

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 51. n. 239. Mai 1937
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1937
Collation	1 vol. (XXXVI p.-p.[331]-406) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 239
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.239

France et Colonies : 5 fr.

N° 239 - Mai 1937

LA SCIENCE ET LA VIE

ÉNERGIE MÉCANIQUE ET CIVILISATION MODERNE

Vient de paraître :

NOUVELLE

ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE DE MÉCANIQUE

Magnifique publication illustrée en
DEUX VOLUMES RELIÉS
format 21 x 29, renfermant 6 modèles
démontables de mécanique.

Publiée sous la direction de **H. DESARCES**, Ingénieur des Arts et Manufactures, avec la collaboration de nombreux Ingénieurs et Professeurs de Mécanique.

15 francs par mois



**ACCROITRE SES CONNAISSANCES TECHNIQUES,
C'EST TRIPLER SA VALEUR PROFESSIONNELLE**

Toute personne sachant lire peut s'instruire seule, sans professeur, au moyen des volumes de l'**ENCYCLOPÉDIE DE MÉCANIQUE**, parce que les cours exposés dans cet ouvrage par des Ingénieurs spécialisés chacun dans la branche étudiée, sont écrits dans une langue claire, illustrée lorsqu'il est nécessaire d'exemples et de problèmes suivis de leurs corrigés.

C'est un **Enseignement Moderne** et substantiel de tout ce qui concerne la Mécanique ; c'est une source inépuisable de leçons, de conseils, de renseignements qui profiteront à tous ceux qui consulteront cet ouvrage.

Les Constructeurs, les Ingénieurs, les Directeurs d'Usine, les Garagistes trouveront dans cette Encyclopédie des réponses utiles à tous les cas pour lesquels une solution rapide est cherchée : Théorique, Technique, Pratique.

L'ouvrage se compose de deux gros volumes reliés solidement, du grand format 21 x 29 de 600 pages chacun environ, imprimées sur 2 colonnes abondamment illustrées de dessins, bleus, schémas et de nombreux hors-texte en couleurs ; impression sur papier vélin alfa en caractères neufs d'une visibilité parfaite et dans chaque volume sont encartés **3 modèles démontables** en couleurs, de Machines Mécaniques : La chaudière à vapeur, La turbine à vapeur, La locomotive « Pacific », L'automobile « Panhard », L'avion, Le moteur d'avion.

Cette ingénieuse combinaison de Planches démontables permet à chacun : Professionnels, Techniciens ou Profanes de se rendre compte, d'une manière parfaite, du fonctionnement de chaque machine et de la place qu'occupe chaque pièce dans le corps de la machine. La démonstration vivante vient ainsi au secours de la théorie et la mémoire retient toujours mieux ce que **L'ŒIL A ENREGISTRÉ**.

L'extrait de la Table des Matières ci-dessous permet de juger l'étendue et la richesse de la documentation de cette Encyclopédie qui sera pour chacun un Guide judicieux et éclairé.

CONNAISSANCES GÉNÉRALES. — 1^{re} Mesures des grandeurs : Longueur, Surface, Volume, Mesures de poids : calcul des poids : liquides, solides. Éléments de géométrie plane et de l'espace : Polygones. Triangles. Parallèles. Triangle et Trapèze. Circonférences. Aires. Courbes, etc... Géométrie descriptive. Point, droite, plan, étude, problèmes : Perspective cavalière, conique. Dessins et croquis industriels : tracés graphiques, projection, représentation des objets.

2^{de} Éléments d'algèbre : Calcul algébrique, puissance d'un nombre. Calcul des expressions algébriques. Additions et soustractions, multiplications et divisions. Problèmes. Équations 1^{er} et 2^{de} degré avec problèmes et corrigés. Progression. Logarithme. Variations des fonctions, etc... Éléments de trigonométrie. Instruments à calculer. Règles et machines.

3^{de} La Mécanique et les Phénomènes Physiques : La matière, le mouvement. Forces, gravité, mouvement composé, vibrations, pendule. Travail, énergie, puissance, résistance, problèmes. — Résistance des matériaux : extension, compression, flexion, tension, voilement : applications à la construction des machines. — Hydraulique et statique des gaz : Eau, air, gaz, chaleur, dilatation, fusion, liquéfaction, énergie. Principe de Carnot.

