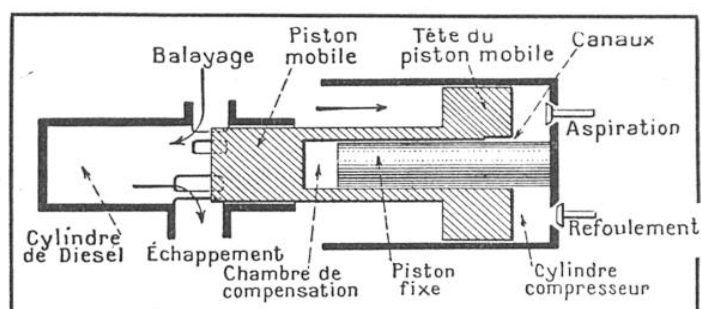


FIG. 1. — SCHÉMA DE PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT D'UN AUTO-COMPRESSEUR A PISTONS LIBRES

Sous l'effet de la combustion dans le cylindre du Diesel, le piston est poussé vers la droite. Dans cette course, il comprime l'air dans le cylindre compresseur et le refoule. Lorsque l'énergie cinétique du piston est absorbée, la détente de l'air restant dans l'espace mort du cylindre compresseur renvoie le piston vers la gauche. Pendant cette course, le piston comprime dans le cylindre du Diesel l'air comburant nécessaire à la combustion pour le cycle suivant. La chambre de compensation a pour but de maintenir constante l'énergie renvoyant le piston vers la gauche lorsque le régime varie. En effet, l'espace mort du cylindre compresseur ne reste pas constant lorsque le régime varie, et la quantité d'air disponible pour assurer le retour du piston pourrait devenir insuffisante. Mais, lorsque l'espace mort diminue, la compression augmente dans la chambre de compensation.

l'air comburant nécessaire à la combustion pour le cycle suivant.

Dans un tel système, il est aisé de comprendre que toute l'énergie cinétique du piston est utilisée pour comprimer et refouler l'air. Si on augmente la puissance motrice (c'est-à-dire la quantité de combustible injecté dans le cylindre Diesel), la course du piston s'accroît et le refoulement d'air également.

Mais, dans ces conditions, l'espace mort diminue et, en même temps, la quantité d'air disponible pour assurer le retour en arrière du piston

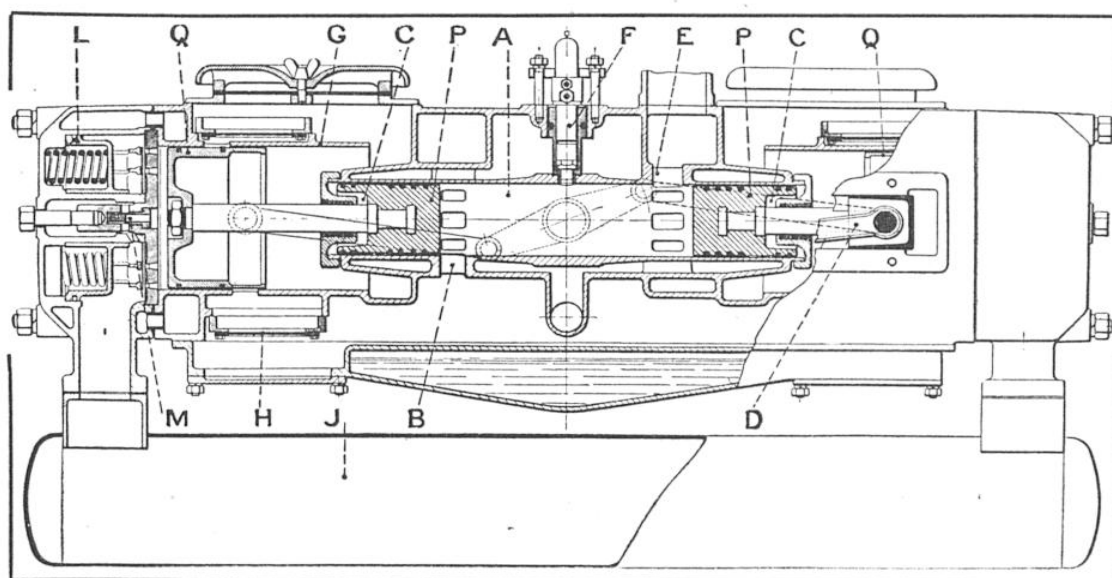


FIG. 2. — COUPE D'UN AUTO-COMPRESSEUR « PESCARA », A DEUX PISTONS OPPOSÉS

A, cylindre Diesel ; B, orifices de balayage ; C, chambre de compensation ; D, embiellage de synchronisation ; E, orifices d'échappement ; F, injecteur de combustible ; G, cylindre compresseur ; H, clapet de balayage ; J, réservoir d'air ; L, piston de blocage des clapets de refoulement ; M, clapet auxiliaire de refoulement ; P, pistons moteurs ; Q, pistons compresseurs.

utilisé pour la compression de l'air comburant. C'est ici qu'intervient la chambre de compensation dans laquelle la pression d'air et, par conséquent, l'énergie emmagasinée s'accroissent avec la course du piston. Les dimensions de cette chambre sont précisément calculées pour que l'énergie totale (espace mort du compresseur + matelas d'air de compensation) soit constante à tous les régimes, de la marche à vide à la puissance maximum.

La régulation d'une telle machine consiste donc simplement à proportionner la quantité de combustible brûlé au volume d'air refoulé. Le régulateur, soumis aux variations de pression du réservoir d'air, agit donc sur le débit de la pompe à combustible, ce qui suffit pour modifier simultanément la puissance motrice, la course du piston et le débit d'air de l'appareil.

Ainsi que nous l'avons signalé, il n'y a pas, dans un tel dispositif, d'accumulation permanente d'énergie (pas de volant), ce qui permet d'atteindre une grande souplesse de marche. En effet, satisfaction peut être donnée instantanément à toute variation de débit d'air, et un arrêt subit peut être obtenu au cas d'une avarie quelconque ou d'une résistance anormale.

Voici l'ingénieuse réalisation pratique des compresseurs à pistons libres

La machine schématisée comme nous venons de le faire ne serait pas pratiquement réalisable, car les oscillations d'un seul bloc de pistons donneraient lieu à des réactions importantes sur le carter. Or, l'équilibrage nécessaire a été obtenu très simplement, en disposant dans un même cylindre-moteur deux pistons identiques opposés, se déplaçant en sens inverse, disposition qui a d'ailleurs fait ses preuves depuis long-

temps dans certains moteurs Diesel (fig. 2).

Considérons le piston compresseur refoulé vers la gauche par les gaz de combustion. Au début, l'air qu'il comprime s'échappe par des lumières spéciales, le clapet *H* et s'accumule dans le réservoir d'air de balayage pour s'échapper à fin de course par les lumières *B*. Les gaz brûlés sont entraînés vers l'échappement *E*. Continuant sa course, le piston *Q* obture ces lumières et comprime l'air dans le cylindre *G* (le piston de droite effectue en même temps les mêmes opérations). La synchronisation des mouvements des deux pistons est assurée

par des bielles légères reliées à deux balanciers oscillants. Elles n'interviennent que pour compenser des efforts secondaires (différences de frottement des segments, par exemple).

Comment est assuré le démarrage, pourrait-on objecter, puisqu'il n'y a pas de réserve d'énergie dans ce système ? Il faut, en effet, obtenir la compression de l'air nécessaire à la

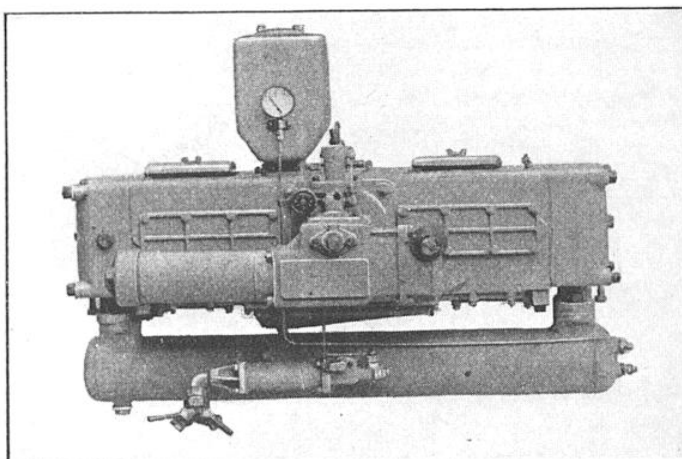


FIG. 3. — BLOC-MOTEUR D'AUTO-COMPRESSEUR DE 16 CH

Ce type d'auto-compresseur débite 1 500 litres d'air par minute, à la pression de 7 kg/cm². Sa consommation horaire pratique est de 2,400 kg de gas-oil et de 60 g d'huile. Pesant 700 kg, cet appareil est surtout destiné aux entreprises de travaux publics.

première combustion. Dans le cas des machines de faible puissance, on utilise un ressort puissant, préalablement bandé à la main, et, pour les grosses machines, un dispositif pneumatique de lancement.

Mais ce n'est pas encore suffisant, car, à ce moment-là, le réservoir *J*, et par suite, les espaces morts des cylindres compresseurs ne sont pas sous pression. Aussi bloque-t-on les clapets de refoulement au moyen d'un piston *L* poussé par des ressorts pour isoler momentanément les espaces morts d'avec le réservoir.

Le refoulement ne peut se faire alors que par un petit clapet *M*, de sorte que la pression obtenue dans l'espace mort suffit pour renvoyer les pistons. Quand la pression dans le réservoir d'air est devenue normale, une soupape commandée par le régulateur met la surface externe du piston de blocage *L*

en communication avec l'atmosphère. Ce piston est alors repoussé par l'air comprimé et libère le clapet de refoulement normal.

Ainsi l'auto-compresseur Pescara présente une grande simplicité mécanique ; son rendement est élevé ; toutes les forces alternatives y sont parfaitement équilibrées ; les démarrages sont toujours assurés, même par temps très froid ; le réglage du débit est automatique et instantané, à la demande des outils pneumatiques qu'il est susceptible d'alimenter, de zéro au maximum.

De l'auto-compresseur d'air à la turbine à gaz

Actuellement, un petit modèle de compresseur de 16 ch est couramment utilisé par les entreprises de travaux publics. Il débite 1 500 litres d'air par minute à la pression de 7 kg/cm² et peut alimenter un gros brise-béton. Il est établi par la maison Bréguet, qui a construit également un type de 32 ch dont un modèle a fonctionné jour et nuit, sans entretien, pendant plusieurs semaines, sur les chantiers de l'Exposition.

Il a été également construit une machine de 200 ch qui a été montée, à titre d'essai, sur une locomotive de manœuvre, aux lieu et place de la chaudière. L'air comprimé à la pression de 10 à 15 kg/cm² était envoyé directement aux cylindres de la locomotive.

Dans le domaine de la traction sur rails, de nouvelles machines d'encombrement plus réduit sont actuellement à l'étude ; elles permettront d'équiper des locomotives beaucoup plus puissantes par le groupement d'unités indépendantes, d'où plus de souplesse et de sécurité.

La consommation a été abaissée à 176 g

de combustible par ch.heure en air comprimé adiabatique (1). Dans ces conditions, le rendement ressort à 25 à 26 %. Avec les nouveaux types de machines, ces chiffres, déjà excellents, seront améliorés.

M. Pescara a étudié également une autre classe de machines à pistons libres, qui utilisent un nouveau cycle à pression variable et destinées à l'alimentation des turbines à gaz à basse pression et à basse température. Ces générateurs, où la pression moyenne est élevée dans le cylindre moteur, sont susceptibles de fournir une grande puissance sous un encombrement réduit et un faible poids. Leur application semble donc particulièrement intéressante dans les centrales électriques, et surtout dans la marine, et même l'aviation.

Le rendement thermique des installations de ce genre atteindrait 36 à 38 %, soit les meilleurs rendements des

moteurs Diesel, sans que la température des gaz envoyés aux turbines dépassent 500°. Ainsi se trouverait résolue industriellement la turbine à gaz, qui se heurte encore actuellement à de nombreuses difficultés dues notamment soit aux températures des gaz de combustion, difficilement compatibles avec une bonne marche des turbines, soit à des rendements insuffisants, si l'on se limite à des températures acceptables.

On attend beaucoup des prochains essais industriels du premier générateur de ce type actuellement en montage. J. MARIVAL.

(1) Cela signifie que la quantité d'énergie que l'on obtiendrait par la détente adiabatique (sans échange de chaleur avec l'extérieur) de l'air comprimé serait de 1 ch.h pour une consommation de 176 g.

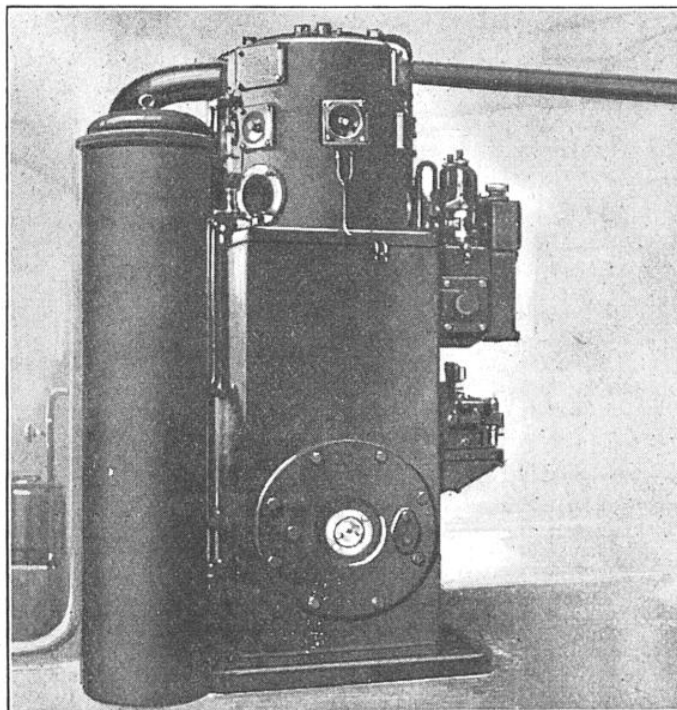


FIG. 4. — AUTO-COMPRESSEUR « PESCARA », TYPE VERTICAL INDUSTRIEL FIXE DE 150 CH

LES LIVRES QU'IL FAUT MÉDITER

Sous cette rubrique, une personnalité éminemment qualifiée pour chaque genre d'ouvrage analyse les livres les plus récents, qui font époque dans les différents domaines de la pensée humaine appliquée à l'interprétation des faits et des idées modernes.

CIRCUITS D'ÉCHANGES ET CIRCUITS MONÉTAIRES DOCTRINES DE LIBÉRALISME ET D'AUTARCIE DANS L'ÉCONOMIE MODERNE

DEPUIS que les « expériences » de MM. Hitler, Mussolini, Roosevelt et Staline se poursuivent systématiquement dans le domaine économique, avec plus ou moins de bonheur, une branche de la littérature internationale s'est consacrée à l'examen des deux grandes doctrines — libéralisme et dirigisme — qui, actuellement, s'affrontent dans les différents Etats de l'ancien et du nouveau monde. L'expansion économique qui, de 1932 à 1937, s'est à nouveau manifestée avec une grande intensité, sinon avec toute la régularité désirable, a cependant, hélas ! laissé de côté la production industrielle de la France. (L'indice 100, en 1913, est passé à 167 en 1937 pour l'ensemble des autres grandes nations, alors qu'il a oscillé entre 96 et 101 dans notre pays, pour ne citer ici que ces deux indices au point de vue comparatif). Ce retard, ou plus exactement, ce déséquilibre de l'économie française résulte de causes multiples, parmi lesquelles figurent la hausse des prix intérieurs, la sous-production, la diminution du pouvoir d'achat découlant de la dégradation de la monnaie. Si les nouvelles lois concernant le travail ont occasionné de nouvelles charges à la production, elles n'interviennent cependant que pour une part relativement minime (par rapport aux charges fiscales, par exemple, sans cesse accrues). Du reste, la situation économique de la France était aussi précaire (voir les indices comparés) dans les années antérieures où la nouvelle charte du travail n'existait pas encore. Ces considérations nous incitent donc, en toute objectivité, à chercher, dans les œuvres françaises et étrangères, les études consacrées tout spécialement aux questions « brûlantes » de l'économie politique actuelle. Parmi celles-ci vient de paraître en France un livre traduit de l'allemand digne de retenir l'attention. Il est intitulé : *Le circuit économique (libéralisme ou autarcie)*, par Ferdinand Grünig (traduction Gaël Fain) (1). L'auteur en

conçut le plan en 1932, alors que le III^e Reich subissait une crise aiguë, comme la plupart, du reste, des autres nations du globe à cette époque. Il s'agissait pour lui d'examiner les moyens de ranimer le mouvement des affaires en se plaçant au point de vue de la *production*, des *circuits d'échange*, de la *consommation*. C'est là une « tentative » méritoire puisqu'elle a pour but d'expliquer et de faire mieux comprendre en quoi consiste l'organisme économique, en étudiant sa structure, son fonctionnement en vie normale, ses tares, ses maladies. M. Grünig a établi à cet effet des « modèles économiques » et des « tableaux de relations statistiques » d'après les différentes manifestations de l'activité nationale. C'est, en somme, la méthode analytique appliquée au contrôle des affaires dans les divers domaines de cette activité. De là, l'auteur a tiré une doctrine, une méthode, des conclusions pratiques qu'il expose, tout au long, dans son important ouvrage logiquement bâti, clairement aménagé. L'économiste si averti des phénomènes financiers qu'est le traducteur M. Fain, devait donner à ce livre la meilleure chance de pénétrer dans les milieux intellectuels français. Voici donc ce dont il s'agit : une orientation exagérée de la pensée économique contemporaine a tourné, au cours des dernières années, la plupart des écrivains qualifiés vers l'expression financière (lisez « bancaire ») de la vie économique actuelle. Cela tient évidemment aux récents bouleversements des parités monétaires, des fluctuations désordonnées des prix, aux problèmes angoissants d'équilibre des budgets d'Etat en déficit chronique, etc. Or, il importe, pour tout économiste, de ne pas considérer les données monétaires comme des « fins en soi », mais seulement comme des moyens d'expression numérique d'une réalité économique. Nous savons, par expérience, ce que valent maintenant les prévisions de certains oracles, par exemple, sur les guerres prolongées à crédit, les conséquences « inéluctables » des dévaluations,

(1) Prix franco : France, 39 f 60 ; étranger, 41 f 60.

l'exécution de plans autarciques qui étaient voués à l'échec... et tant d'autres pronostics qui se sont effondrés devant les faits. Entre les théories et la pratique, il y a le stade — éliminatoire — de l'expérimentation « clinique »... Le temps n'est plus où la vie économique d'une nation devait être considérée comme conditionnée par un régime à la fois juridique et monétaire hors duquel il n'y avait pas de salut. Les « sages » (*sapiens*) admettent aujourd'hui que *production, échanges, consommation* constituent essentiellement les facteurs déterminants de l'activité économique. Ces trois grandeurs vectorielles (forces) remplacent les données du droit et de la finance dans la « marche » des affaires. Voilà ce que M. Grünig s'est efforcé de mettre en évidence au cours d'un exposé de quatre cents pages consacrées aux principes de la mécanique économique, aux enquêtes sur le « modèle économique », à la restauration de l'économie allemande, y compris la partie constructive relative au « modèle économique » en vingt-quatre tableaux. Pour ce savant auteur, dégagé de tout conformisme, la production comme la consommation commandent en effet l'activité économique tout entière. Quant à la répartition, elle ne jouerait, selon lui, qu'un rôle moral et social. Ce rôle est d'arrière-garde ou d'avant-garde suivant qu'une poussée massive de la production aboutit — automatiquement — (sous peine d'être stoppée dès le début) à une élévation générale des niveaux d'existence, ou provoque au contraire (par suite de changements dans cette répartition) un essor ou une régression de l'activité dans la production. Ainsi, on est amené à concevoir ce que M. Fain désigne très expressivement sous le vocable de « revenu national réel » et que les Allemands appellent « produit social ». C'est, en somme, l'ensemble des marchandises et services qui sont mis, sur le marché, à la disposition du consommateur (1). Les citoyens de chaque nation n'ont à se partager que ce revenu réel et la fraction des marchandises et services à prélever sur le produit social. C'est ainsi qu'on peut définir le fameux « pouvoir d'achat », dans le cas bien entendu où le citoyen ne thésauriserait pas... Mais alors, si le revenu réel national s'affaïssait (production moindre de marchandises et de services), ce pouvoir d'achat — du moins pour le citoyen moyen — diminue aussi. Et vous aurez beau faire : ni artifices monétaires, ni autres moyens trompeurs ne pourront y apporter de remède ; ils ne feront que « camoufler » la régression... Certains ne manqueront pas de faire remarquer qu'on peut améliorer ce « pouvoir » en modifiant la répartition des droits de propriété sur les capitaux générateurs de revenus. M. Grünig, se basant sur le principe de continuité, admet

(1) Il faut y ajouter évidemment les marchandises et services fournis par l'étranger à titre d'échanges.

que si cette répartition des revenus subit une transformation *trop rapide*, elle aboutit inéluctablement à l'immobilisation d'une partie des installations existantes et, par suite, à la mise en chômage d'une partie de la main-d'œuvre *qualifiée*. Nous voulons bien le croire, car les consommateurs dont les revenus auront diminué s'orienteront, par voie de conséquence, vers les marchandises et services moins coûteux, entrant ainsi, de ce fait, en concurrence directe avec les autres catégories de consommateurs (par exemple : les grands appartements seront abandonnés au profit de logements plus petits parce que moins chers). Il s'agit ici de bénéfices et de rentes distribuables qui constituent le revenu proprement dit des capitaux. Mais, à ce propos, il est logique de noter que si la collectivité était amenée à reprendre tout l'*actif*, mais aussi tout le *passif* des particuliers, — se substituant ainsi à eux dans leurs droits comme dans leurs charges, — il est probable qu'une telle mesure ne changerait pas grand'chose au pouvoir d'achat du citoyen moyen... Pour qu'une réforme de structure aussi profonde ait quelque chance de réussite, il faudrait envisager *simultanément* la réforme de l'organisation dans la production... Mais ce principe de l'économie « rationnelle » cher à M. Grünig entraîne d'autres conséquences, parmi lesquelles nous mentionnerons ici l'inefficacité de réduction des salaires et les dangers de la déflation, à laquelle l'auteur dénie toute efficacité. Il prescrit, au contraire, de tirer le meilleur rendement de l'instrument existant (main-d'œuvre, outillage, capitaux), et ici il faut bien reconnaître que M. Grünig n'écarte pas ce facteur (mis en avant par tant d'autres ces derniers temps) : essor trop rapide du progrès technique et surproduction. Et voici comment il justifie sa manière de voir à ce sujet : si des usines ultra-rationalisées fabriquent des produits destinés à la consommation des masses, tout en n'employant qu'une main-d'œuvre restreinte, le circuit des échanges cessera de fonctionner ; si des sociétés investissent des capitaux, par exemple, dans la construction en grande série de logements à bon marché, elles ne pourront trouver de locataires que si ceux-ci « touchent » des salaires qui leur permettent d'en acquitter le loyer. Au point de vue du circuit des échanges, on doit admettre, par contre, que celui-ci s'élargit en s'étendant à l'ensemble des travailleurs qui, directement ou indirectement, participent à la confection d'un objet (ici bâtiment). Dès lors, on peut se poser cette question : à combien d'ouvriers devrait-on faire appel pour construire ces immeubles et combien d'années seraient nécessaires pour que la quantité de logements soit suffisante pour abriter — décemment — la totalité des familles françaises ? Dans ces conditions, il est certain

que la grande majorité des immeubles seraient alors occupés...

Un autre problème à résoudre pour remédier au déséquilibre entre la production et la consommation consiste à *transférer*, entre les marchés, les énormes dettes accumulées (résultant à l'origine de dépenses improductives, notamment pour les armements, etc.) et qu'il faudrait définitivement *liquider*. D'après M. Grünig, il semble que l'ampleur et la prolongation d'une crise économique tiennent à ce que les possesseurs de droits de créance ont souvent refusé à leurs débiteurs (intérieurs et extérieurs) les moyens de s'acquitter avec les produits de leur travail (marchandises, services); de là, la paralysie des échanges puisqu'il y a *impossibilité de transferts* de richesses, sans négliger cet autre grave facteur de paralysie : la *thésaurisation*... Voilà deux causes principales de la crise actuelle. Et on le conçoit aisément : le revenu national réel est constitué, nous l'avons vu, par la masse des marchandises et des services produits annuellement; une certaine fraction n'est pas susceptible d'être *échangée* ou *consommée* (soit qu'ils soient mal adaptés aux besoins du marché, soit qu'ils soient en surproduction momentanée), mais la majeure partie de ces marchandises et de ces services doit — normalement — être absorbée par ceux qui détiennent un pouvoir d'achat. Il arrivera également ceci que le phénomène de thésaurisation des épargnes intervenant (pour des causes diverses : habitudes de restriction, craintes d'événements et pessimisme) détermine, lui aussi, la *sous-consommation*. Autrement dit, si on additionne les revenus consommés et les revenus épargnés (ou investis), d'une part, et, d'autre part, la totalité des marchandises de consommation et de services disponibles, on aboutit à l'égalité entre les deux membres de cette équation. Il est facile d'en tirer alors cette déduction : si un équilibre relatif existe entre la production globale (marchandises et services) et le pouvoir d'achat de la consommation totale (salaires et revenus), et si une fraction, plus ou moins importante, de ce pouvoir d'achat demeure *thésaurisée*, il y a *mévente* inévitablement — et cela en dépit des sacrifices de prix consentis par le producteur ! Il en résulte, par suite, une situation dangereuse ; car, la production étant de plus en plus réduite, la création de capitaux productifs est suspendue. Il semble alors, *a priori*, que le procédé le plus simple pour déclencher la « reprise » (et aussi pour la consolider) consisterait à développer la production des marchandises et services de consommation et celle des biens *durables*. Mais, là encore, on doit tenir compte de la thésaurisation, cet obstacle — le plus sérieux — à surmonter avant d'atteindre le but. A ce propos, M. Gaël Fain a très judicieusement souligné l'influence démesurée qu'exerce maintenant, sur la vie économique, le « plé-

biscite » des épargnants (la « structure » des placements étant devenue de plus en plus démocratique) et aussi cet autre facteur impondérable : la confiance. Une telle constatation semblerait nous autoriser à concevoir une notion de l'épargne obligatoire et un contrôle par l'Etat des investissements à long terme... Telle serait du moins l'une des conclusions de M. Grünig, fondée sur l'observation directe et l'analyse statistique. Et c'est ainsi qu'il est arrivé à définir les « états économiques », qui correspondent *expérimentalement* aux variations des différentes données précédemment énumérées. C'est de là qu'est née, dans l'esprit de l'auteur, cette autre conception des *tableaux synthétiques* construits sur le *modèle économique*. Et voici en quoi cela consiste : M. Grünig regroupe tous les éléments productifs et consommateurs de l'économie nationale (1) en un certain nombre de sections ; il remplit ensuite les cadres de chacune de ces *sections* (travail de statistique), afin de mettre en évidence les relations s'établissant entre elles selon que les *compensations* s'effectuent plus ou moins totalement, c'est-à-dire suivant que les « circuits d'échanges » fonctionnent plus ou moins parfaitement. Ainsi se trouvent placés en présence : ensemble des producteurs, ensemble des consommateurs, ensemble des épargnants, et enfin Etat. Tel est, schématisé, le dispositif d'analyse économique imaginé par M. Grünig, qui fournit ainsi aux « planistes » une documentation très précise (chiffres exacts) et fort complète (ensemble de tous les facteurs intervenant). D'après les calculs du savant et laborieux statisticien sur la production allemande non affectée par les opérations d'échange (de groupe à groupe), celle-ci atteindrait 45,5 % si on tient compte de la production absorbée par l'autoconsommation (fermiers, etc.) et la compensation directe (2)...

Telle est exposée, dans ses grandes lignes, la doctrine économique de M. Grünig. Il examine ensuite son application au Reich de 1933 en vue d'y déclencher le rétablissement de ces *circuits d'échanges* si fâcheusement interrompus. Il y a là des aperçus et des propositions qui méritent d'être médités par les économistes de tous les pays. On sait, du reste, qu'en France la solution proposée en matière d'échanges extérieurs consistant dans la généralisation du système des accords de compensation ne rencontre plus beaucoup de partisans depuis leur échec retentissant dans le domaine des exportations (*clearings*, notamment). C'est, en effet, une technique de transferts qui s'est révélée jusqu'ici inefficace. Par contre, à notre

(1) Sans oublier les Services publics et les Institutions de Prévoyance publique ou privée.

(2) En France, pays agricole, ce pourcentage est sans doute plus élevé, ce qui expliquerait la résistance relative de notre pays à la crise économique au cours de ces dernières années.

point de vue, l'action des crédits à long terme (à taux d'intérêt fixé par décret) mérite qu'on discute une telle suggestion, en dépit des sérieuses objections qu'elle soulève dans certains milieux. Elle entraînerait évidemment un contrôle rigoureux des exportations de capitaux, notamment... mais le problème de la distribution du crédit par l'Etat n'en demeure pas moins posé. Quoi qu'il en soit, dans cette œuvre magistrale, due à M. Grünig, il y a des vues originales dont l'intérêt est immédiat. Ainsi, sa politique des grands travaux — si on ne cite ici que cet exemple — pour développer l'activité des industries du bâtiment mérite toute notre attention, même en 1937, bien que l'auteur l'ait élaborée dès 1933...

En résumé, toute activité économique se traduit par des *circuits d'échanges* qui relient les producteurs aux consommateurs et auxquels correspondent des *circuits monétaires* fonctionnant en sens inverse. Si le fonctionnement régulier de ces circuits est obstrué, l'équilibre économique est rompu, et c'est alors la crise qui éclate ! Or, la principale cause de ces troubles organiques réside dans les difficultés de transfert (marchés extérieurs et aussi marché intérieur). Celles-ci se manifestent lorsque les créanciers se refusent à accepter et les *produits* et les *services* offerts par leurs débiteurs, préférant *thésauriser* des revenus dont le recouvrement, par contre-coup inéluctable, s'avère de plus en plus difficile, sinon impossible. C'est en tenant compte d'une telle situation que M. Grünig a dressé alors ses différents « états économiques » qui caractérisent, suivant lui, la *situation d'une nation* selon qu'on y applique une politique de restriction ou une politique d'expansion (thésaurisation stérile ou investissement productif). De là, des mesures de redressement préconisées que tout esprit impartial doit analyser en toute objectivité, en vue de savoir si l'on doit s'orienter vers le « dirigisme » et l'« autarcie » pour s'évader du cadre du « libéralisme » économique. Nous avons déjà à ce sujet exposé ici (1) certaines conceptions émanant de personnalités éminemment qualifiées — telle que celle de M. Detœuf, directeur géné-

ral de l'Alsthom — qui démontrent que nous devons renoncer à conserver intégralement certaines formules « économiques » aujourd'hui plus ou moins périmées.

Les solutions suggérées par M. Grünig peuvent fort bien, du reste, s'adapter à une forme de libéralisme économique *évolué*, en tenant compte de l'évolution des faits dans le temps comme dans l'espace. L'important est de savoir si ce libéralisme économique est viable ou non, en tenant compte et des circonstances actuelles (1) et du domaine économique où se manifeste ce phénomène permanent de la « résonance » politique.

B. G.

(1) Pour bien comprendre la « thèse » de M. Grünig que nous venons d'exposer, et qui peut paraître quelque peu hermétique aux non-initiés, nous tenons à rappeler ici quelques données générales de l'économie politique. La *balance commerciale* (qu'il ne faut pas confondre avec la *balance des comptes*) embrasse les échanges de marchandises entre un pays et les autres nations ; ce n'est qu'une fraction de l'activité économique de ce pays. C'est, au contraire, la *balance des comptes* seule qui embrasse la *totalité* de cette activité ; cette balance résultant des créances et des dettes engendrées précisément par les échanges de *marchandises* et de *services* (au cours d'une année) ou du règlement (en espèces) d'opérations antérieures, mais donnant lieu à des paiements (intérêts et capital) effectués dans la même année. Alors, ceci dit, notre *balance des comptes* englobe notre balance commerciale, les dépenses de nos nationaux à l'étranger et des étrangers dans notre pays, les frets et assurances, les commissions versées aux banquiers et agents étrangers, les revenus des capitaux placés à l'étranger, etc., et tout ceci constitue ce que l'on peut appeler la *balance des revenus*. Ce sont précisément ces catégories de revenus qui peuvent — et c'était le cas pour la France il y a encore quelques années de 1929 à 1931 — *combler le déficit* de la balance commerciale. Ainsi, celle-ci était bien réellement déficitaire dans ces trois années ; mais les importations dites « invisibles » des touristes étrangers avaient rétabli l'équilibre (déficit commercial, 13 milliards environ en 1930 ; plus de 12 milliards entrés en France par suite des dépenses effectuées par les étrangers qui y sont venus pendant la même année). Actuellement (1936, 1937), le déficit commercial est trop grand pour être comblé par ces revenus de source étrangère. Alors, notre *balance des comptes* se solde par des sorties d'or. D'autre part, il ne faut pas méconnaître non plus les méfaits de la *thésaurisation* de l'or (due aux bouleversements monétaires) qui, en général, se traduisent par la baisse des prix, qui engendre à son tour la crise économique. C'est pourquoi les Etats s'efforcent de faire « sortir » les capitaux stériles. Mais, de tout cela, on doit surtout retenir que le « repliement sur soi-même » — dérivé du défaut de concordance entre les *productions* nationales et les échanges internationaux — a conduit certains doctrinaires à ce paradoxe : produire plus et échanger moins...

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 242, page 141.

Sur quatre citoyens français (population active), il y a un exploitant agricole. Or, actuellement, l'indice des revenus bruts provenant de l'agriculture est à peu près de 376, par rapport à l'indice de base 100 pour l'année 1913 ; mais le pouvoir d'achat correspondant est seulement de 71 par rapport à 100 (en 1913), soit une diminution de près de 30 %. La revalorisation insuffisante des produits agricoles, la fixation officielle du prix de vente pour certains d'entre eux ont donc provoqué actuellement un déséquilibre persistant aux dépens des producteurs. Il ne s'agit ici ni des intermédiaires, ni des revendeurs qui continuent à prélever un bénéfice au moins égal à celui qu'ils prélevaient en 1913 en ajustant eux-mêmes leurs prix de vente.

1937 : ANNÉE DE L'EXPOSITION DES TECHNIQUES, A PARIS

LES RÉALISATIONS DE LA TÉLÉVISION ALLEMANDE SURCLASSENT ACTUELLEMENT TOUTES LES AUTRES

Par P.-M. DELAUNAY

La Deutsche Reichspost a présenté, à l'Exposition de 1937, une installation en fonctionnement de l'appareillage utilisé en Allemagne pour les émissions de télévision. Qu'il s'agisse de téléphonie-télévision, de télécinéma, de camera électronique, les principes (1) mis en œuvre pour l'exploration des images et la transmission des « signaux » sont à peu près les mêmes dans tous les pays. Aussi doit-on attribuer surtout l'excellence des résultats obtenus par la Reichspost — au point de vue luminosité, netteté et stabilité des images — à la précision et aux soins minutieux apportés dans la fabrication et l'installation. Les techniciens allemands, en effet, ont su résoudre ainsi tous les problèmes d'ordre mécanique, optique, électrique, en les étudiant et en les mettant patiemment et méthodiquement au point un à un. Aujourd'hui, un service de visio-téléphonie (téléphone-télévision) fonctionne régulièrement entre Berlin, Leipzig, Nuremberg et Munich, et c'est là un résultat pratique encore unique au monde. On annonce déjà la mise en service prochaine d'un réseau d'émetteurs de télévision avec des stations à Witzleben (près de Berlin), dans le Taunus (près de Francfort) et sur le Brocken (près de Hanovre). L'industrie allemande surclasse actuellement, dans ce domaine, la production étrangère. C'est elle qui a fourni le câble coaxial qui relie, à Paris, l'émetteur de télévision installé au pied de la Tour Eiffel avec l'antenne disposée au sommet. A ce propos, qu'il nous soit permis de regretter que les essais de cette nouvelle installation émettrice, qui devait fonctionner au cours de l'Exposition de 1937, n'aient pas encore abouti à une mise au point satisfaisante. Dans de telles conditions, on peut se demander si la puissance de 30 kW prévue pour la fin de 1937 sera réalisée. Dans le domaine des réalisations de la télévision — comme dans certains autres relevant des sciences appliquées et de leurs techniques — la France est considérablement en retard. L'œuvre de synthèse présentée à l'Exposition de Paris — résultante des activités constructives des autres nations — autorise un tel jugement. Tout observateur impartial doit le reconnaître après examen comparatif des « réalisations » offertes à notre entendement.

DANS le Pavillon de l'Allemagne, à l'Exposition internationale de Paris 1937, le Reich a présenté, par les soins de la *Deutsche Reichspost* (les P. T. T. allemands), une partie de ses services de télévision. C'est ainsi que le public a pu assister à des transmissions de vues prises directement, sans film intermédiaire, des retransmissions de films cinématographiques, ainsi qu'au service de visiotéléphonie à deux cabines.

Le matériel mis sous les yeux des visiteurs offre un intérêt indéniable du fait qu'il a été présenté là sous la forme même

qu'il revêt, en Allemagne, pour le service commercial.

Les procédés d'analyse mis en œuvre sont les procédés aujourd'hui classiques. Le premier est mécanique, et donne 25 images par seconde, images entrelacées (1), pour une définition de 180 lignes (40 000 points explorés). C'est ce procédé qui est utilisé pour la visiotéléphonie, la transmission de films ou de diapositifs sur verre. La finesse de la trame est suffisante pour le service visiotéléphonique.

(1) Rappelons que, dans les systèmes à entrelacement, chaque ligne n'est explorée que toutes les deux images.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 403.

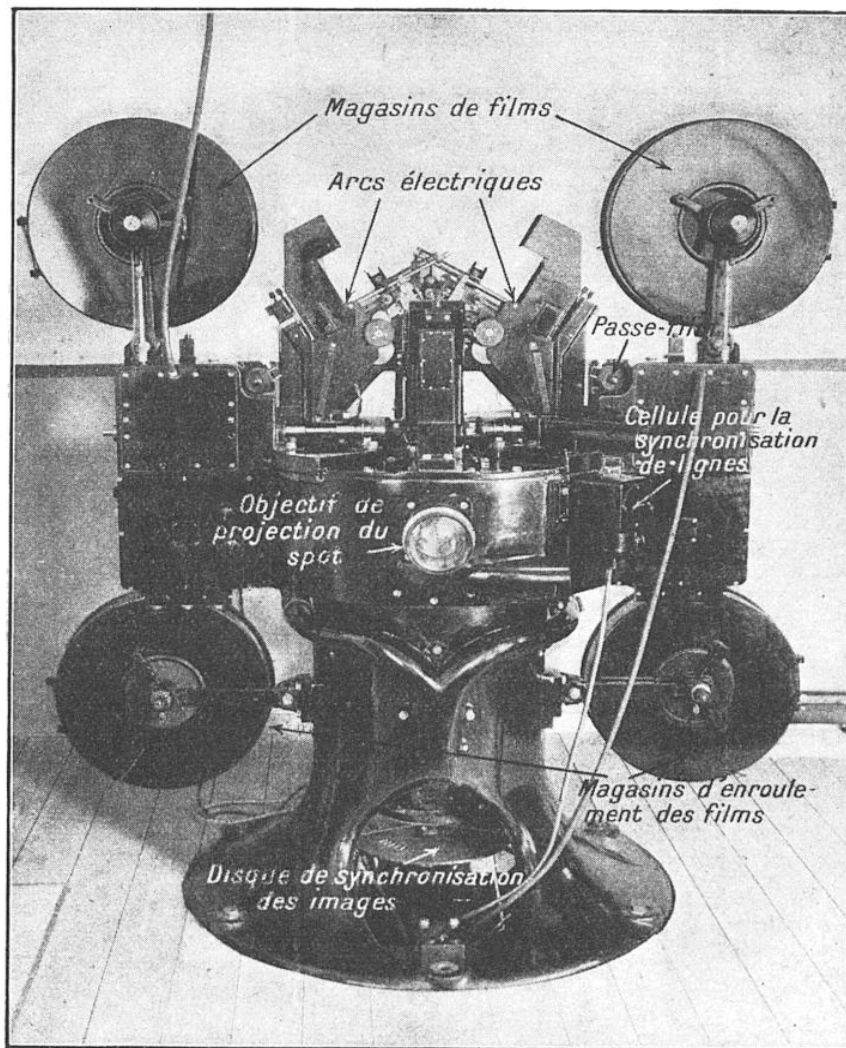


FIG. 1. — APPAREIL ANALYSEUR EMPLOYÉ EN ALLEMAGNE POUR LA VISIOTÉLÉPHONIE, LA TRANSMISSION DE VUES DIAPOSITIVES SUR VERRE OU DE FILMS CINÉMATOGRAPHIQUES

Le « spot » d'analyse est projeté au travers de l'objectif visible au centre. Il prend son origine à l'arc de 6 ampères placé au milieu de l'appareil et en haut. Le film, dans le cas du cinéma télévisé, se déroule à partir du magasin supérieur. Il est entraîné par le passe-film et s'enroule dans le magasin inférieur. La synchronisation est assurée, pour les lignes, par la coupure périodique, au moyen du tambour d'analyse, d'un faisceau lumineux reçu par une cellule. Pour les images, on a recours, afin de réaliser cette synchronisation, à un disque perforé situé au bas de la colonne de support.

Le deuxième procédé est électronique : principe Zworykine (1). Sa souplesse permet d'atteindre 375 lignes avec 50 images entrelacées par seconde, chiffres actuels, et même 441 lignes pour les nouveaux services.

Ces deux dispositifs n'ont pas un carac-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 411.

tere de nouveauté qui puisse expliquer l'avance allemande actuelle sur les autres pays.

C'est uniquement au souci de perfection qui a présidé à l'étude de chaque organe que ces résultats sont dus.

On sait que des cabines de visiotéléphonie, reproductions exactes de celles qui furent exposées à Paris, sont en fonctionnement sur la ligne Berlin-Leipzig, première en date, et sur celle, plus récente, Berlin-Munich par Nuremberg (fig. 3.)