LES MACHINES. — Matières employées dans la construction des machines : Fer, fonte, acier. Haut fourneau. Puddlage. Usine. Bois. Cuir. Caoutchouc. Alliages. Éléments de machines. Assemblage, vis, filetage, écrous, boulons, goupilles, clavettes, rivets, etc. Arbres de transmission, résistance, calculs de flexion, tension. Tourillons porteurs et intermédiaires. Accouplements, paliers,

courroies, câbles, chaînes, poulies de transmission. Engrenages, friction, transformation du mouvement : Pistons. Coulisseries, bielles, manivelles, volants. Tuyauterie, assemblages, joints, obturateurs à levée, à glissement. Lubrifiants et appareils graisseurs.

Les Moteurs modernes. — 1^{re} Partie. — Moteurs à vent : L'énergie hydraulique. Roues et Turbines hydrauliques. Pompe. Presses. Accumulateurs hydrauliques.

2^{de} Partie. — Moteurs thermiques : Chaudières : dimensions et systèmes, alimentation. Surchauffeurs. Foyer. Cheminée. Garnitures et appareils de sûreté. Contrôle. Réglementation. Machines à piston : distribution, régulation. Turbines à vapeur à action et à réaction. Différents types de Turbines. Condensation de la vapeur. Éjecteurs, réfrigérants, etc.

Moteurs à gaz, à air, à explosion : Description des moteurs. Essai des moteurs. Manomètres, compteurs. Calcul et mesure de la puissance des moteurs.

L'ATELIER. — Fonderie, Forgeage, Outillage. Boulonnerie. Chaudronnerie. Tuyauterie. Ajustage. Tracage. Machines outils : pratique du travail : types divers. Emboutissage. Soudure électrique.

L'USINE. — Appareils de levage simples, composés. Ascenseurs. Monte-charge. Escaliers mécaniques. Manutention mécanique. Compresseurs. Installations frigorifiques.

GRANDES APPLICATIONS DE LA MÉCANIQUE. — Locomotives. Wagons. L'automobile : description de tous ses organes, leur fonctionnement, etc... Ballons libres, dirigeables. Aéroplanes, hélicoptères, moteurs d'avions, etc...

BULLETIN DE COMMANDE

Veuillez m'expédier en compte ferme la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE DE MÉCANIQUE en 2 volumes reliés (21 x 29) au prix de 255 francs payables aux conditions ci-après :

- 15 francs par mois jusqu'à parfait paiement ;
 - En 3 paiements mensuels de 82 fr. 45 (3 % d'escompte) ;
 - En un seul paiement de 239 fr. 70 (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^{te}

Le

1937

(Indiquer le paiement adopté)

BON pour une NOTICE ILLUSTRÉE

Veuillez m'adresser le prospectus spécimen de la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE DE MÉCANIQUE.