Tout en conversant, les interlocuteurs se voient sur un écran de 20×30 cm, d'une brillante coloration sépia. Sous l'écran, un petit disque lumineux projette une lueur. C'est la source lumineuse qui éclaire le sujet, sans l'éblouir.

En outre, au Pavillon de l'Allemagne, deux récepteurs de télévision et téléphonie sans fil étaient à la disposition du public. Ils permettaient de reproduire soit des prises de vues directes effectuées du haut de la terrasse du pavillon, au

moyen de la camera électronique, soit des films transmis par les appareils disposés dans la petite centrale intérieure.

Comment fonctionne le « visiotéléphone »

L'un des plus importants était précisément le « visiotéléphone ». Cet appareil se pré-

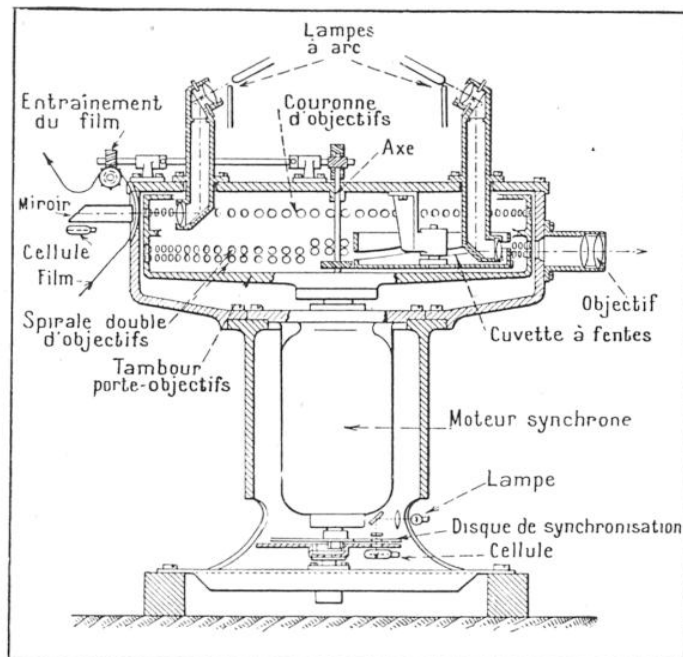


FIG. 2. — COUPE SCHÉMATIQUE DE L'ANALYSEUR UTILISÉ PAR LE SERVICE DE VISIOTÉLÉPHONIE DE LA REICHSPOST

Le moteur synchrone tourne à 3 000 tours/mn et porte, en bout d'arbre, le tambour porte-objectifs. Son axe prolongé entraîne également le passe-film et le diaphragme tournant (cuvette à fentes). La couronne circulaire d'objectifs sert à l'analyse des films et, par l'intermédiaire d'un dispositif optique spécial, à la production du « top » de synchronisation de ligne. La couronne inférieure comporte deux spirales de perforations munies aussi d'objectifs et sert à l'exploration des images réelles ou des vues diapositives. Le « spot » est envoyé alternativement sur les deux spirales d'objectifs par la cuvette à fentes, de telle manière que, le tambour tournant à 50 tours/s, chaque objectif reçoit la lumière 25 fois par seconde. Ce spot est alors envoyé sur le sujet à téléviser au moyen de l'objectif de projection. Enfin, la synchronisation d'image est assurée par le disque à la base de l'appareil.

sente sous l'aspect compact d'un double appareil de projection muni d'un tambour horizontal. Effectivement, cet analyseur consiste en une cuvette supportée par une colonne. Dans cette dernière, se trouve le moteur électrique synchrone qui entraîne tout le mécanisme (fig. 1 et 2).

La cuvette contient un tambour porte-objectifs, animé d'un mouvement de rotation. Ce tambour comporte trois rangées de 90 trous espacés régulièrement : une rangée circulaire, les deux autres en hélice. Dans chacun de ces trous est logé un petit objectif à haute définition.

C'est ce tambour qui sert à l'analyse de

l'image. Il remplace le disque de Nipkow, simplement percé de trous, primitivement utilisé pour cet usage.

Ce dernier procédé avait de nombreux inconvénients. Le rendement lumineux était 20 fois inférieur à celui obtenu avec le tambour à objectifs. L'image est bien mieux définie, cela se conçoit, par un objectif soigné que par un simple trou ; ce dernier s'obstrue assez facilement, ou bien sa section devient irrégulière par suite de la présence de poussières microscopiques collées sur ses bords (effet électrostatique). De ce fait, certains signaux sont absents ou d'intensité inégale.

En outre, toujours pour le disque de Nipkow, le rendement est égal au rapport de la surface du point à celle de l'image entière. Ceci explique la nécessité d'utiliser des projecteurs de grande puissance pour l'éclairage du sujet.

Le disque donne, de plus, une déformation de l'image, en secteur de cercle.

Le « signal » correspondant à



FIG. 3. — LA CABINE DE VISIOTÉLÉPHONIE DU PAVILLON DE L'ALLEMAGNE A L'EXPOSITION, REPRODUCTION EXACTE DE CELLES DE LEIPZIG, BERLIN, MUNICH ET NUREMBERG

chaque point n'est pas obtenu, comme d'ordinaire, par l'envoi de la lumière réfléchie par le sujet, à travers le dispositif analyseur jusque sur une cellule placée derrière cet analyseur, mais, au contraire, par l'envoi d'un spot lumineux qui éclaire 40 000 points différents par seconde. C'est la lumière réfléchie par chacun de ces 40 000 points qui est reçue sur les cellules photoélectriques convenablement disposées.

cylindrique dont la paroi verticale porte quatre fentes en spirales.

La rotation de cette cuvette a été calculée de telle sorte que les fentes suivent alternativement les spirales d'objectifs supérieure et inférieure. De cette façon, chaque système optique n'est éclairé que tous les $1/25$ de seconde, au lieu de $1/50$. On obtient, dans l'ensemble, 50 demi-images par seconde.

Le synchronisme entre l'émission et la

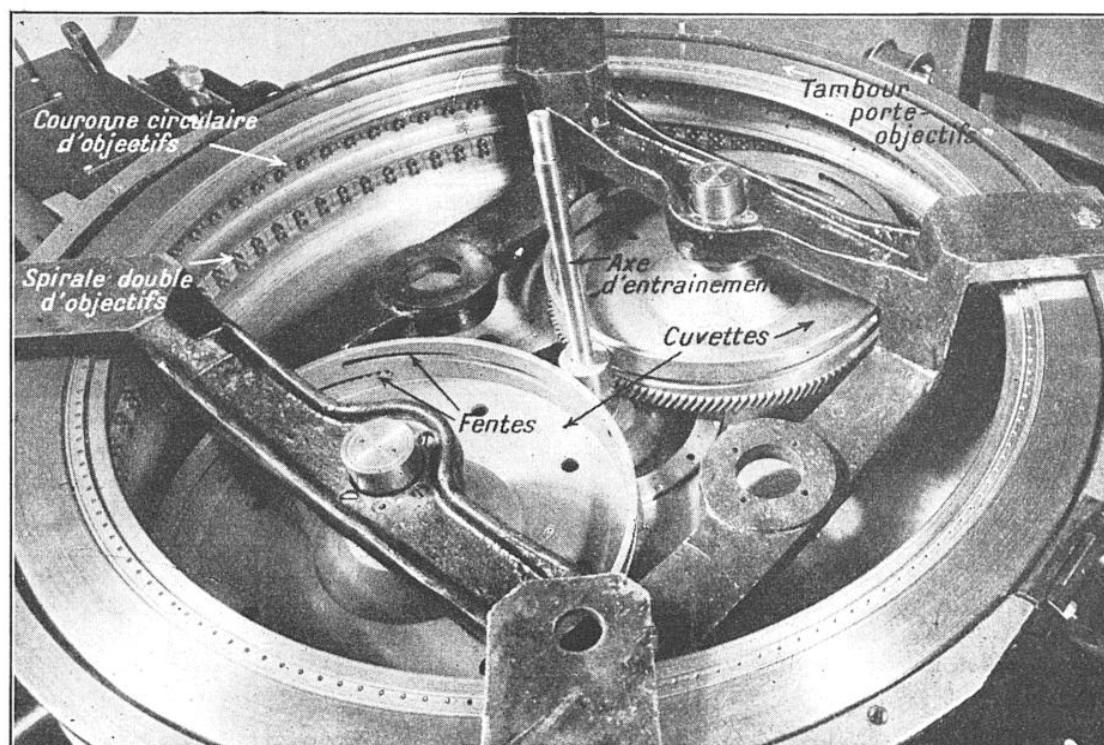


FIG. 4. — VUE INTÉRIEURE DE LA COURONNE PORTE-OBJECTIFS DU « VISIOTÉLÉPHONE »
Ces objectifs sont disposés sur trois rangées ; l'une, circulaire, sert pour l'émission du « top » de synchronisation et l'exploration des films ; les autres, en spirales, sont utilisées pour l'analyse des vues diapositives ou des sujets mobiles. Les fentes spirales des cuvettes agissent comme des diaphragmes mobiles.

Voici comment ce principe est appliqué dans le système présent à entrelacement.

Le moteur synchrone tourne à 3 000 t/mn, soit 50 tours à la seconde. Il entraîne le tambour à la même vitesse. Chaque objectif passe donc 50 fois par seconde devant la source lumineuse. Or, le système à entrelacement exige que chaque objectif ne fonctionne qu'une fois sur deux. Il faudra donc aveugler un tour sur deux une des spirales d'objectifs.

Pour cela, à l'intérieur du tambour porte-objectifs, tourne, entraînée par un engrenage fixé sur l'axe du moteur, une cuvette

réception est obtenu par l'envoi de « tops » produits, pour le synchronisme de lignes (90 fois par image), par le tambour lui-même et, pour le synchronisme d'images (50 fois par seconde), par un disque placé au bas de la colonne de support de la machine et entraîné par l'axe du moteur.

On utilise, dans le premier cas, la ligne supérieure d'objectifs. Un système optique conduit le faisceau lumineux d'une lampe à incandescence au foyer des lentilles. Une cellule photoélectrique reçoit le signal lumineux coupé 180 fois par seconde, mais avec la variation dans le temps qui pourrait sur-

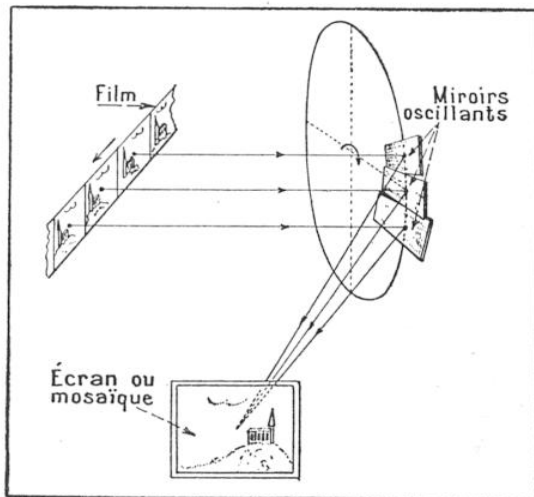


FIG. 5. — PRINCIPE DU DISPOSITIF OPTIQUE UTILISÉ EN ALLEMAGNE POUR LES PROJECTIONS CINÉMATOGRAPHIQUES AVEC DÉROULEMENT CONTINU DU FILM

Des miroirs oscillants suivent chacun une des images du film et assurent la projection simultanée de trois images successives sur l'écran immobile, supprimant ainsi tout scintillement. Ce principe est actuellement appliqué aux appareils de télécinéma utilisant l'iconoscope.

venir, en cours de fonctionnement, pour n'importe quelle cause accidentelle, électrique ou mécanique.

Dans le deuxième cas, le faisceau agit de la même façon, mais il est coupé synchroniquement à la marche du tambour par le disque perforé placé dans le trajet du spot.

Si le disque de Nipkow donne naissance à une déformation optique, le tambour porte-objectifs provoque, lui aussi, une déformation due à la trajectoire courbée du spot (en raison de la giration du tambour). Mais une lentille cylindrique disposée dans la trajectoire, à la sortie du système optique, rattrape cette courbure ; la trajectoire ainsi redressée, l'image ne subit plus aucune déformation.

La transmission de vues diapositives et de films par le « visiotéléphone »

L'appareil que nous venons de décrire est employé, en dehors du service visiotéléphonique précédent, à la station émettrice de radiotélévision de Berlin-Witzleben depuis 1936. Il sert à la retransmission de vues diapositives sur verre, de films cinématographiques et, accessoirement, de petites scènes de studio.

Dans le cas des vues diapositives, le document est placé devant l'objectif à telle distance, et avec un tel diaphragme que l'ouverture corresponde, pour l'image, au foyer optique du dispositif. Une cellule reçoit par transparence les 40 000 points que constituent, chaque seconde, les spots d'analyse qui ont exploré le cliché.

Pour la transmission des films cinématographiques par « visiotéléphone », on fait usage de la rangée circulaire d'objectifs. L'image est complètement explorée par les 90 objectifs en $1/25$ de seconde suivant 180 lignes. Le film se déplace d'un mouvement continu, sans qu'intervienne de croix de Malte, complication mécanique inutile et dont la présence entraînerait une réduction sensible du temps disponible pour l'exploration. Cependant, le déplacement de haut en bas de l'image provoque un léger scintillement dû à son instabilité dans l'espace.

C'est pour éviter ce phénomène de scintillement qu'un autre appareil de télécinéma, en fonctionnement aussi au Pavillon allemand, a été étudié, mis au point, réalisé et mis en service dans les stations allemandes pour l'analyse des films à transmettre.

Le principe de la projection cinématographique avec déroulement continu du film appliqué au télécinéma

La projection des films de cinéma dans les salles obscures, exécutée avec des appareils ordinaires, est souvent « scintillante ».

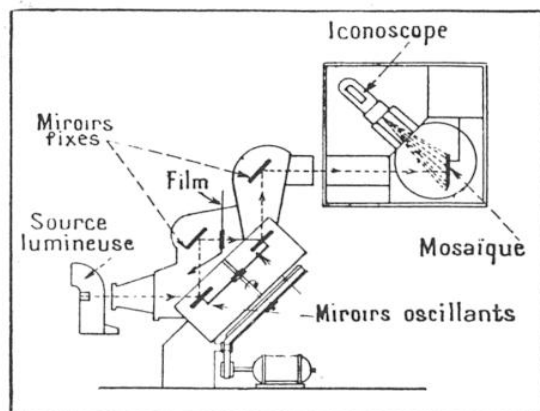


FIG. 6. — SCHÉMA DU FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL DE TÉLÉCINÉMA

Le projecteur adapté à l'iconoscope est celui utilisé, depuis plusieurs années déjà, en Allemagne pour le cinéma. Il comporte un dispositif optique à miroirs oscillants, suivant le principe de la figure 5, pour éviter le scintillement. L'iconoscope comprend une mosaïque photosensible, balayée ligne après ligne par le faisceau électronique.

C'est ce phénomène qui provoque la fatigue du nerf optique dont souffrent parfois les spectateurs au sortir d'une séance de cinéma.

En effet, l'image reçue persiste sur la rétine de l'œil humain un certain temps encore après sa perception; c'est d'ailleurs ce qui permet l'illusion du mouvement continu au cinéma comme en télévision.

On comprendra aisément que si, pendant le temps de la perception de l'image, celle-ci n'est pas fixe, la sensation enregistrée par la rétine ne sera pas stable et la succession des images se traduira par un scintillement.

Depuis plusieurs années déjà, les Allemands ont étudié un dispositif optique destiné à corriger ce défaut et à permettre le déroulement continu du film. Il a été appliqué aux appareils de projection dès 1930.

L'image du film n'est pas projetée directement sur l'écran, mais le faisceau lumineux est reçu (fig. 5) par un miroir dès que l'image arrive à une certaine distance de l'axe optique du système projecteur. Ce miroir accompagne l'image dans sa course au delà de cet axe. Le faisceau lumineux passe donc ainsi par un point fixe, placé sur cet axe optique, à partir duquel s'effectue la projection sur l'écran.

Un dispositif analogue fait varier l'éclairement des vues successives en fonction de leurs distances à l'axe, de manière à obtenir une densité constante d'éclairement de l'écran de projection. En pratique, les miroirs sont disposés sur une couronne, qui en assure le mouvement circulaire et oscillant au moyen de cames. Ils sont en nombre suffisant pour ne pas avoir à se déplacer avec une vitesse trop grande et

pour que trois d'entre eux servent à l'éclairement simultané et à la réflexion synchrone de trois images.

Un miroir sert, en effet, à la projection d'une image; le suivant accompagne déjà l'image suivante; le précédent abandonne seulement la vue qui est passée à la projection. Il en est de même pour ce qui concerne le réglage de l'éclairement des images.

Pour le télécinéma, ce même principe a

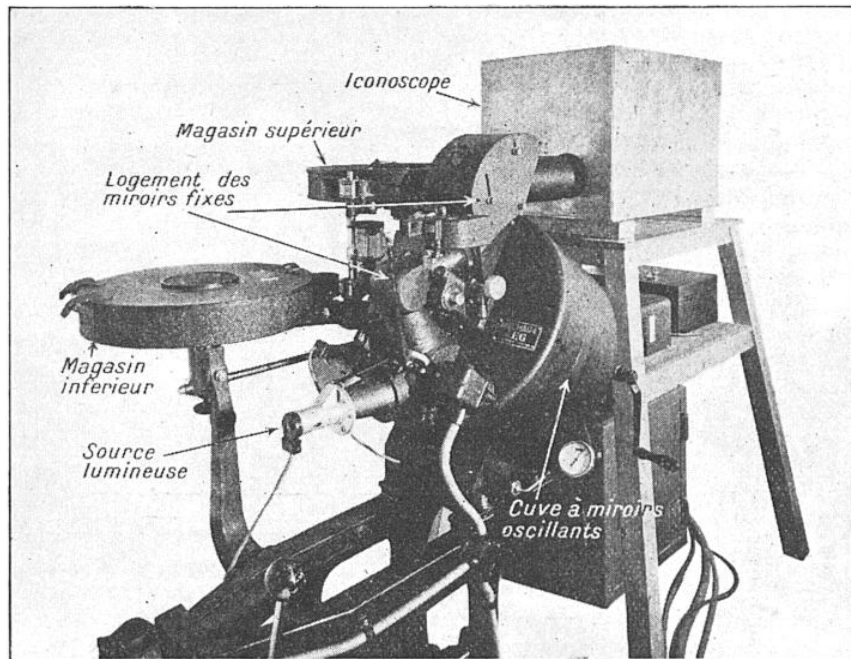


FIG. 7. — VUE D'ENSEMBLE DE L'APPAREIL DE TÉLÉCINÉMA UTILISANT L'ICONOSCOPE POUR L'EXPLORATION DES IMAGES

La stabilité des images de télécinéma est due, dans cet appareil, autant au système optique qu'au système électronique, qui réalise une sorte d'accumulation énergétique. Le film se déroule du magasin supérieur au magasin inférieur, en passant par la cuve renfermant les miroirs oscillants (voir figure 5).

été appliqué, mais ici l'objectif de projection a été remplacé par un iconoscope.

Le télécinéma par l'Iconoscope de Zworykine

Les lecteurs de *La Science et la Vie* connaissent déjà le principe de l'Iconoscope (1). Rappelons seulement que l'image est reçue sur une mosaïque photoélectrique, qui agit comme autant de petites cellules distinctes que la mosaïque comportera de points frappés par le faisceau électronique qui la balaye. Ce balayage, dénué d'inertie, est commandé par la déflexion des électrons,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 411.

au moyen d'un champ électrostatique ou magnétique, selon des lignes horizontales superposées et des réseaux entrelacés.

L'inertie de ce dispositif étant réduite à une quantité négligeable, l'ensemble télécinéma employé par la Reichspost peut atteindre la trame de haute définition que représente une exploration de 441 lignes.

La combinaison du mécanisme de correction d'image et de l'iconoscope confère à la transmission une stabilité d'images parfaite, une grande précision de trame et de points, — enfin, une netteté accrue.

La stabilité due au système optique employé s'ajoute à l'effet d'accumulation de la mosaïque de l'iconoscope, évitant ainsi tout papillotement.

L'analyse du film devient ainsi indépendante du mouvement de celui-ci et il devient inutile d'employer des dispositifs de synchronisation de l'exploration et du passage des images, dispositifs dont la mise au point est très délicate et dont le maintien en service continu n'est pas sûr.

La nouvelle camera de prises de vues directes

C'est le même iconoscope qui est utilisé en Allemagne dans la camera de prises de vues directes. Mais un dispositif optique supplémentaire lui confère une précision, donc une supériorité sensible sur les appareils analogues en service dans les autres pays.

Il ne servirait à rien, en effet, d'employer une aussi haute définition que celle de 441 lignes et 50 réseaux entrelacés si l'image reçue par l'iconoscope avait elle-même une définition inférieure.

La qualité des objectifs allemands, leur luminosité en ont fait des auxiliaires précieux dans l'appareil décrit ici ; mais, cependant, pour que les scènes transmises soient toujours au point sur la mosaïque, il est indispensable que cette mise au point soit, comme dans un appareil cinématogra-

phique courant, assurée pour toutes les distances de ces scènes au foyer de l'appareil, c'est-à-dire sur la mosaïque.

Cette difficulté a été tournée fort élégamment.

L'image est envoyée par l'objectif sur la mosaïque. Celle-ci réfléchit une quantité suffisante de lumière pour assurer une vision des scènes télévisées comme sur un verre dépoli.

Dans la camera en usage à la Reichspost, l'image réfléchi par la mosaïque est renvoyée au moyen d'un système prismatique, tel que celui des jumelles de campagne, dans

un oculaire double par lequel l'opérateur peut non seulement maintenir la mise au point, mais encore suivre le sujet, s'il est mobile, interpréter la scène, la cadrer enfin, comme un « cameraman » en a la facilité au cours d'une prise de vues.

Maintenant que l'Allemagne a un matériel d'un rendement satisfaisant, elle érige trois stations : à Berlin même ; à Feldberg (Taunus), dans la région de Francfort ; au Brocken (entre Magdebourg et Hanovre) sur la montagne du Hartz.

Le territoire allemand est ainsi à peu près couvert par l'ensemble du réseau. La

Reichs-Rundfunk Gesellschaft (Société de Radiodiffusion du Reich) est chargée de la composition des programmes. Le réseau doit entrer en service effectif au début de l'année 1938.

De cette synthèse de la télévision allemande qu'a présentée le Reich au Pavillon allemand, il est facile de déduire l'état d'avancement de cette nouvelle industrie de l'autre côté du Rhin. Il faut reconnaître que — grâce aux soins multiples apportés à chaque étude, comme dans chaque réalisation, au choix judicieux des dispositifs mécaniques et électriques bien connus — l'Allemagne a su prendre rapidement une place de premier plan dans la télévision mondiale que, jusqu'à maintenant, nous sommes réduits à lui envier.

P.-M. DELAUNAY.

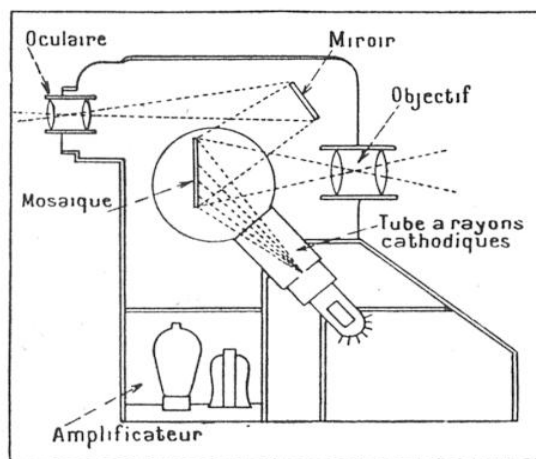


FIG. 8. — SCHÉMA DE LA NOUVELLE CAMERA ÉLECTRONIQUE UTILISÉE EN ALLEMAGNE POUR LES PRISES DE VUES À L'EXTÉRIEUR
La scène télévisée est reçue à travers l'objectif sur la mosaïque de l'iconoscope. Cette image est assez lumineuse pour pouvoir être observée par l'intermédiaire d'un miroir (en l'espèce, un prisme) et d'un oculaire. L'opérateur peut ainsi suivre la scène enregistrée et assurer la mise au point constante sur la mosaïque.

MARINE NIPPONE, AVIATION SOVIÉTIQUE

LES conflits armés se multiplient dans le monde au lieu de s'apaiser. Aussi nous a-t-il paru opportun de montrer ici quelles seraient les forces en présence — du Nippon et de l'U. R. S. S. — au cas, toujours à envisager, où les hostilités sino-japonaises déborderaient le cadre des opérations actuelles.

Il n'est pas en effet téméraire de prêter au gouvernement de Tokio des visées conquérantes, par exemple, sur certaines régions sibériennes confinant jusqu'au fleuve Amour et sur certains territoires riches en naphte dans la partie de l'île Sakaline qui n'appartient pas encore aux Japonais (1). Ceux-ci, victorieux de l'ancienne Russie après la guerre de 1904-1905, n'ont pas oublié non plus que le port de Vladivostock (sur la mer du Japon), tourné vers l'océan Pacifique, constitue une base aéro-navale de première importance menaçant ainsi l'archipel nippon.

Comme l'a très justement fait remarquer un publiciste très averti des choses d'Extrême-Orient, les forces asiatiques et slaves qui pourraient éventuellement s'affronter à nouveau ne disposent pas de moyens équivalents pour conduire une guerre. En effet, la marine nipponne surclasse de beaucoup la marine soviétique actuelle. Qu'on en juge : la flotte militaire du Japon dépassera bientôt 800 000 t, alors que celle de l'U. R. S. S. n'atteindrait pas 300 000 t. De plus, la première dispose de bâtiments de combat très modernes et d'états-majors entraînés et qui ont fait leurs preuves, des équipages également entraînés et dont la valeur militaire est universellement admise. Au contraire, la seconde comprend peu de navires de guerre, pour la plupart démodés, et même son programme de constructions neuves n'est pas très impressionnant comme on le verra ci-dessous. Enfin, le personnel (officiers, spécialistes et matelots) ne saurait être comparé, quant à sa valeur professionnelle, à celui dont dispose l'Empire du Soleil Levant.

Voici des chiffres qui seront plus démons-

(1) Au moment de traiter la paix russo-japonaise en 1905, le pétrole ne jouait pas dans l'économie nationale le rôle d'aujourd'hui, et ce furent les vaincus qui conservèrent les gisements de naphte non encore exploités et même insuffisamment reconnus.

tratifs que tous commentaires. La flotte de combat nipponne comprend, en 1937, neuf bâtiments de ligne, dont le total atteint à lui seul 272 000 tonnes, alors que la flotte soviétique tout entière ne dépasse pas aujourd'hui 275 000 t. Six cuirassés japonais sont armés de pièces de 355 mm. Chacun de ces bâtiments de ligne en comprend 12. Deux cuirassés ont comme artillerie principale 8 pièces de 406 mm. Les croiseurs qui complètent le corps de bataille possèdent comme artillerie principale du 355 mm (8 pièces par unité). Puis viennent 5 porte-avions (d'un tonnage global de 80 000 t), 12 croiseurs équivalant à ceux de notre catégorie A, et ceux-là sont des plus modernes (vitesse maximum 33 nœuds, calibre des pièces 205 mm, protection renforcée). Il existe aussi 18 croiseurs (déjà anciens), beaucoup moins rapides, moins bien armés, et encore moins bien protégés, mais c'est là une force qui est loin d'être négligeable. Leur valeur militaire est encore en effet très appréciable. Enfin, l'Amirauté nipponne possède des flottilles nombreuses de torpilleurs et de sous-marins, plus ou moins modernes suivant les types, mais dont le nombre et la qualité surclassent indiscutablement les bâtiments de ces catégories dont dispose la flotte soviétique. Actuellement, la flotte nipponne comprend 70 000 t de sous-marins, ce qui représente approximativement plus de 50 unités. D'autre part, ses constructions neuves, actuellement en chantier, vont progressivement et assez rapidement — on travaille vite au Japon — renforcer ces forces navales au cours des prochaines années. Ce programme comprend en effet, d'après les autorités officielles, encore 2 porte-avions (c'est dire l'importance que le Japon attache à l'aviation maritime), une quinzaine de bâtiments de moyen tonnage se rapprochant sans doute de nos destroyers (contre-torpilleurs), et en outre 7 sous-marins du plus récent modèle — très amélioré, dit-on (1) —

(1) Les Services centraux des Constructions navales du Japon se montrent, cela va de soi, fort discrets sur l'emploi du moteur *unique* pour sous-marins dont *La Science et la Vie* a exposé le principe dans son n° 234, page 490, et dont la mise au point aurait, dit-on, avancé en Allemagne ces derniers temps. Là aussi les secrets sont bien gardés.

qui compléteront utilement les flottilles actuellement en service et y remplaceront au fur et à mesure les unités trop anciennes. L'arme sous-marine a fait de grands progrès techniques depuis une dizaine d'années, surtout en Allemagne. L'Amirauté de Tokio ne semble pas, elle non plus, méconnaître son efficacité dans les eaux de l'Extrême-Orient et a suivi de près les perfectionnements réalisés par le Reich.

Ces indications, même sommaires, suffisent pour se rendre compte de la puissance navale du Japon, la troisième du monde. L'U. R. S. S. ne saurait, en effet, lui opposer qu'une flotte très inférieure en tonnage, et encore plus inférieure au point de vue de ses qualités militaires : quatre cuirassés, relativement lents puisqu'ils ne dépassent pas 22 nœuds, alors que les cuirassés modernes atteignent 30 nœuds et plus (voir notre cuirassé de 25 600 t *Dunkerque*) possédant une artillerie principale insuffisante (calibre maximum 305 mm), des méthodes et instruments pour le tir à la mer peu modernes. Quant aux croiseurs (catégorie A, 8 000 t environ), leur nombre est de 7 seulement et, comme ils supportent déjà le poids de l'âge, ils ne marchent pas vite. Parmi les bâtiments plus légers et plus modernes, il faut citer les torpilleurs (12 récents contre une vingtaine démodés), et surtout les sous-marins (une quinzaine de construction récente et une vingtaine appartenant à l'ancienne marine impériale). Dans ce pays, où chacun n'ose parler, surtout de ce qui touche à la défense nationale, — et cette attitude se justifie, — on peut cependant affirmer que l'on envisage un développement nettement marqué des flottilles de sous-marins, bien que leur ensemble dépasse déjà la centaine. On ne cache pas, par contre, que 2 cuirassés (artillerie de 405 mm), 7 ou 8 croiseurs de 8 000 t, une cinquantaine de sous-marins de moyen tonnage et perfectionnés, font déjà partie du programme de constructions navales en cours d'exécution. Quoi qu'il en soit, il n'en résulte pas moins que le tonnage de la flotte soviétique (évalué à 300 000 t vers 1939) ne saurait être comparé aux 800 000 t (minimum) dont disposera le Nippon à pareille époque. Sur mer, en cas d'une nouvelle guerre russo-japonaise, l'issue d'un combat naval ne semble pas devoir tourner à l'avantage de l'U. R. S. S.

Mais il n'en est pas de même en ce qui concerne les forces aériennes qui, demain, auraient à intervenir dans un conflit asiatique. Et voici pourquoi : le gouvernement

des Soviets a porté — à juste titre — son principal effort sur l'aviation, cette arme nouvelle convenant merveilleusement aux jeunes générations slaves, s'adaptant à un pays si favorable à l'aviation de par son étendue même et à extension quasi illimitée soit vers les régions arctiques, soit, au contraire, vers les rives du Pacifique. On dit, dans certains milieux qui passent pour renseignés, que l'U. R. S. S. possède déjà, en 1937, 6 000 appareils militaires, plus ou moins modernes il est vrai, mais dont plus d'un millier au moins constituent de puissants bombardiers. S'inspirant des meilleures techniques étrangères, — notamment de celles en faveur aux Etats-Unis et aussi en France, — les établissements constructeurs soviétiques sont parvenus à mettre au point d'excellents avions en particulier pour la chasse, qui ont montré leur réelle valeur au cours de la guerre civile espagnole (1). Leurs équipages dénotent également de réelles qualités dans la navigation aérienne comme dans le combat aérien et n'ont rien à envier aux pilotes et au personnel combattant des autres nations. A ce point de vue, le Nippon apparaît comme moins bien placé ; sa flotte aérienne ne dépasserait pas actuellement 1 000 appareils en service (y compris l'aviation maritime des porte-avions et de l'aviation embarquée). C'est peu. Une autre constatation émanant d'un spécialiste impartial est plus inquiétante encore ; celle-ci concerne la qualité des appareils. Ils sont déjà, en effet, de construction assez ancienne ; ils ne possèdent pas tous les perfectionnements récents au point de vue armement, navigabilité, maniabilité, etc., dont sont dotées les forces aériennes soviétiques. L'U. R. S. S. a su « copier » les meilleurs « types » construits à l'étranger et elle a eu le mérite d'arriver à les fabriquer elle-même à l'intérieur de son immense territoire, si riche en ressources industrielles. La construction aéronautique de l'Empire du Soleil Levant a, au contraire, beaucoup à faire à ce point de vue capital pour égaler les grandes puissances militaires des divers continents. En outre, on reconnaîtra en toute impartialité que si le Nippon est un excellent marin, il n'est pas aussi bon aviateur ; mais c'est là un point que les événements seuls peuvent infirmer ou confirmer en cas d'hostilités, et celles entreprises contre les Chinois nous fixeront peut-être prochainement à cet égard.

D'ores et déjà, on peut retenir que les formations aériennes de l'U. R. S. S. répar-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 241, page 63.

ties dans ces régions qui confinent à l'océan Pacifique constituent une force armée de l'air très importante. Elles comportent au moins, en permanence, un millier d'appareils qui supporteraient avantageusement, d'après l'opinion des initiés, la comparaison avec ceux des meilleures aviations étrangères. Une telle flotte aérienne prenant pour base de départ Vladivostok (terminus du Transsibérien) se trouve à peine à 1 200 kilomètres de Tokio, soit à quelques heures de vol de l'archipel nippon. Des escadres volant à 250 km/h par exemple (et cela n'a rien d'exagéré), avec une autonomie de 2 500 km (au minimum) et 1 000 kg de chargement utile à bord de ses bombardiers, pourrait ainsi, en moins de cinq heures, se rendre au cœur du territoire nippon dès le début des hostilités. Déjà les Soviétiques ont équipé, encore partiellement il est vrai, leur territoire dans cette partie méridionale au point de vue infrastructure, afin de pouvoir déplacer aisément des groupes aériens de la Russie centrale vers la Sibérie. Par contre, les escadrilles japonaises pourraient difficilement atteindre, à cause de leur éloignement même, les centres et les usines d'aviation soviétiques qui ont la facilité de se disséminer sur un immense territoire. Cette dissémination et cet éloignement des fron-

tières atténueraient considérablement leur vulnérabilité. En prévision d'événements toujours à redouter, c'est donc du côté de l'Extrême-Orient que les autorités de Moscou ont cherché à parer à toute éventualité ; l'imposante concentration de forces dans la région comprise entre le lac Baïkal et la côte (Vladivostok) en est le probant témoignage. C'est là, paraît-il, que s'entraînent depuis des années les meilleurs éléments de l'armée de terre et de mer, munis des armements les plus perfectionnés, y compris la motorisation et la mécanisation de certaines unités prêtes à entrer en campagne... Nous aurons l'occasion de revenir, du reste, sur la technique des nouveaux matériels — ceux-là vraiment modernes — dont sont dotées les deux armées en présence formées par deux des plus grandes nations du monde, disposant chacune d'un potentiel industriel de premier ordre mais de ressources en matières premières très inégales. C'est une banalité d'appeler l'attention des lecteurs de *La Science et la Vie* sur ce dernier facteur essentiel et déterminant dont dépendent le ravitaillement des armées en campagne et les fabrications de matériels de guerre, et par suite le succès même des opérations militaires sur terre, sur mer, dans les airs.

L'Amirauté du III^e Reich a classé ses sous-marins en deux catégories : les grands sous-marins de 1 200 à 1 500 t et au-dessus, qui tiennent bien la mer — même par gros temps — et sont mieux armés (mise à feu automatique des pièces), mieux protégés et plus rapides que les autres submersibles. Ils sont, par contre, plus visibles et, en plongée, leur vitesse est évidemment plus réduite. Au contraire, les petits sous-marins sont plus maniables (plongée plus rapide), moins coûteux et moins longs à construire ; leurs qualités militaires sont moindres et les missions qui leur incombent diffèrent de celles attribuées aux grands sous-marins. Ils sont seulement, en effet, de l'ordre de 250 t, de 500 t, de 750 t, avec des rayons d'action respectifs de 5 600 km, 7 400 km, 12 200 km, pour des vitesses qui varient en fonction du tonnage et qui sont en fonction inverse de ce tonnage, suivant qu'ils naviguent en surface ou en plongée. De ceci, il résulte que, pour la guerre sous-marine à grande distance, les gros submersibles s'imposent (Wilhelmshaven-Amérique du Nord = 11 000 km). Rappelons à ce sujet que du 19 août au 26 décembre 1917, le sous-marin allemand *U.-151* a couvert 21 000 km en « faisant » la guerre de course ! Mais s'il s'agit, au contraire, d'un secteur tel que Wilhelmshaven-Plymouth (2 400 km), alors le petit sous-marin de 250 t suffit à sa tâche (rayon d'action 5 600 km et 25 % de déplacement pour loger le combustible). Alors, dans le cas choisi ici (Angleterre ou France), il ne s'agit plus de tonnage par unité, mais bien du nombre de ces unités. Le Reich, en 1937, possède déjà au total, 12 420 t de sous-marins (soit une moyenne de 350 t par unité) ; de plus, le programme en cours augmentera rapidement ce nombre. N'oublions pas que le principal but, pour cette flotte sous-marine, est d'interrompre — ou tout au moins de compromettre — le trafic sur mer de l'ennemi.

L'AUTOMOBILE ET LA VIE MODERNE

Pour améliorer le moteur d'automobile. — Injection et carburation dans les moteurs à combustion. — Plaidoyer pour le moteur à l'arrière de l'automobile. — La France dans les compétitions automobiles internationales.

Pour améliorer encore le moteur d'automobile

Au dernier congrès de la S. A. E. aux Etats-Unis (à Detroit, centre de l'industrie automobile américaine), un rapport remarquable a été présenté par M. Heldt sur l'avenir du moteur d'automobile (au point de vue de ses améliorations encore possibles et désirables). Il a également rappelé les perfectionnements acquis à ce jour, qui en font l'une des « réalisations les plus parfaites de l'esprit inventif en mécanique industrielle et l'une des applications les plus démonstratives de la technique de construction en grande série ». L'orientation des recherches des ingénieurs va sans doute se poursuivre maintenant dans le sens et de l'accroissement de la puissance spécifique, (1) et de la réduction de la consommation dans les moteurs à carburation. Il s'agit aussi de donner aux véhicules mécaniques routiers une « vie » plus longue, si possible, pour diminuer les frais de l'amortissement. Au fur et à mesure que la puissance spécifique des moteurs à carburation (moteurs à explosions à combustible liquide) augmentait, des difficultés apparaissaient dans leur construction pour réaliser, industriellement, un moteur à la fois souple, silencieux (pour toute la gamme des vitesses), robuste (durée) et pouvant être fabriqué en série à bas prix de revient, même pour un 8 cylindres en ligne ou un 8 cylindres en V (et même un 12 cylindres). En effet, pour des raisons sur lesquelles nous reviendrons ultérieurement, le dispositif à cylindres multiples s'est imposé, pour une cylindrée donnée, de telle sorte que les cylindres sont maintenant plus petits, mais plus nombreux. Nous avons déjà signalé (2) comment avait évolué la puissance en ch par litre de cylindrée, en faisant remarquer toutefois que les pertes d'énergie par frottement sont plus grandes dans un moteur à 8 cylindres (ceux-ci plus petits) que dans un moteur à 4 cylindres (ceux-là plus grands), par exemple, où le remplissage s'effectue en moins de temps que pour les moteurs à cylindres de plus faible volume unitaire. C'est donc une question de calcul pour fixer les dimensions

de la tuyauterie d'aspiration quant à sa section transversale (1). Il y a lieu de rappeler, en outre, que le prix de revient pour la fabrication d'un moteur à carburation est d'autant plus élevé que le nombre de cylindres est plus grand. Comme, à partir du 6 cylindres, les constructeurs ont reconnu qu'il n'y avait aucun intérêt au point de vue de l'équilibrage, on n'a pas tendance à multiplier le nombre des cylindres, et les 6 et 8 cylindres répondent parfaitement (suivant la puissance de la voiture) aux conditions voulues pour une fabrication normale : prix de revient le plus bas possible tout en réalisant les qualités exigibles d'une voiture moderne. Une autre qualité appréciable dans ces moteurs modernes à 6 et 8 cylindres consiste dans leur douceur d'entraînement, qui croît précisément avec le nombre des cylindres. Dans ces conditions, le moteur présente en outre un meilleur ralenti (à vide) et les efforts imposés à la transmission, aux vitesses d'utilisation, sont d'autant moins ressentis par les passagers dans une voiture propulsée par un moteur à nombre plus grand de cylindres.

Mais revenons à cette puissance spécifique caractéristique du moteur actuel. Pour lui donner une valeur plus grande, il faut logiquement accroître soit la pression moyenne effective, soit la vitesse de rotation, soit enfin les deux à la fois. On sait déjà que la pression moyenne peut être augmentée en fonction du rapport volumétrique (2). Mais alors intervient un phénomène bien connu : la détonation (3), qui limite évidemment cet accroissement. La détonation, rappelons-le, dépend de la nature du carburant, de la forme de la chambre de combustion du moteur, de la nature du métal (ou alliage) qui le constitue, car plus les parois sont bonnes conductrices de la chaleur, plus le rapport de compression peut être élevé. Une grande conductibilité est notamment avantageuse pour les parties de la chambre à combustion qui sont les plus éloignées de la bougie d'allumage du mélange détonant au point

(1) Voir à ce sujet l'ouvrage remarquablement documenté de H. Petit sur le Moteur, édition 1937.

(2) Le rapport volumétrique de compression est le rapport entre le volume du cylindre (piston au point mort bas), augmenté de celui de la chambre de combustion au volume de cette chambre.

(3) Voir La Science et la Vie, n° 241, page 70.

(1) Voir La Science et la Vie, n° 210, page 494.

(2) Voir La Science et la Vie, n° 241, page 71.

précisément où la détonation prend naissance. C'est pourquoi de nombreux constructeurs se sont montrés partisans de l'emploi de l'aluminium qui autorise cet accroissement du rapport de la compression. Le cuivre lui aussi possède cette propriété. Nous exposerons un jour pourquoi les avis ne sont pas encore unanimes en ce qui concerne la « matière » avec laquelle on doit construire les culasses : nous présenterons donc, à côté des avantages, certains inconvénients constatés par les spécialistes de moteurs. Signalons dès maintenant qu'au voisinage de la bougie d'allumage du mélange carburé, une paroi constituée par un métal offrant une conductibilité particulièrement élevée provoque toujours des pertes de calories inutilisées. Or, comme c'est précisément la portion *non brûlée* des gaz qui, comprimée par les gaz brûlés, produit la détonation, il en résulte que ce phénomène se manifeste importunément quand la paroi métallique avec laquelle cette fraction de gaz est en contact ne possède pas une conductibilité suffisante. Afin d'éviter ce grave inconvénient, on a alors imaginé ces nouvelles culasses dites « composites » en y ménageant rationnellement des zones à faible conductibilité aux points de la paroi les plus éloignés. En théorie, cette solution est satisfaisante ; dans la pratique, elle se heurte encore à certaines difficultés de fabrication pour établir des culasses « composites » avec des métaux de conductibilités différentes, à dilatations également différentes et supportant en outre alternativement des réchauffements et des refroidissements. Quoi qu'il en soit, on admet actuellement que le taux de compression sera plus élevé, et par suite la puissance spécifique plus forte, le jour où la culasse « composite » sera pratiquement au point. Ajoutons encore qu'avec la matière à haute conductibilité (c'est-à-dire autorisant de grands refroidissements), les bougies s'encrassent d'autant plus que ce refroidissement est plus bas. Il n'en serait plus de même évidemment avec les culasses « composites », puisque, dans le voisinage de chaque bougie, la paroi est au contraire relativement moins conductrice de la chaleur. Il y a lieu de noter également à ce sujet cette remarque de M. Heldt que souligne l'ingénieur H. Petit, à savoir que si les parois de haute conductibilité pour la chambre à combustion sont avantageuses, — lorsque le moteur tourne à pleine charge, — ou au voisinage de cette pleine charge, — il n'en est plus de même quand, au contraire, le papillon du carburateur est assez fermé pour que le danger de détonation n'existe plus. C'est alors que la paroi à coefficient de conductibilité élevé entraîne des pertes en calories, ce qui est regrettable. Quant à la forme de la chambre de combustion dans ses rapports avec le phénomène de détonation, rappelons que la condition la plus impor-

tante réside dans ce fait : la portion de la chambre éloignée de la bougie où le front de flamme parvient en dernier lieu réalise un volume aussi réduit que possible. Autrement dit, le piston se déplaçant dans le cylindre doit arriver à la fin de sa course *aussi près que possible* de la culasse. Ainsi, on peut éviter que la détonation prenne naissance dans cette région. (Voir *T. A. A.*, n° 178, et Rapport P.-M. Heldt, dernier Congrès de la S. A. E., aux Etats-Unis.) Ces considérations générales permettent à ceux qui s'intéressent aux progrès de l'automobile — même en dehors des spécialistes — de se faire une idée plus exacte de l'importance considérable des travaux poursuivis dans le monde entier par les ingénieurs et les constructeurs en vue d'améliorer sans cesse le moteur d'automobile, déjà si voisin de la perfection. Elles montreront aussi au vaste public des usagers combien sont utiles ces manifestations techniques internationales (Congrès, Sociétés d'Etudes, Salons), où sont présentés et discutés les résultats les plus récents des recherches et inventions qui améliorent sans cesse les produits de cette prodigieuse industrie.

Injection et carburation dans les moteurs à combustion

Au récent Congrès international du Pétrole, qui s'est tenu à Paris au cours de l'été dernier, M. Mandel a abordé l'un des problèmes les plus importants et les plus actuels de la mécanique automobile. C'est celui de la *carburation* et de l'*injection* dans les moteurs à combustion interne. Nous avons déjà exposé ici (1) ce point de vue qui domine l'évolution actuelle de la technique. L'important mémoire de M. Mandel mériterait une analyse détaillée de ces phénomènes minutieusement et scientifiquement étudiés. Nous nous proposons du reste de revenir sur ce sujet capital en ce qui concerne l'évolution des tendances dans le domaine du moteur appliqué à la locomotion. M. R.-C. Faroux a déjà résumé ces conclusions (*V. A.*, n° 1119). On y verra notamment que, dans un moteur à *carburation préalable*, la combustion interne s'effectue dans des conditions différentes de celles réalisées dans le moteur rapide à *injection directe*. Avec l'injection et la pulvérisation du mélange dosé de combustible détonant et d'air, non seulement la combustion s'effectue plus rapidement, même au début après l'étincelle et plus complètement, mais encore le diagramme obtenu se rapproche beaucoup plus du diagramme théorique (cycle classique à quatre temps de Beau de Rochas), qu'avec le moteur à combustion préalable. Cette combustion rapide des hydrocarbures dans les moteurs à injection exige une *homogénéité* aussi parfaite que possible du

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 240, page 476.

combustible introduit, dont dépendent précisément les avantages constatés par M. Mandel. Une telle introduction du combustible par l'injection exige donc une grande finesse de pulvérisation minutieuse et un dosage approprié et rigoureux. Pour réaliser de semblables conditions, il appartient aux raffineries de pétrole de préparer des produits homogènes répondant strictement aux exigences des moteurs dépourvus de carburateurs. En particulier, les fabricants doivent tenir compte des caractéristiques de la culasse spécialement adaptée à ces nouveaux moteurs rapides à injection. On voit, par ces quelques aperçus concernant les différents phénomènes observés, quelle importance pratique présentent les délicates recherches théoriques et expérimentales actuellement en cours pour s'efforcer sans cesse de mieux connaître « ce qui se passe » dans le moteur à injection (rapide) comparé au moteur à carburation. De tels problèmes, si complexes, sont l'objet, de la part des savants chercheurs, en Allemagne, Hollande, U. S. A., etc. de travaux encore peu connus mais combien intéressants à suivre pour l'avenir du moteur même.

Aux Etats-Unis, la *General Motors* et Ford viennent de commencer la construction en série de nouveaux moteurs à injection qui étaient à l'étude et aux essais depuis plus d'un an. Certains de ces modèles seront exportés en Europe en 1938.

M. Mandel, au cours d'une conférence faite cette année même devant la S. I. A., a exposé sa manière de voir concernant les combustibles convenant le mieux aux moteurs à injection à haute performance et la préparation de combustibles économiques répondant aux besoins de l'industrie française. Il a ajouté qu'en Angleterre, en vue de résoudre les mêmes problèmes qu'en France, différents types de culasses ont été examinés et que l'*injection directe à turbulence dirigée* a de nombreux partisans parmi les techniciens, car elle autorise les grandes vitesses de rotation en vue, précisément, de réaliser ces moteurs à haute performance. Quant à l'Allemagne, elle semble s'orienter non plus vers l'injection directe, mais plutôt vers la *gazéification préalable* en utilisant l'*antichambre à carburation instantanée* (culasse à antichambre) en opposition aux culasses à haute turbulence. Le dispositif dit « à antichambre » a, entre autres avantages, celui de permettre l'emploi de combustibles très variés et d'origines diverses.

Plaidoyer pour le moteur « à l'arrière » de l'automobile

DANS une conférence récente faite à Paris (S. I. A.) par l'ingénieur en chef de la Société Mercedes-Benz (M. Rohr), le problème de la voiture de tourisme à grande vitesse a été examiné avec l'autorité qui revient au technicien

allemand dans le domaine de la construction automobile en général et dans celui de la propulsion en particulier, soit par moteur avant, soit par moteur arrière, sans omettre celui des roues indépendantes dont il fut l'un des premiers propagandistes. Il a montré que les propriétés de *conduite* et de *rendement* d'une voiture de tourisme (et aussi d'une voiture de compétition) dépendaient de sept facteurs principaux : mode de propulsion ; moment d'inertie du véhicule par rapport à la verticale du centre de gravité ; altitude de ce centre de gravité ; empattement ; forme de la carrosserie ; rigidité transversale des bandages, sans oublier la répartition des charges avant et arrière. Comme le fait remarquer l'un de nos plus éminents collaborateurs en matière d'automobile, M. Faroux, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, docteur ès sciences, « on ne peut songer simplement aux conditions statiques. En déplacement rapide, la résistance de l'air crée un couple ainsi que l'action motrice. Celle-ci tend à « asseoir » la voiture sur les roues arrière, le freinage chargeant l'essieu avant par effet d'inertie de la masse suspendue », et il ajoute fort judicieusement : « Aux éléments ci-dessus indiqués par M. Rohr, il y aurait lieu d'ajouter l'élément « suspension » dont le rôle est également important pour la conduite d'une voiture rapide ». Ainsi pour une voiture de course, la suspension est « dure » (ressorts courts, épais, presque pas de flèche), afin de réaliser un *tout* aussi indéformable que possible dans lequel les ressorts jouent le rôle d'organe de liaison beaucoup plus que celui de suspension proprement dite. L'importance du moment d'inertie par rapport à la verticale du centre de gravité incite les ingénieurs à réduire ce facteur en condensant les masses autour de ce centre de gravité. On l'élèvera donc en éloignant certaines masses telles que les roues de rechange placées à l'arrière. Si un grand moment d'inertie présente des avantages pour la stabilité de route lorsque la voiture roule en ligne droite, par contre, un faible moment d'inertie est préférable lorsque le véhicule roule dans une courbe. M. Faroux a cité à ce sujet la formule du constructeur Brasier : « Sur un circuit sinueux, il faut grouper le poids d'un véhicule de course au centre et rejeter loin les quatre roues », rappelant l'exemple du levrier qui effectue de foudroyants changements de direction.

L'ingénieur allemand, lors de sa récente conférence à Paris, a conclu que la voiture à *moteur et traction arrière* (c'est le cas des « Auto-Union » de course) offrait certains avantages que voici : exécution en « monobloc » et du moteur et de la boîte et du différentiel ; meilleure visibilité ; suppression de la chaleur, du bruit, de l'odeur produits par le moteur situé à l'avant ; carrosserie pro-

filée aisée à établir ; grande adhérence des roues motrices. Voilà pour les avantages du *moteur arrière*. Il présente aussi certains inconvénients : commande de grande longueur, refroidissement moins facile à assurer, etc. Quoi qu'il en soit, il résulte de l'étude approfondie de l'ingénieur en chef de la firme « Mercedes » qu'il est fort probable que la tendance, de plus en plus marquée, de réaliser des formes de moindre résistance amènera les constructeurs à placer le moteur à l'arrière du châssis. D'autre part, aux grandes vitesses, même en ligne droite, pour une voiture de course ou de sport, les efforts verticaux dus aux oscillations croissent considérablement, ce qui amène les constructeurs à adopter les *roues indépendantes* pour les véhicules rapides (« Mercedes » « Auto-Union », Alfa-Romeo », etc.). Malheureusement, ces puissantes voitures sont encore trop lourdes, et alléger c'est progresser en matière de construction mécanique. Cela est vrai, qu'il s'agisse de la locomotion à moteur (essence, huile lourde) ou de l'établissement d'un pont métallique. La mise au point d'alliages, d'aciers légers et résistants n'est-elle pas, par exemple, à l'origine de l'évolution de l'aviation moderne où la puissance s'allie à la légèreté ?

La France dans les compétitions automobiles internationales

DANS les compétitions internationales concernant l'automobile, la France, en 1937, aura figuré honorablement parmi les pays où l'industrie mécanique avait pris l'habitude de triompher, « surclassant » de loin les voitures françaises. Or, en août dernier, une 12 cylindres « sport » Delahaye réalisait une moyenne supérieure à celle imposée (146 km/h) sur le circuit routier de Montlhéry, et cela avec un véhicule dépourvu de compresseur, alors que les constructeurs étrangers les plus réputés font presque toujours appel à la *suralimentation*. C'est un résultat qui fait honneur à la construction automobile française. Il en fut un autre non moins appréciable : en septembre dernier, la plus grande épreuve automobile organisée par l'Angleterre, le « Touris Trophy », a été gagnée par une marque également française qui parvint à « placer » deux voitures dans les deux premières places, alors que la troisième revenait à une voiture de construction allemande. C'était la première fois que, dans cette course, la victoire revenait à notre industrie, alors que, précédemment, Anglais, Allemands, Italiens se disputaient seuls cette épreuve en s'en partageant les lauriers. Il y a là un commencement de « redressement » dans le domaine du sport mécanique

qui nous permet d'espérer qu'en 1938 les « Mercedes Benz », les « Auto-Union », les « Alfa-Romeo » (pour ne citer ici que les firmes les plus glorieuses) auront désormais à compter avec les concurrents venant de France pour affronter les compétitions internationales de l'an prochain.

L'essor de l'industrie allemande de l'automobile en 1937

QUELQUES chiffres suffisent à montrer le prodigieux développement de l'industrie automobile en Allemagne de 1932 à 1936 : la production des voitures est passée de 51 000 à 293 000 ; le nombre des permis, de 104 000 à 457 000 ; l'exportation de 3 000 à 27 000 voitures (France, 21 401 seulement en 1936). Simultanément, le nombre d'ouvriers dont le travail dépend directement de cette industrie a cru de 33 000 à 118 000, sans compter ceux (130 000) qui construisent des autostrades, préparent les matériaux nécessaires (120 000), entretiennent le réseau routier (115 000). Ce développement, aussi rapide que considérable, est dû, pour une certaine part, à une série de mesures prises par le chancelier actuel, dès son arrivée au pouvoir (mars 1933). En effet, en deux mois seulement, il a exempté d'impôts les voitures neuves pour l'usage privé. Cette décision fut bientôt suivie d'une seconde (31 mai 1933) diminuant les taxes applicables aux anciennes voitures. Le 1^{er} juin 1933, non seulement tous les impôts sont supprimés, mais encore les acquéreurs de véhicules industriels sont autorisés à déduire de l'impôt général sur le revenu le prix des camions et voitures de livraisons achetés chez les constructeurs et destinés à remplacer les anciens matériels. Même les droits d'examen pour permis de conduire sont réduits. De plus, on crée des autos-écoles dont la fréquentation est obligatoire. Le 23 septembre 1933, le chancelier inaugure le premier chantier du réseau d'autostrades qui comprendra 7 000 km et nécessitera une dépense de 4 milliards de marks (1). Près de 1 000 km sont déjà en service au 1^{er} janvier 1937, et environ 3 000 km seront terminés dès le début de 1938. Pour favoriser l'exportation, d'importants crédits sont alloués aux constructeurs de voitures de compétition. On connaît les magnifiques performances accomplies dans les courses d'automobiles au cours de ces dernières années par les « Mercedes » et les « Auto-Union ». Pour coordonner rail et route, les autorités d'Empire répartissent judicieusement le trafic au mieux des intérêts des exploitants et des usagers.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 240, page 461.

A TRAVERS NOTRE COURRIER...

Chaque mois, des milliers de lettres arrivent à « La Science et la Vie » de tous les points du monde. Nous nous efforçons toujours d'y répondre avec précision. Mais ce courrier abondant et varié aborde parfois des questions d'ordre scientifique et industriel qui peuvent être portées à la connaissance de tous. Aussi, sous cette rubrique, nous nous proposons de sélectionner les plus intéressantes d'entre elles pour la majorité de nos lecteurs.

A propos de la formule pour les courses d'automobiles

AINSI que nous l'avons signalé, les moteurs des voitures de courses pour les années 1938-39-40 devront satisfaire à une des deux conditions suivantes : 3 000 cm³ de cylindrée avec compresseur, ou 4 500 cm³ sans compresseur. La Commission Sportive Internationale a, en effet, admis comme coefficient de compensation pour le moteur sans compresseur le chiffre 1,5 (1). Ce choix paraît quelque peu arbitraire, et les enseignements déjà acquis laissent prévoir qu'un moteur de 3 000 cm³ suralimenté développera plus de chevaux qu'un de 4 500 cm³ non suralimenté, du moins si l'on n'apporte pas de restriction sur la qualité et la quantité du carburant et sur le taux de compression. Rappelons à ce sujet que, contrairement à l'idée couramment admise, le compresseur n'est pas un gaspilleur de carburant, puisque, d'une part, il autorise une réduction de poids et que, d'autre part, l'accroissement de rendement réalisé aboutit finalement à une économie. Le moteur le plus petit, tournant le plus vite, à compresseur, n'a-t-il pas gagné un Grand Prix de l'A. C. F. (formule de la consommation limitée)? Les futures compétitions nous apporteront des indications à ce sujet. Il est désirable, toutefois, que les parcours choisis permettent de juger de la résistance du moteur suralimenté et non pas seulement de ses qualités au point de vue vitesse sur un parcours peu accidenté (2).

Lumière zodiacale

UN de nos lecteurs, M. R. Monié, veut bien me demander de préciser les points de vue actuels sur la nature de la *lumière zodiacale*. Chacun sait que deux explications sont proposées. La première met en cause la réflexion et la diffusion de la lumière solaire par des grains de poussière ou des molécules gazeuses situés dans le plan de l'écliptique ; elle s'appuie

(1) Cela signifie que, pour fournir la même puissance, un moteur sans compresseur doit avoir une cylindrée 1,5 fois plus grande qu'un moteur avec compresseur.

(2) En effet, dans les côtes (régimes moins rapides), le moteur à grosse cylindrée conserve un couple plus élevé que le petit moteur surcomprimé (souplesse).

sur les observations spectroscopiques et, en particulier, sur celles de Fath, au mont Wilson, qui, avec une pose de 12 heures dans un spectroscopie très lumineux, a obtenu un spectre continu, coupé par les raies sombres *G*, *H*, *K* : donc exactement le spectre solaire diffusé par des grains de matière ; les mesures de polarisation ayant donné des résultats contradictoires, il est impossible de trancher le point de savoir si ces grains de matière sont de la poussière solide ou des molécules gazeuses.

Dans une autre théorie, on met en cause l'action des rayons cathodiques émanés du Soleil, mais il est malaisé de préciser cette explication : en frappant la matière, ces rayons cathodiques (dont l'existence, d'ailleurs, n'est pas contestée) produiraient non de la lumière visible, comme la lueur zodiacale, mais des rayons X qui ne parviendraient pas jusqu'à nous, étant arrêtés en route par notre atmosphère ; des phénomènes de fluorescence produits par le choc des électrons sur la matière donneraient des bandes lumineuses que l'analyse spectrale de la lueur zodiacale n'a pas révélées.

En résumé, il paraît prudent, dans l'état actuel de nos connaissances, d'accepter provisoirement la première explication, sans méconnaître pourtant que les électrons solaires peuvent jouer un rôle qu'il paraît difficile de préciser.

L. H.

Liaisons aériennes transocéaniques

IL n'est pas niable, en effet, que la France accuse un retard d'environ trois ans sur l'étranger au point de vue des matériels destinés à un service aérien régulier sur l'Atlantique-Nord. Si, en effet, un premier prototype de 40 t vient d'être commandé et si la construction d'un autre de 50 t est envisagée, la Grande-Bretagne et les Etats-Unis sont déjà parvenus au stade des réalisations pratiques (1) avec le *Caledonia* et le *Sikorsky S.-42 B*, qui, avec régularité, ont déjà accompli la traversée de l'Océan. Les Etats-Unis ont, de leur côté, organisé un service aérien transpacifique (de San Francisco à Manille, prolongé aujourd'hui jusqu'à Hong-Kong, soit 13 000 km au-dessus de l'eau avec escales à Hawaï, Midway, Wake et Guam) à la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 243, page 238.

vitesse de croisière de 250 km/h, avec 13 passagers et 500 kg de fret (22 passagers sur les étapes autres que San Francisco-Honolulu). Ils envisagent eux aussi, de préférence, pour le problème de l'Atlantique-Nord, des traversées *avec escales* (soit Terre-Neuve-Irlande, soit les Bermudes et les Açores). L'étape la plus longue serait de 3 250 km (le trajet de San Francisco à Honolulu compte 3 850 km). Un nouvel hydravion de 50 t serait, dit-on, à l'étude. Quant aux Anglais, ils disposeront pour 1939 d'hydravions de 40 t. L'Allemagne, qui possède déjà des hydravions catapultables de 10 à 12 t, construit actuellement un hydravion de 50 t (*Dornier*).

La conception française envisagerait, paraît-il, la traversée *sans escale* Paris-New York (6 000 km) à la vitesse moyenne de 200 km/h (plus tard 300 km/h) avec vent contraire de 60 km/h. Mais ce ne sont que des paroles en l'air, car des visées ambitieuses exigent des études et essais prolongés et onéreux entre des mains expertes et qui ne sauraient aboutir, au point de vue *utilisation commerciale*, avant quatre ans, et nous sommes optimistes.

Reprise de l'activité économique en Belgique

Si l'on prend en effet comme base l'année 1929, en affectant l'indice 100 à l'activité économique belge à cette époque, on constate que cet indice, après être tombé au minimum de 54 en 1934, s'est assez rapidement relevé pour atteindre aujourd'hui 91. Mais si l'on prend l'année 1934 (minimum) comme base (indice 100), la moyenne de janvier 1936 ressort à 127, celle d'avril 1937 à 137. Le redressement économique est indéniable. Il est du reste confirmé par l'accroissement de la production d'électricité, du commerce extérieur, notamment dans le domaine des industries lourdes (métallurgie). L'augmentation des salaires — qui n'a pas été suivie d'un accroissement proportionnel du prix de la vie, bien qu'il ait amélioré le pouvoir d'achat des masses de 22 % — n'a pas exercé une influence grave sur le volume des transactions à l'intérieur du pays.

Matériel de guerre tchécoslovaque

La Tchécoslovaquie ne compte, en effet, que 15 millions d'habitants, mais dispose d'une armée de 175 000 hommes en temps de paix (2 500 000 hommes mobilisables, dont 1 000 000 entraînés et armés). En ce qui concerne le matériel, il provient des ateliers Skoda, réputés bien avant la guerre, qui, en 1914-18, fournissaient les pièces de 105 et 210 mm aux empires centraux. Ils sont aujourd'hui en territoire tchécoslovaque, ainsi que les usines de

Brno, Bratislava et Ostrava. Ces ateliers fabriquent actuellement des 77 de campagne, des obusiers de 100 et 105 mm, des canons lourds de 210 à 315 mm. Le fait que l'Angleterre et le Portugal commandent certains matériels d'infanterie en Tchécoslovaquie suffit à prouver la qualité de ces fabrications.

Au point de vue de l'aviation, la Tchécoslovaquie disposerait actuellement de 1 000 appareils. Compte tenu de la population, ce chiffre correspondrait à 3 000 avions pour la France, 5 000 pour l'Allemagne, 10 000 pour l'U. R. S. S. Au Salon de l'Aéronautique de Paris 1936, nous avons apprécié un appareil militaire volant à 380 km/h et dont l'armement lui assure une puissance de feu que les bombardiers les plus modernes ne sauraient affronter : 4 mitrailleuses (2 en bout d'ailes, 2 au centre) ; tube-canon automatique de 20 mm ; chargement en bombes, 1 000 kg.

Quand les agents des P. T. T. usent du sifflet

le long des lignes téléphoniques

Vous vous demandez pourquoi on peut parfois observer un agent des P. T. T. installé le long d'une ligne téléphonique et soufflant dans un sifflet métallique. C'est l'application d'une nouvelle méthode pour appeler l'opérateur du Service des Essais et Mesures. Car vous avez dû remarquer aussi que le son était émis devant un microphone. En effet, les agents chargés de l'entretien des circuits interurbains en fils nus aériens ont souvent à demander à la table d'essais et de mesures du Bureau central des renseignements concernant les dérangements des lignes, et ils doivent signaler également les réparations effectuées. Ils sont munis pour cela d'un poste téléphonique portatif qu'ils branchent sur les deux conducteurs du circuit. Une magnéto actionnée par une manivelle était jusqu'ici utilisée pour provoquer l'appel du Central. Mais le courant à basse fréquence (20 périodes/s) ainsi produit ne peut être utilisé sur une paire de conducteurs affectés simultanément à la télégraphie par courant continu et à la téléphonie sans gêner les communications. Aussi a-t-on adopté de bonne heure la signalisation à 135 p/s obtenue au moyen d'un interrupteur coupant le courant de la magnéto à cette fréquence de 135 p/s.

Plus récemment, on a utilisé la signalisation à fréquence vocale, les courants correspondants (1 000 p/s) étant automatiquement amplifiés par les répéteurs installés pour les conversations ordinaires. Toutefois, ces courants sont interrompus 20 fois par seconde, de manière à fournir un signal qui ne puisse être confondu avec la voix et auxquels les récepteurs spéciaux des signaux sont, par contre, très sensibles. Si,

dans les bureaux centraux, ce courant à 1 000 p/s interrompu 20 fois par seconde est aisément obtenu au moyen de groupes électriques munis de régulateurs de vitesse, il fallait doter les agents circulant sur les lignes d'un appareil léger et simple pour effectuer leurs appels. C'est précisément le rôle du sifflet que vous avez entendu. Sa longueur (11 c/m environ) est calculée pour produire un son de 1 000 p/s. D'autre part, une lame métallique située à son intérieur vibre sous l'effet de l'arrivée d'air, ce qui interrompt le son de 1 000 p/s à la fréquence convenable. En sifflant ainsi devant le microphone de son appareil téléphonique, branché sur la ligne, l'agent chargé de l'entretien appelle donc tout simplement le Bureau central.

Bombes d'avion contre cuirassé

L'ATTAQUE du « cuirassé de poche » allemand *Deutschland*, — dit de 10 000 t alors qu'il atteint au moins 13 000 t, — le 30 mai 1937, dans les eaux espagnoles confirme la théorie développée ici même par l'ingénieur en chef du Génie maritime Rougeron (1). Deux bombes de 250 kg, lancées de 1 200 m de hauteur, ont frappé le pont avant — non protégé — du navire, le mettant en quelque sorte hors de combat. Il semble donc démontré que le bombardier léger est aujourd'hui l'un des plus redoutables adversaires du bâtiment de ligne. La construction navale doit évidemment tenir compte de ce nouveau danger constitué par les bombes et les torpilles aériennes. En dehors des dispositifs spéciaux de défense passive (double cuirasse adoptée en Angleterre avec de robustes grilles pare-bombes, situées au-dessus des points les plus vulnérables, pour provoquer l'éclatement prématuré des projectiles), la défense active (artillerie antiaérienne) doit pouvoir réaliser une puissance de feu sans cesse accrue. Ainsi, l'armement des nouveaux cuirassés anglais, actuellement en chantier, comprendra 12 pièces de 152 mm pouvant tirer presque à la verticale, 12 de 102 mm et 20 de 37 mm sans compter un nombre impressionnant de mitrailleuses de différents calibres et diversement groupées.

L'usure des cylindres de moteurs d'automobiles

EN dehors de l'usure inévitable consécutive au frottement des pistons dans les cylindres, — usure que diminue d'une part la lubrification, d'autre part le durcissement des parois internes par céméntation et nitruration, — certains phénomènes en effet, tel que celui de la corrosion notamment, contribuent à la détérioration

plus ou moins rapide de ces organes essentiels. Si la combustion du mélange carburé (air et vapeur d'essence) est incomplète (mauvaise carburation, départ à froid), certains acides organiques (acétique, formique, etc.) s'ajoutent aux produits normaux de cette combustion (anhydride carbonique, vapeur d'eau). On y trouve aussi de l'anhydride sulfureux lorsque l'essence contient du soufre. En présence d'eau, ces anhydrides carbonique et sulfureux se transforment évidemment en acides qui attaquent les parois du cylindre. Toutefois, il faut pour cela que l'eau soit à l'état liquide, c'est-à-dire que la température du cylindre soit inférieure à 100° C et voisine de 80° C (point de rosée où l'eau se condense nettement). Or, cette condition est précisément réalisée lorsque la combustion est incomplète (départ à froid). D'où cette conclusion pratique : il faut favoriser le réchauffement rapide du moteur. Le thermostat, qui interdit la circulation de l'eau tant que celle-ci n'a pas atteint une température déterminée, constitue un remède préventif contre la corrosion. Il en est de même pour la présence d'huile dans l'essence, qui, en lubrifiant les cylindres, rend plus difficile leur attaque par les acides résultant de la combustion.

Autorails à hélices

IL est exact que le réseau des chemins de fer du Nord a fait construire une rame double destinée à circuler à de très grandes vitesses (180 km/h) sur les sections de voie autorisant de telles performances. Mais on sait que s'il est aisé d'accroître la vitesse des autorails grâce aux progrès réalisés dans les moteurs, il est, par contre, délicat d'assurer un bon freinage. Aussi une nouvelle solution sera-t-elle adoptée sur ces rames rapides. En effet, en dehors du frein oléopneumatique, on utilisera l'effet retardateur obtenu au moyen d'hélices à pas variables (une hélice avant et une arrière) actionnées chacune par un moteur à combustion interne de 500 ch. Il suffit de faire varier le pas de l'hélice pour régler l'effort de traction et, en renversant le pas, on obtient un freinage très progressif et efficace. L'emploi des hélices a permis de résoudre également le problème de la transmission, car, bien entendu, elles seront utilisées pour la propulsion du véhicule. Si le rendement d'une telle transmission de la puissance motrice en effort de propulsion est assez faible (60 %), cet inconvénient peut être compensé par l'emploi de moteurs plus puissants. La rame double, de 44 mètres de long, pèse 50 t pour 91 voyageurs. Au point de vue de l'insonorisation, signalons que le fond de la caisse sera entièrement clos par une tôle latérale, ce qui permettra, en outre, de réduire la résistance à l'avance-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 265.

ment (aérodynamisme); que les parois des revêtements intérieurs et les glaces seront montées élastiquement sur des matériaux insonores, et que les parois latérales, intérieures et extérieures de la toiture et les gaines d'aération, seront « flockées ». Le « flockage » consiste à projeter de la bourre de feutre sur les surfaces revêtues au préalable d'un enduit adhésif.

Orthodromie et Loxodromie

A propos de la course Istres-Damas-Paris, voici les renseignements demandés au sujet de la route aérienne suivie par les pilotes. On sait que le trajet le plus court, géométriquement, d'un point à un autre de la Terre est celui qui suit le grand cercle — dont le centre coïncide avec celui de notre planète — passant par ces deux points. Toutefois, cette ligne, dite *orthodromique*, ne coupe pas les méridiens des lieux rencontrés (grands cercles passant par les pôles géographiques et par ces lieux) suivant un angle constant. Elle ne peut donc être suivie qu'au prix d'un incessant changement de cap (1). Aussi préfère-t-on souvent — c'est le cas des navires — suivre une ligne dite *loxodromique* faisant un angle constant avec tous les méridiens. Elle correspondrait à un cap invariable du compas si le nord géographique était confondu avec le nord magnétique. Les aviateurs italiens ont notamment suivi la loxodromie de Damas à Paris et ont ainsi évité, au prix d'un parcours supplémentaire, le survol de grands massifs montagneux. Cette ligne est, en effet, située dans notre hémisphère, au sud de l'orthodromie.

L'évolution de la production de la soie artificielle dans le monde

LES statistiques établies récemment en Angleterre montrent que l'année 1936 est une année record pour la production de la rayonne dans le monde. Le tonnage total fabriqué en 1936 a atteint en effet 463 000 t contre 422 000 t en 1935 et 355 000 t en 1934. Il convient de remarquer que c'est le Japon qui vient cette année au premier rang parmi les producteurs de rayonne, avec 129 000 t contre 126 000 t aux Etats-Unis, qui n'occupent plus ainsi que le second rang. Ce recul est dû en particulier à l'influence des inondations du printemps 1936 qui, pour n'avoir pas été aussi tragiques que celles du début de 1937, ont apporté un

(1) Angle formé par l'axe de l'avion et la direction du nord géographique. En pratique, on n'effectue le changement de cap qu'à des intervalles réguliers prévus à l'avance et pour lesquels on a calculé le cap à adopter. La boussole indiquant le nord magnétique, il y a lieu d'effectuer une correction à ses indications égale à la *déclinaison*, angle du méridien du nord magnétique et du nord géographique. Cette déclinaison varie avec le lieu où l'on se trouve. En France, elle oscille entre 8° à Strasbourg et 14° à Brest.

trouble profond dans l'industrie américaine. De ce côté, la France ne se place qu'au sixième rang avec 19 000 t, après le Japon (129 000 t), les Etats-Unis (126 000 t), la Grande-Bretagne (53 000 t), l'Allemagne (51 000 t) et l'Italie (40 000 t). Alors que la production mondiale de rayonne a augmenté de 23 % entre 1934 et 1936, celle de la France a, par contre, décliné de 26 000 t à 19 000 t, soit 27 % environ de baisse.

A l'assaut du record de vitesse en automobile

LA voiture du coureur automobiliste anglais G.-E.-T. Eyston a couvert le 6 novembre dernier 1 mille (1 609 m) à la vitesse moyenne de 503,616 km/h; elle aurait même dépassé cette vitesse au cours de sa tentative. Cette voiture, de 10,20 m de long, de 2,50 de large et de 1,27 de haut, pesant 7 366 kg, était propulsée par deux moteurs Rolls-Royce (type aviation) de 12 cylindres et de 36,582 l de cylindrée chacun (73,164 l au total). La puissance motrice était de 4 765 ch au régime de 3 200 tours/mn. Quant au châssis, il comportait quatre roues simples directrices et quatre roues motrices jumelées. On sait qu'*officiellement* le record de Campbell (484,619 km/h) n'a pas été battu (1), puisque Eyston n'a pu accomplir le trajet imposé que dans un seul sens. Déjà le 26 octobre, Eyston avait réalisé 498,251 km/h, mais un accident survenu à la boîte de vitesses l'avait empêché de poursuivre son essai.

(1) Rappelons que la voiture de Campbell, pesant 5 000 kg, était propulsée par un moteur Rolls-Royce (type aviation), de 36,5 l de cylindrée, développant 2 500 ch. Ainsi, pour gagner environ 14 km/h, il a fallu une puissance voisine du double de celle de Campbell, et un véhicule pesant 2 366 kg de plus.

A PROPOS DES HYDRATIONS GÉANTS

La rédaction de l'article de M. Verdurand sur les hydravions géants, paru dans le n° 245 de *La Science et la Vie* (novembre 1937), pourrait laisser croire que les dispositifs de refroidissement pour moteurs à air en étoile représentés sur les figures qui accompagnent cet article sont dus aux travaux du *National Advisory Committee for Aeronautics* (N. A. C. A.). Nous tenons à signaler que ces dispositifs résultent des recherches et des travaux poursuivis par la Société des Etablissements Lioré et Olivier et par la Société Nationale de Constructions Aéronautiques du Sud-Est, et sont couverts par des brevets déposés au nom de M. P.-E. Mercier et appartenant, pour la France, aux sociétés ci-dessus désignées.

N. D. L. R. — Dans le tableau indiquant les variations de la composition en poids de l'atmosphère terrestre avec l'altitude (n° 244, octobre 1937, page 255), il y a lieu de rectifier une erreur typographique concernant la teneur en hélium à 150 km. Il faut lire 90,5 au lieu de 0,5.

LES DONNÉES FINANCIÈRES DE L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

DEPUIS la guerre, l'industrie électrique a poursuivi, avec persévérance, l'équipement du pays en vue de la production de l'énergie électrique. Deux chiffres suffisent à faire saisir l'ampleur de l'œuvre réalisée dès à présent : 94 % des communes françaises, représentant 98 % de la population française, sont alimentées en électricité. Les progrès accomplis dans les transports à haute tension ont permis de réaliser l'interconnexion des usines productrices : d'où amélioration de la régularité et de la sécurité du service électrique et abaissement des prix du courant. Ceux-ci, évalués en or, ont été réduits en moyenne de 70 % depuis 1914.

La réalisation de cette œuvre a exigé des capitaux extrêmement importants : les immobilisations totales nécessaires pour assurer la production, le transport et la distribution de l'énergie électrique en France s'élèvent à la somme de 25 milliards de francs-Poincaré, et la valeur de remplacement de cet ensemble excéderait, à l'heure actuelle, 50 milliards de francs. Sur ce total, l'Etat et les collectivités ont fourni environ 7 milliards de francs-Poincaré ; encore faut-il remarquer que, sur cette somme, 3 milliards 500 millions ont été prélevés par l'Etat sur le chiffre d'affaires de l'électricité elle-même.

Quoi qu'il en soit, l'initiative privée a dû fournir plus des trois quarts des capitaux nécessaires à l'équipement électrique de la France. Ces milliards, l'industrie française de l'électricité se les est procurés, avant tout, grâce à l'épargne, à la petite épargne surtout. M. Henry Truchy, professeur d'Economie politique à la Faculté de Droit de Paris, chiffrait, récemment, à environ 1 million le nombre des porteurs des valeurs d'électricité. Et le total des titres d'électricité (actions et obligations) cotés à la Bourse de Paris s'élève, en valeur nominale, à près de 12 milliards de francs actuels. Si l'on songe que ce chiffre ne tient pas compte des primes d'émission, parfois considérables, on mesurera l'importance du concours apporté par l'épargne à l'industrie électrique. Ce concours, toutefois, n'était pas suffisant, et ne pouvait pas l'être. L'énorme accumulation de capitaux nécessités par l'équipement des distributions a, dès l'origine, imposé aux sociétés des méthodes de financement et de gestion tout à fait particulières. Les sommes indispensables sont d'autant plus importantes qu'aucune industrie n'a connu un progrès technique aussi rapide que l'industrie électrique. « Nous passons notre temps à nous rattraper nous-mêmes », disait un ingénieur. Pour maintenir les installations à la hauteur du progrès, il a fallu — et il faut encore — renouveler sans cesse le matériel, bien avant qu'il ait fourni tout l'usage dont il était susceptible, ce qui alourdit considérablement la charge d'amortissement.

Aussi, les conseils d'administration ont-ils dû adopter une large politique de réserve et réinvestir chaque année des sommes très importantes, au détriment de la part des bénéfices mise en distribution. C'était demander aux actionnaires, par l'intermédiaire des assemblées générales qui consentaient ces réinvestissements, d'assurer eux-mêmes une partie notable de la charge des travaux nécessaires pour les développements ultérieurs. Du moins

étaient-ils encouragés par la perspective d'une croissance, lente, mais progressive, de leurs dividendes. Cet espoir était d'autant plus légitime que la politique de réserve, adoptée par la presque unanimité des sociétés, était tout à l'avantage immédiat des consommateurs. En effet, si les sociétés avaient distribué des dividendes aussi larges que possible dès le début de leur exploitation, elles auraient demandé ensuite aux actionnaires d'en reverser une part contre l'émission d'actions nouvelles, de sorte que, pour réinvestir les mêmes capitaux, les sociétés auraient dû faire face à des frais bien plus considérables provenant de l'inscription à leur passif d'un capital accru. Il en serait indiscutablement résulté un accroissement du prix de vente au public. Mais, pour que les actionnaires ne soient pas définitivement sacrifiés aux consommateurs, il aurait fallu que, conformément aux prévisions des administrateurs, les dividendes pussent s'élever progressivement avec le temps.

L'examen des résultats de 1936 montre que, malheureusement, ces justes espoirs ont été trop souvent déçus. Pour l'exercice 1936, les dividendes des sociétés de distribution se sont élevés, en moyenne, à 7, 6 % brut par rapport au capital nominal.

Mais, comme on l'a déjà remarqué, il ne faut pas tenir compte seulement du capital nominal ; il faut considérer le total des sommes effectivement versées par les actionnaires et rapporter le montant des bénéfices distribués au capital nominal, augmenté du montant des primes d'émission. Dans ces conditions, la rémunération du capital s'établit à 6,68 %, et ce chiffre même appelle encore une importante réserve, étant donné que les actionnaires touchent des dividendes dans une monnaie dont la valeur est, en général, moitié moindre que celle qu'ils ont versée lors de l'achat des actions. De sorte que, si l'on tient compte des dévaluations monétaires, le taux moyen de rémunération des capitaux dans l'industrie électrique est inférieur à 4 %. Si l'on songe que l'Etat lui-même a proposé récemment aux épargnants, pour un emprunt pourvu de sûretés particulières, le taux de 4,5 %, on devra conclure que les dividendes des sociétés d'électricité, loin d'être plus élevés que la moyenne, — comme ils devraient l'être après des années de sacrifices, — sont, au contraire, anormalement bas.

Cette situation est d'autant plus grave que l'œuvre de l'industrie électrique est bien loin d'être achevée. Il faudra construire de nouvelles usines, augmenter la puissance de celles qui existent, renforcer les réseaux de distribution, parachever le réseau d'interconnexion.

On s'accorde à chiffrer à une cinquantaine de milliards de francs-Poincaré le coût de cette « électrification en profondeur », d'après les prix de revient actuels du moins.

C'est dire que l'épargne devra apporter longtemps encore et largement son aide aux industriels et aux techniciens de l'électricité, et cette aide, elle l'apportera à l'avenir aussi largement qu'elle l'a fait dans le passé, à une seule condition : que la puissance publique, garant suprême du respect des contrats privés, prêche l'exemple et se montre résolue elle-même à respecter le statut contractuel des sociétés concessionnaires.

L'EXTINCTION DES BOMBES ÉLECTRON

L'AVIDITÉ de l'aluminium pour l'oxygène l'a fait utiliser pour la préparation de certains métaux d'extraction difficile à partir de leurs oxydes dès que l'Allemand Goldschmidt eut l'idée, pour favoriser la réaction, d'accroître au maximum la surface libre du métal à oxyder, c'est-à-dire de l'aluminium, en le réduisant en poudre fine. La réaction très violente qui se produit si l'on a chauffé suffisamment un point de la masse, poudre d'aluminium-oxyde métallique, se poursuit d'elle-même par suite de la grande chaleur dégagée (1). Ainsi est née l'aluminothermie (2), procédé de soudure autogène du fer (rails, etc.). Mais cette propriété de l'aluminium a été utilisée aussi, on le sait, pour la confection des bombes incendiaires dites bombes *électron*. La combustion du mélange aluminium-oxyde métallique (3) atteignant une température de 1 700° C, on conçoit la difficulté présentée pour en assurer l'extinction. En effet, tous les liquides, solides ou gaz extincteurs sont décomposés, et leurs constituants ainsi libérés non seulement activent la combustion (4), mais encore peuvent provoquer l'explosion alors que, normalement, l'engin brûle sans exploser.

M. Herblin vient cependant d'apporter une solution à ce problème de défense nationale. Son procédé consiste à projeter tout d'abord sur la bombe en ignition un corps gras (produit n° 1) au moyen de gaz carbonique sous pression (bouteilles). Ce corps gras isole la bombe enflammée de tout contact

avec l'air et la refroidit suffisamment pour désamorcer la réaction aluminothermique. Bien entendu, le corps gras spécial se met à brûler lui-même, mais il est ensuite aisé de l'éteindre avec un produit n° 2 d'un principe analogue à ceux des extincteurs courants. Au cours de quatre essais exécutés à l'Office national des Recherches et Inventions, dans des conditions différentes, l'appareil *Le*

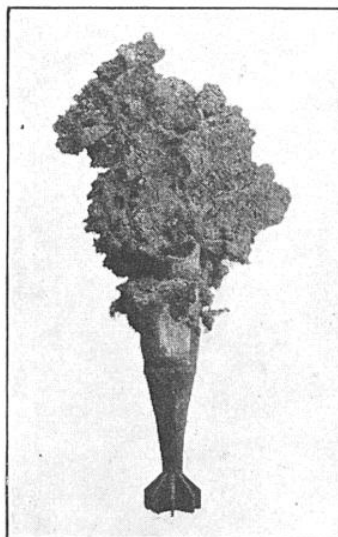
Chimiste — qui permet, sous la protection d'un bouclier spécial, de projeter successivement les deux produits — a révélé son efficacité sur des bombes d'aviation de 1 kg, même lorsque la bombe était allumée sur un plancher combustible dans le voisinage de planches, de fibres de bois, de chiffons. Dans ce dernier cas, le plus défavorable, l'incendie provoqué fut éteint en 3 mn 25 s ; l'électron proprement dit n'avait perdu que 122 g sur 972 et la bombe contenait encore une certaine quantité de la composition d'allumage.

On a préconisé aussi le sable pour l'extinction de ces bombes. Mais cette méthode exige deux conditions : d'abord que la bombe soit facile à repérer (circonstance rare), ensuite que le sable n'apporte aucune trace d'humidité (danger d'explosion). M. Herblin a mis au point, pour cela, un seau spécial où le sable est toujours maintenu absolument sec. Cependant, l'inventeur déconseille vivement l'emploi de sable et

préconise, lorsque l'on peut s'approcher de la bombe, de la saisir avec la pince réfractaire *Le Chimiste*, l'opérateur étant protégé par le bouclier spécial qui accompagne tous les appareils, et de la placer dans le seau dessiccateur liquide qu'il a imaginé.

Ainsi peut être écarté un des plus graves dangers des attaques aériennes sur les villes : l'incendie.

La documentation concernant ce nouveau procédé nous a été fournie par M. HERBLIN, directeur des EXTINCTEURS « LE CHIMISTE », 5, impasse Thoréton, Paris (XV^e).



BOMBE ÉLECTRON APRÈS SON EXTINCTION

(1) Le pouvoir réducteur de l'aluminium est tel que sa combinaison avec l'oxygène dégage 131 calories par 16 g d'oxygène.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 8, page 163.

(3) Cette combustion est amorcée par une composition d'allumage, produit en forme de cigare placé au centre de la bombe. Il est allumé par un percuteur et allume à son tour l'électron.

(4) L'eau ou l'humidité apporte de l'oxygène et de l'hydrogène ; le bromure de méthyle donne du brome, du carbone et de l'hydrogène ; le tétrachlorure de carbone fournit du chlore (oxydant) et du gaz carbonique.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

Que réalise 1937 au point de vue électrique ?

UN ouvrage remarquable sur ce sujet vient de paraître, signé des meilleurs techniciens et des artistes les plus en vue de notre temps.

Cet ouvrage, où les progrès de la technique et de l'art dans divers domaines sont exposés par des hommes aussi qualifiés et aussi divers

que MM. Raoul Dautry et Louis Jouvet, traite des réalisations électriques types dans l'industrie, les chemins de fer, la marine, au music-hall et au théâtre, dans l'éclairage urbain et particulier, etc.

Monument remarquable à la gloire de 1937, cet ouvrage illustré de 130 photographies et de 4 pages en couleurs est vendu 15 francs franco.

Adresser demandes avec chèque ou mandat à ARTS ET TECHNIQUES DE L'ÉLECTRICITÉ, 38, rue du Rocher, Paris (8^e).

Pour l'hygiène et le confort du « home »

VOICI, dans le domaine de la désodorisation et de l'assainissement de l'atmosphère, une nouvelle création qui nous paraît apporter, à ce problème d'hygiène et de confort, une heureuse solution grâce au dégagement de vapeurs d'aldéhydes formiques, non toxiques. Le fonctionnement de ce diffuseur (*Formoz*) est

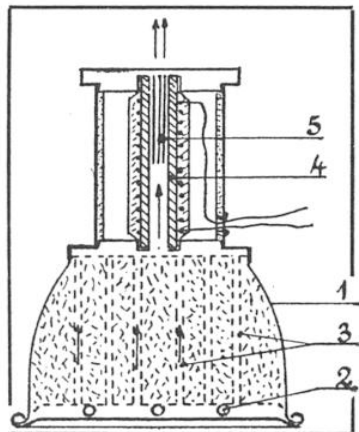


FIG. 1. — VUE EN COUPE DU DIFFUSEUR « FORMOZ »

1, capacité garnie de feutre et chargée d'alcool ; 2, ouvertures ; 3, toiles métalliques assurant le passage de l'air et la carburation ; 4, four électrique ; 5, catalyseur.

favorise l'action des produits actifs (fig. 1). Ainsi, une diffusion de 20 à 30 minutes absorbe les fumées (tabac, etc.), supprime



FIG. 2. — COMMENT ON UTILISE LE SOUFFLEUR « FORMOZ »

naissant a été rendu complètement efficace au moyen du souffleur tue-mites. Cet appareil produit, comme le diffuseur, des vapeurs de formol qui sont soufflées dans un tube, de sorte qu'en appliquant l'embouchure de celui-ci sur les tissus à préserver le formol pénètre partout (et on sait

fondé sur les propriétés catalytiques de certains métaux chauffés qui permettent l'oxydation de l'alcool par l'air ambiant. L'appareil, branché sur une prise de courant (consommation : 4 centimes à l'heure à Paris) et chargé de produits à base d'alcool méthylique, produit, après la simple manœuvre d'un bouton, ces aldéhydes formiques, puissants réducteurs et bactéricides, en même temps que de la vapeur d'eau qui

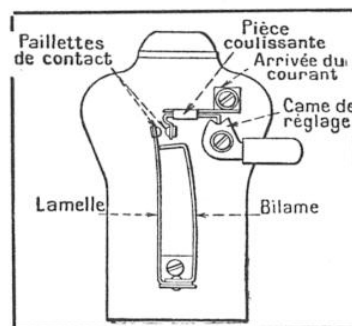
A propos de la destruction des mites — et surtout de leurs larves qui font tout le mal, — voici comment l'emploi du formol

que les larves se cachent dans l'épaisseur même du tissu, dans les coutures, etc.). Les vapeurs sortant à 70° C environ possèdent le maximum d'efficacité. Selon le modèle, cet appareil peut soit se brancher sur un aspirateur (réglé en soufflage), soit être muni d'un souffleur à main, soit comporter un turbo-souffleur électrique (fig. 2).

M. BIEUVILLE, constructeur, 122, rue du Faubourg-Saint-Martin, Paris (10°).

Voici le réglage automatique des appareils électriques ménagers (fers, bouilloires, etc.)

POUR ceux qui ne possèdent pas un fer électrique automatique, dont nous avons déjà montré ici les qualités, voici une fiche fort simple qui permet de régler le chauffage selon le tissu à repasser. Cette fiche, qui se place sur les broches mâles du fer, comporte naturellement deux douilles. L'une est directement connectée à un des deux fils du cordon d'alimentation, tandis que l'autre est reliée au



COUPE SCHÉMATIQUE DE LA FICHE DE RÉGLAGE AUTOMATIQUE

élastique et rompt le contact. Quant au réglage de cette température, il est obtenu au moyen d'une manette latérale dont la manœuvre fait varier la position de la paillette de contact non fixée à la lamelle élastique. Ainsi le contact n'est pas rompu pour une même courbure du bilame, c'est-à-dire pour une même température. Ce sont les ruptures successives du courant, suivies des fermetures du circuit lorsque le refroidissement fait redresser le bilame, qui règlent la température du fer. Cette fiche constitue en outre un facteur de sécurité contre les dangers d'incendie et les détériorations d'appareils.

LHOTELLIER, 20, rue des Gravilliers, Paris (3°).

Le « Téléampliphone »

LE problème de la téléphonie avec haut-parleur, permettant aux correspondants de communiquer dans les mêmes conditions que dans la conversation ordinaire, a fait l'objet de recherches dans tous les pays. Aux États-Unis, un personnel entraîné obtient une exploitation satisfaisante au moyen d'un appareil où un commutateur permet de passer de l'émission à l'écoute et inversement. Voici

une solution française qui n'exige aucune manœuvre. Sans que les interlocuteurs aient à s'approcher du microphone, sans que leur attention soit détournée par les conditions d'utilisation, ils peuvent, après une seule manœuvre de l'« appelant », converser sans être assujettis à occuper une place déterminée. Une autre manœuvre du « demandeur » suffit à couper la communication. Le *téléampliphone* résout donc cet important problème pour les conversations dans un même immeuble ou entre deux immeubles voisins. Son principe a d'ailleurs été appliqué à la téléphonie urbaine et interurbaine grâce à l'*ampli-réseau* (amplificateur de réception), qui exige cependant que l'on parle à proximité du microphone.

LE RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE MODERNE, 17, rue de La Rochefoucauld, Paris (9^e).

Bobineuses de films

RAPPELONS, pour répondre aux nombreuses demandes de nos lecteurs, qu'il existe une bobineuse pour films 24×36 (1), qui permet aux amateurs du petit format en photographie de préparer un chargeur contenant le nombre de vues que l'on désire au lieu des trente-six vues normalement obligatoires. En outre, elle autorise une réserve de 10 m de film que l'on peut conditionner à volonté.

SUMMOR, 27, place Alphonse-Deville, Paris (6^e).

Un jouet à 100 000 volts

LES machines électrostatiques, qui furent pour ainsi dire l'instrument du début de la science électrique, sont redevenues d'actualité par suite des hautes tensions qu'elles permettent d'atteindre (3 millions de volts au Palais de la Découverte).

Ces machines sont très intéressantes également pour l'étude et la connaissance des phénomènes électriques classiques.

Voici, dans ce domaine, un jouet scientifique, instructif et amusant. C'est une petite machine électrostatique de conception simple, mais pouvant atteindre des potentiels très élevés. Naturellement du système dit « à influence », cette

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 244, page xxx.

machine comporte un plateau isolant de 25 cm de diamètre animé d'un mouvement de rotation très rapide (2 à 3 000 tours/mn) soit à la main, soit par moteur universel. Un jeu de balais et de collecteurs effectuent la charge du plateau et la captation de l'électricité produite. Comme dans toutes ces machines, le potentiel atteint est limité par les décharges par l'air et les isolants qui produisent de superbes aigrettes s'échappant de toutes les pièces de la machine. Le plateau lui-même devient phosphorescent. Outre de belles étincelles, cette machine permet de réaliser les expériences classiques de l'électrostatique, notamment l'illumination de tubes de Geissler aux effets lumineux remarquables.

M. LORDEREAU, 26, rue Pradier, Paris (19^e).

Quelques explications sur la « Chambre claire universelle »

VOICI, pour répondre à de nombreuses demandes de nos lecteurs, quelques précisions sur la *Chambre claire*.

Le *Dessineur* et la *Chambre claire universelle*, qui est l'appareil de haute précision, sont des instruments formés d'une tige à coulisses dont une extrémité se fixe à une table et dont l'autre comporte le système optique : prisme et lentilles de mise au point. Il suffit à l'opérateur de regarder à travers l'appareil pour voir se projeter sur la table l'image du sujet *quel qu'il soit*, se trouvant en face de lui, et il n'a plus qu'à en suivre les contours et tous les détails sur son papier avec un crayon. On peut dessiner non seulement le sujet grandeur nature, mais également en réduction ou en agrandissement, selon que l'on dispose le sujet plus ou moins éloigné en face de l'appareil.

L'étude du dessin d'agrément, ou professionnel, devient ainsi aisée. Mais la *Chambre claire* comme le *Dessineur* rendent tous les jours de grands services pour tous les genres de dessin : mode, bijoux, machines, portraits, publicité, etc.

La *Chambre claire universelle* est l'appareil préféré des amateurs et des professionnels pour les dessins précis qu'ils ont à faire ; quant au *Dessineur*, c'est un bon appareil de vulgarisation dont le prix modeste le fait apprécier de la jeunesse et le met à la portée de tous.

P. BERVILLE, 18, rue La Fayette, Paris (9^e).

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

L'Espagne dans le monde, par B.-H. et F.-M. Gescher. Prix franco : France, 35 f 20 ; étranger, 37 f 20.

Le mérite d'un éditeur est de savoir découvrir à l'étranger les ouvrages qui émergent — de par leur valeur — au milieu de la documentation contemporaine offerte au jour le jour par les nations intellectuelles. Celles-ci produisent aujourd'hui beaucoup plus qu'autrefois dans le domaine du livre comme du périodique, alors que la France accuse au contraire une tendance inverse. Dans cette magnifique collection française de documents traduits « pour servir à l'histoire de notre temps », voici, après les volumes concernant l'Angleterre, l'U. R. S. S.,

(1) Les ouvrages annoncés peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE au reçu de la somme correspondant au prix indiqué, sauf majorations.

la Chine, celui qui vient de paraître sur l'Espagne (traduit du hollandais). Ce pays, qui est à nos portes, est cependant presque inconnu, ou fort méconnu, de la plupart de nos compatriotes. En lisant cette œuvre scrupuleusement documentée sur ce grand peuple, on pourra mieux pénétrer son évolution historique, mieux se rendre compte de la constitution de son sol, de sa géographie politique et physique, de ses ressources minérales et agricoles, et par suite parvenir à comprendre certains événements actuels en les rattachant précisément à la situation économique et en déduisant certaines conséquences inéluctables. Que de sujets sont ainsi abordés avec un sens analytique très averti et une rigoureuse objectivité scientifique. En voici quelques-uns : climat et conséquences ; population et vie sociale ; les six grandes régions géographiques de la péninsule

ibérique ; îles et possessions lointaines (Gibraltar, Baléares, Canaries, Afrique du Nord) ; le problème agraire ; le problème ouvrier ; la lutte déchainée et ses répercussions dans le monde. Mais nous avons presque cité ici tous les principaux chapitres de cet ouvrage, car aucun d'eux, de par son intérêt même comme de par les documents inédits, ne mérite d'être passé sous silence. Quand, en France, le goût (et surtout le sens) de la lecture aura repris un nouvel essor dans tous les milieux, sans distinction des classes sociales, nous sommes persuadés que chacun de nous connaissant sans cesse davantage comprendra mieux et les événements, et les doctrines, et les hommes : l'ignorance sépare, la science rapproche.

Les horizons de la médecine, par Auguste Lumière. Prix franco : France, 26 f 80 ; étranger, 28 f 80.

Grâce à l'utilisation des découvertes de la science expérimentale (chimie, physique, etc.), la médecine est devenue, elle aussi, une science. Au cours de son évolution, — surtout depuis Pasteur, — elle a parcouru rapidement les étapes, mais elle est arrivée maintenant à une période de stagnation relative. La médecine, actuellement, semble, en effet, chercher sa voie pour reprendre un nouvel essor : l'« art de guérir » aurait encore trop tendance, suivant l'auteur éminent qualifié de cet intéressant ouvrage, à se cantonner dans la routine sans oser aborder — délibérément et audacieusement — certaines doctrines scientifiques nouvelles en vue de leurs applications médicales. Parmi ces conceptions si originales, M. A. Lumière estime que de nombreux phénomènes, soit normaux, soit pathologiques, relèvent de la nature *colloïdale* des tissus, des « humeurs » de tout être vivant. La santé serait alors la résultante du maintien des éléments colloïdaux à l'état de *suspension* ; la maladie proviendrait, au contraire, de leur précipitation — de leur *floculation* — aboutissant à la vieillesse et à la mort. Cette théorie colloïdale ouvrirait

ainsi des horizons jusqu'ici inconnus à la médecine et à la thérapeutique dites « humorales ». L'expérimentation déjà entreprise serait, à ce point de vue, assez encourageante. A côté de cette thèse particulièrement attrayante et neuve, l'auteur aborde d'autres sujets non moins captivants : citons, entre autres, la lutte contre l'infection par la modification du terrain. Les produits chimiques dits « antiseptiques » seraient des destructeurs de cellules. En effet, au point de vue cytologique, les redoutables microbes finiraient par être détruits également, mais, hélas ! après la cellule même. De tels exemples, assez typiques, suffisent à souligner l'intérêt du livre de M. A. Lumière, digne de s'imposer au libre examen devant l'inertie du classicisme médical. Il est évident que ce « non-conformisme » procurera à l'auteur bien des critiques et soulèvera bien des colères. N'est-ce pas le sort des novateurs qui renoncent délibérément à honorer les « dieux morts » ?

« **Jahrbuch der deutschen Kriegsmarine 1937** », par le contre-amiral (R.) R. Gadow. Editeur : Breitkopf et Hartel, Leipzig.

L'*Annuaire de la flotte de guerre allemande 1937*, publié sous l'autorité du maréchal Von Blomberg, ministre de la Guerre, et de l'amiral Røder, ministre de la Marine, constitue un témoignage probant de la renaissance de la marine du III^e Reich, autorisée par les accords de Londres (18 juin 1935), entre l'Allemagne et l'Angleterre. On y trouve non seulement les caractéristiques des navires en service ou en construction accompagnées de photographies des unités déjà terminées, mais encore leur comparaison avec celles des bâtiments étrangers ainsi que l'exposé, par des spécialistes qualifiés, du rôle de l'aviation dans la guerre navale. C'est certainement, à l'heure actuelle, la documentation la plus complète qui existe sur la nouvelle marine militaire allemande, en pleine résurrection et en pleine évolution, et qui complète utilement les *vade-mecum* sur les flottes de combat modernes.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 55 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 65 fr.
chis.....	{ 6 mois... 28 —		{ 6 mois... 33 —

BELGIQUE

Envois simplement affran-	{ 1 an... 70 f. (français)	Envois recommandés.....	{ 1 an... 90 f. (français)
chis.....	{ 6 mois. 36 f. —		{ 6 mois. 45 f. —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : *Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Îles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.*

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 90 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an.... 110 fr.
chis.....	{ 6 mois... 46 —		{ 6 mois.. 55 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

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.

SALON DE L'AUTOMOBILE 1937

Quelques applications de l'Aluminium Français

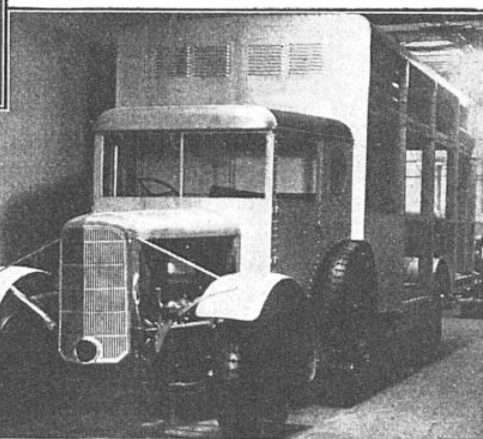
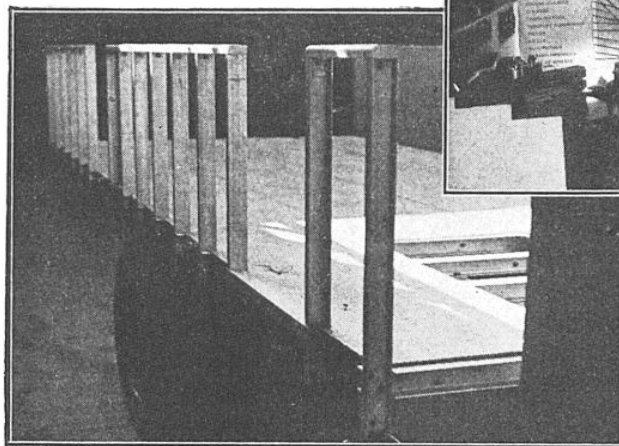
• •

Ci-contre :
Stand de l'Aluminium Français.

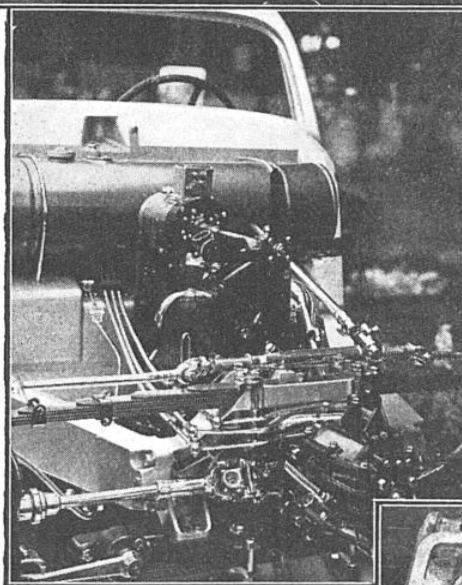


Ci-contre : Plateau à ridelles pour le transport des fûts d'alcool. (Carrosserie **Chalaud**).

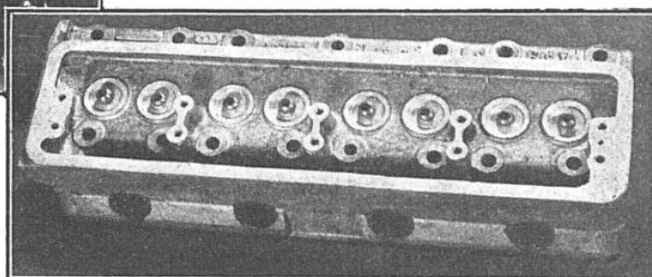
Ci-dessous : Voiture à viande carrossée par **Labourdette**.



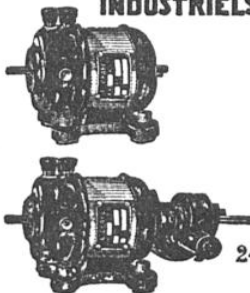
Ci-contre : Moteur et avant de la voiture 7 CV **Amilcar-Hotchkiss** à châssis longeron et avant en alliage d'aluminium.



Ci-contre : Culasse en aluminium à culbuteurs de la 402 **Peugeot**.



PETITS MOTEURS INDUSTRIELS

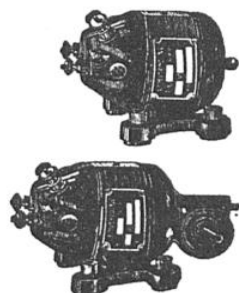


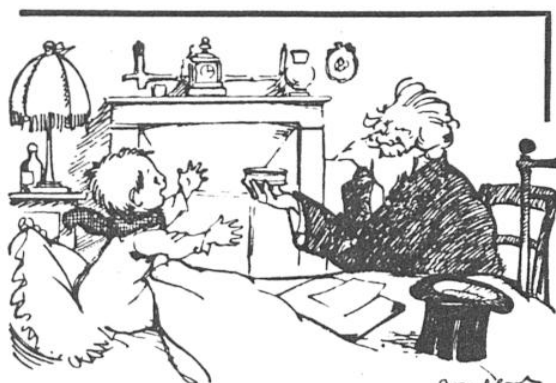
240th RUE JEAN-JAURES
BILLANCOURT



TELEPHONE
MOLITOR 22.39

L. DRAKE CONSTRUCTEUR





- De la Pâte Regnaud !... Ah bon Docteur
vous êtes un chic médecin !

La MAISON FRÈRE
19, rue Jacob, Paris

envoie, à titre gracieux et franco par
la poste, une boîte échantillon de

PÂTE REGNAULD

à toute personne qui lui en fait la
demande de la part de " La Science
et la Vie ".

ÉCOLE DES MÉCANICIENS DE LA MARINE et de l'AIR

19, rue Viète - PARIS

MÊME ÉCOLE

56, boul. Impératrice de Russie
NICE (Alpes - Maritimes)

MARINE DE GUERRE:

Ecole des Elèves-Ingénieurs, Ecoles de Sous-Officiers
et Ecole des Apprentis-Mécaniciens, Ingénieurs-Méca-
niciens de deuxième classe d'active et de réserve, Bre-
vets simple et supérieur de Mécaniciens.

MARINE MARCHANDE:

Officiers Mécaniciens de première, deuxième et troi-
sième classe. Diplôme d'Aspirant Mécanicien-Electricien.

AIR:

Agents techniques, Elèves-Ingénieurs, Dessinateurs,
Sous-Ingénieurs et Ingénieurs Dessinateurs. Ecole
des Apprentis-Mécaniciens de Rochefort et Ecole des
Elèves - Officiers Mécaniciens.

PROGRAMMES GRATUITS

COURS SUR PLACE
COURS PAR CORRESPONDANCE

Quels que soient les achats que vous dési-
rez effectuer, adressez-vous de préférence
aux annonceurs de LA SCIENCE ET LA VIE.
— Vous serez certains d'avoir le maximum
de satisfaction dans le minimum de temps.



TOUT LE MONDE PEUT
dessiner

rapidement et exactement sans études préalables, d'après nature et d'après documents, à n'importe quelle grandeur.

ÉTRENNES

CHAMBRE CLAIRE UNIVERSELLE

2 MODÈLES DE PRÉCISION : 255 et 395 fr.
Emb. et port : FRANCE, 8 fr. ; ÉTRANGER, 25 fr.

DESSINEUR

Chambre claire simplifiée
1 SEUL MODÈLE : 125 fr.
Emb. et port : FRANCE 5 fr. ; ÉTRANGER, 10 fr.

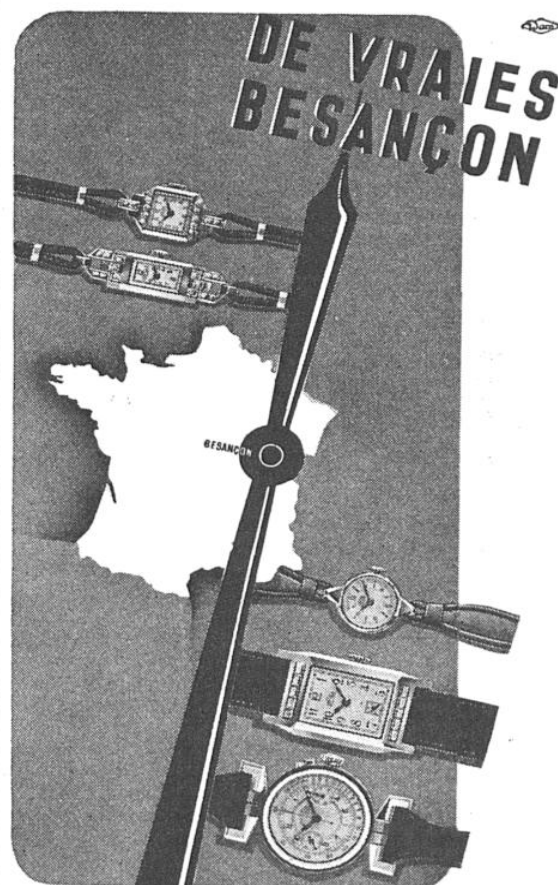
NOMBREUSES RÉFÉRENCES OFFICIELLES ET PRIVÉES
ENVOI GRATUIT DU CATALOGUE N° 12

Donne dessins agrandis, copiés ou réduits de tous sujets ou documents, paysages, objets, photos, etc. • Gain de temps et de possibilités pour les amateurs et les professionnels. • Permet aux débutants de dessiner sans délai. • Permet aux graveurs de dessiner directement à l'envers tout en agrandissant ou réduisant le sujet • — Redresse les photos déformées. —

INSTRUMENTS DE PRÉCISION ET FOURNITURES POUR LE DESSIN

P. BERVILLE Ch. P. 1271-92

18, Rue La Fayette — PARIS (9^e)



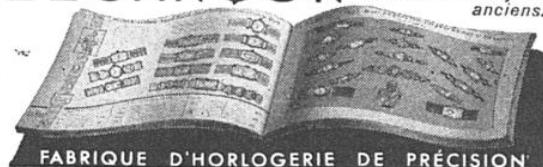
POUR VOS CADEAUX
L'origine fera mieux apprécier les cadeaux que vous offrirez bientôt. Entre autres, vous donnerez des montres : qu'elles soient alors de vraies "Besançon". Adressez-vous à la Fabrique, aux Etablissements SARDA, établis à Besançon depuis 1893.

Nouveau Catalogue

Demandez aux Ets SARDA le nouvel et luxueux catalogue n° 38-65 : vous y trouverez plus de 600 modèles, tous signés SARDA... un nom, une origine, une garantie!

Reprise et échange de montres et bijoux anciens.

SARDA
BESANÇON



FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

Conditions spéciales aux lecteurs de
"la Science et la Vie"

SOURDS



2 Inventions nouvelles :

1^o **CONDUCTOS INTÉGRAL**

ET LE

CONDUCTOS STABILISÉ

vous feront

ENTENDRE IMMÉDIATEMENT

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



yalacta

19, AV. TRUDAINE
PARIS

BELGIQUE, 2, RUE DE LA BOURSE
BRUXELLES

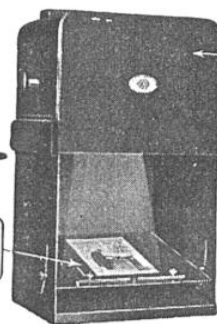
BROCHURE GRATUITE SUR DEMANDE

UTILISÉ ET RECOMMANDÉ
PAR PLUS DE 8.000 MÉDECINS
POUR LA PRÉPARATION DU YAOURT

LE QUATRE-MINES



EN VENTE PARTOUT



Boîte à Lumière
contenant le Brûleur
d'Ultra-violet

Support
inclinable
du Document
à contrôler

*Une nouvelle Lanterne de Contrôle
à la Lumière de Wood*

La nouvelle Lanterne de Contrôle à la Lumière de Wood, figurée ci-dessus, a été plus spécialement étudiée pour l'analyse et l'examen par fluorescence des Matières premières, Documents et Échantillons de toutes sortes. De forme et de dimensions appropriées à cet usage, elle est munie d'une Plaque mobile inclinable destinée à supporter les objets à examiner et d'une Boîte à Lumière absolument étanche. Grâce à l'immobilité de son Filtré et à la puissance de son Brûleur à Vapeur de Mercure elle peut être utilisée dans toutes les applications de la Lumière Ultra-Violette.

Pour tout ce qui concerne l'Ultra-Violet ;
demander renseignements, catalogues et devis à

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

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
13 francs

Adresser les commandes avec un mandat-
poste, dont le talon sera de reçu, à
M. Pierre RIVIER, fabricant des Combis-
nés Barral, 3, villa d'Alesia, PARIS-14^e.

PROSPECTUS GRATIS SUR DEMANDE



POUR LE TOURISME

DEUX
MACHINES
PARFAITES

LE **VÉLOCAR 4 ROUES** (en famille)
2 ROUES (en solo)

A PÉDALAGE HORIZONTAL

GRATUITEMENT

NOTICE

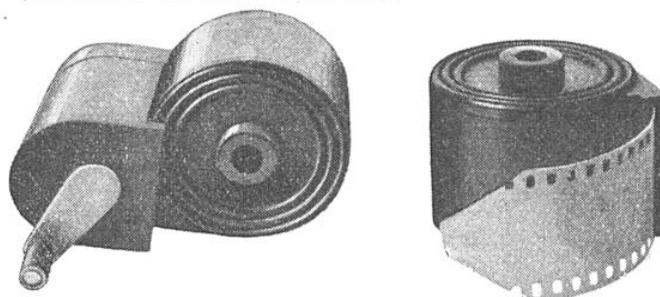
VÉLOCAR

68, Rue Roque-
-de-Fillol,
PUTEAUX Seine



PHOTOGRAPHIE 24x36

une révolution !



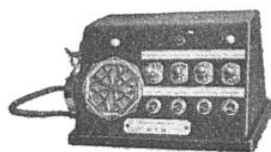
**LA BOBINEUSE SUMMOR
ET LA CARTOUCHE — 10 MÈTRES SUMMOR**

VOUS PERMETTENT DE RECHARGER
EN PLEIN JOUR

VOS MAGASINS MÉTALLIQUES OU À LÈVRES DE VELOURS ET DE LES GARNIR DU
NOMBRE DE VUES QUE VOUS DÉSIREZ.

EN VENTE CHEZ VOTRE REVENDEUR HABITUEL

Documentation : **LES SPÉCIALITÉS SUMMOR**, 27, place Alphonse-Deville - PARIS-VI^e



Le T.É.L. VOUS PARLE...

...ET VOUS RÉPONDREZ
LES MAINS LIBRES !

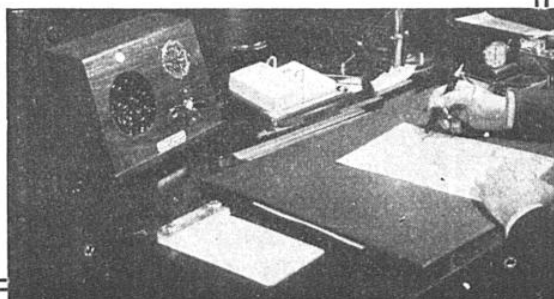
TOUS LES PROBLÈMES DE
TÉLÉPHONIE SONT RÉSO-
LUS EN CONSULTANT

R.T.M.

LE RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE
MODERNE

17, rue de la Rochefoucauld
PARIS-IX^e

TÉLÉPHONE : PIGALLE 74-80 et la suite



Faire plaisir!

offrez un
billet de la

**LOTTERIE
NATIONALE**

Vient de paraître :

NOUVELLE

ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

DEUX FORTS VOLUMES

Format 21×29, reliés dos cuir, plat
toile, 1.400 pages de texte. Gravures,
dessins, schémas.

Publiée sous la direction de **M. DESARCES**, Ingénieur E. C. P.,
avec la collaboration d'Ing. électriciens des Arts et Métiers, de
l'Ecole Sup. d'Electricité et de l'Inst. électrotechn. de Grenoble.

SEPT MODÈLES DÉMONTABLES
diversement coloriés de **MACHINES**
et **INSTRUMENTS ÉLECTRIQUES**.

LA NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ est
enfin terminée. Elle était depuis longtemps attendue par tous les
ouvriers, les spécialistes, les contremaîtres, les chefs de chantiers, les
ingénieurs, etc., et tous ceux également qui, de près ou de loin, ont
fréquemment à rechercher des solutions pratiques de montage, de construc-
tion, d'installation, de mise au point ou de réparations quelconques de
machines ou d'appareils électriques.

Ils trouveront dans cet ouvrage si complet tous les renseignements utiles
qu'ils chercheraient en vain dans de nombreuses publications séparées.
Les auteurs se sont surtout appliqués à réunir

LA THÉORIE A LA PRATIQUE

L'homme de métier trouvera dans ce nouvel ouvrage des données techniques
ou théoriques que le temps lui a fait oublier ou que sa spécialisation ne lui a
permis que d'affleurer au cours de ses études, et le lecteur non spécialisé, désireux

D'APPRENDRE ET DE COMPRENDRE

trouvera ample matière à enseignement ; il poursuivra sans fatigue et avec
un intérêt de plus en plus croissant l'étude si attachante des phénomènes
électriques et leurs féeriques applications.

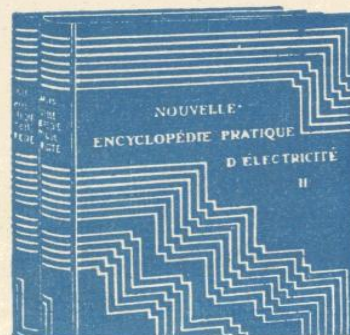


TABLE DES MATIÈRES

TOME I

Phénomènes électriques. Phénomènes magnétiques. — Cour-
rents alternatifs : Simples, Monophasés, Polyphasés. — Effets Phy-
siologiques des courants industriels. Courant à haute fréquence.
— Générateurs et Moteurs Electrostatiques. — L'Electron.
Symboles concernant l'Electrotechnique. — **Dynamos à cou-
rant continu.** Fonctionnement d'une Dynamo. Construction
des Dynamos. Tableaux d'installation. Essai des Dynamos. Dé-
rangement des Dynamos en fonctionnement. — **Alternateurs.**
Fonctionnement. Construction. Tableaux d'installation. Essai
des Alternateurs. — **Moteurs à courant continu.** — Propriétés
générales. Fonctionnement. Installation et Régulation. Essai.
Cause des dérangements. — **Moteurs à courant alternatif.** —
Moteurs Synchrones, Monophasés et Polyphasés. Moteurs asyn-
chrones. Polyphasés et Monophasés à collecteurs. — **Accumula-
teurs** au plomb et alcalins. — **Transformateurs** statiques. Thé-
orie et fonctionnement. Construction, emploi. Essais de réception.
— **Moteurs générateurs** Groupes et commutateurs. Généra-
trices asynchrones. — **Machines spéciales** pour l'amélioration
du facteur de puissance. Moteurs synchrones surexcités. Moteurs
d'instruction avec collecteurs en cascades. Moteurs asynchrones
synchronisés. Moteurs spéciaux à courant alternatif. — **Conden-
sateurs** statiques. — **Redresseurs** à vapeur de mercure. Redres-
seur Tungar. Redresseur à oxyde de cuivre. Redresseur electro-
lytique. Redresseurs à vibreurs. — **Mesures** électriques des cou-
rants, des résistances, de capacité et de coefficient de self induc-
tion, de puissance. Transformateurs de mesures. Etudes des
courbes et des courants alternatifs. Instruments à lecture directe.
— **Compteurs** pour courants continu, alternatif. Etalonnage.
Tarification de l'énergie électrique. — Système de Télécommande.

— **Transmission de l'énergie.** — Distributions. Canalisations
Type de câbles et fabrication, Essais, Pose. Recherches des câbles
posés. Lignes aériennes. Eléments constitutifs. Construction et
exploitation des lignes. Interconnexion des centres de production.
— **Usines centrales.** Usines hydrauliques. Les mesures en
hydraulique. — **Appareils de protection.** Disjoncteurs haute
tension. Protection sélective.

TOME II

Installations électriques dans immeubles et dépendances. —
Règlements. Calcul des canalisations. Appareillage. Outillage et
tours de main. Divers schémas. — **Eclairage.** Etude de la
lumière. Photométrie. Principes généraux. Eclairage des voies
publiques. Lampes à incandescence et à arc. Application de
l'Eclairage aux Locaux, Théâtres, Bibliothèques, etc... — **Trac-
tions** électriques diverses. Transmission de l'énergie aux Motrices
et Equipement. Freinage et Récupération. Tractions spéciales
par accus. — **Télégraphie** électrique. Appareils divers. Transmis-
sions automatiques multiples, successives. Téléimprimé. —
Téléphonie. Récepteurs et Transmetteurs. Lignes. L'Automa-
tique. Divers systèmes. — **Radiotélégraphie.** Ondes. Circuits
oscillants et couplés. Lampes à électrodes. Emission. Réception.
Ondes courtes. Applications de la radioélectricité. — **Electro-
chimie et Métallurgie.** Fours électriques. Soudure. — **Elec-
tricité Médicale.** Radiologie. Accidents et traitements. —
Signalisation électrique. Cellules photoélectriques. Applica-
tions. — **Appareils domestiques.** Chauffage. Cuisine électrique.
Production du froid. — **Horlogerie** électrique. — **Ascenseurs**
Monte-charge. — **Distribution** de l'énergie. Appareil. Installa-
tion. Réseaux. Electrification rurale.

BULLETIN DE COMMANDE

Veuillez m'expédier en compte ferme la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE
PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ en 2 volumes reliés (21×29) au prix de 290 francs
payables aux conditions ci-après :

- 15 francs par mois jusqu'à parfait paiement ;
 - En 3 paiements mensuels de 91 fr. 80 (3 % d'escompte) ;
 - En un seul paiement de 271 francs (6 % d'escompte) à la livraison.
- Chaque commande est majorée de 10 francs pour frais de port et d'emballage
et chaque quittance de 1 franc pour frais d'encaissement.

Nom et prénoms.....

Signature :

Profession.....

Domicile.....

Ville.....

Dép.....

Le 1937 (Indiquer le paiement adopté)

BON pour une NOTICE ILLUSTRÉE

Veuillez m'adresser le prospectus spécimen
de la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRA-
TIQUE D'ÉLECTRICITÉ.

Nom.....

Adresse.....

Détacher ce BON ou ce BULLETIN et l'envoyer à la

LIBRAIRIE ARISTIDE QUILLET

S. A. au Capital
de 20.000.000 de fr.

278, B^d St-Germain, Paris-7^e

L'OUTILERVÉ

Que de travaux attrayants et utiles n'exécuterait-on pas si l'on possédait l'outillage nécessaire ? Mais on recule devant les frais d'une installation coûteuse et toujours encombrante.

L'OUTILERVÉ
remplace tout un atelier.

Robuste et précis, il est susceptible d'exécuter les travaux les plus divers, grâce à la disposition judicieuse de tous ses accessoires. Son maniement est simple et commode. Pas d'installation ; il se branche sur n'importe quelle prise de courant.

L'OUTILERVÉ
est un collaborateur précieux
et un ami sûr et dévoué.

Son prix, extrêmement bas, le met à la portée de toutes les bourses.
Il est livré en un élégant coffret, avec tous ses accessoires.



Succ^{rs} de la S. A. RENÉ VOLET

Demander notices et tous renseignements à la

**SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'APPAREILLAGES
MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES**

74, rue Saint-Maur, PARIS-XI^e — Téléphone : Roquette 96-50 (2 lignes groupées)