Nom

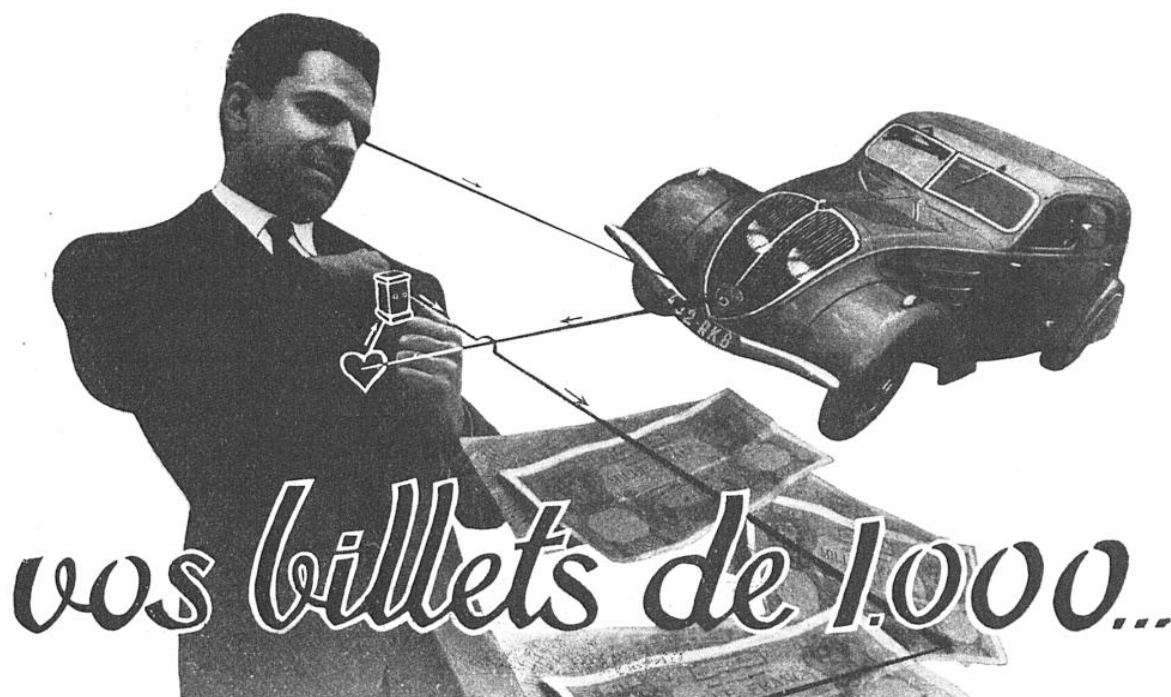
Adresse

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



...Tournez-les sept fois dans votre poche avant de les dépenser ! Acheter une auto, c'est placer un capital.

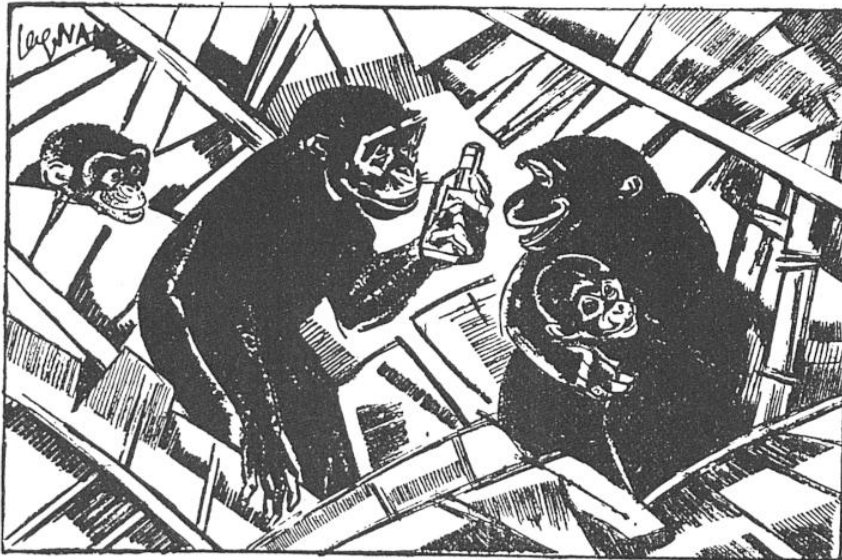
Avant de fixer votre choix, éprouvez...

...la souplesse et la nervosité du moteur, la tenue de route, la sûreté de direction et la douceur de suspension en vitesse et sur mauvais terrain. Cet examen éliminatoire vous conduira à

la **302** ou la **402**
Peugeot

Moteur à haut rendement et à suspension self-amortie - Roues avant indépendantes - Amortisseurs hydrauliques - Graissage permanent des lames de ressorts - Répartition anti-oscillatoire des charges - Profil spécial des sièges à dossiers galbés - Indéformabilité de l'ensemble "Châssis-Bloctube - Carrosserie métallique."

DANS LA JUNGLE



- Un homme est passé par ici...
- Et un homme de goût... c'est du DENTOL !

DENTOL

DENTIFRICE
ANTISEPTIQUEEAU - PÂTE
POUDRE - SAVONMaison FRÈRE
19, r. Jacob, ParisEchantillon gratuit sur
demande en se recom-
mandant de LA SCIENCE
ET LA VIE.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 rigoureuse précision.

PRIX FRANCO :

Chromé 270 fr. - Argent 335 fr. - Or 1.680 fr.

GARANTI
10 ANSVENTE EXCLUSIVE
E. BENOIT, 60, r. de Flandre, PARISRéférences : ETAT, CHEMINS DE FER DE L'EST,
P. O., VILLE DE PARIS, ETC.

NOTICE A FRANCO

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

"SCIENTIA"

Revue internationale de synthèse scientifique

Paraissant mensuellement (en fascicules de 109 à 120 pages chacun)

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

Secrétaire général : PAOLO BONETTI

EST L'UNIQUE REVUE

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

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

ABONNEMENT : Fr. 200. »

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

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

SAVEZ-VOUS vous servir d'une RÈGLE A CALCULS le temps qu'elle vous fait économiser les multiples services qu'elle est à même de vous rendre chaque jour ?



Quel que soit votre métier, une RÈGLE A CALCULS vous est indispensable

La RÈGLE A CALCULS est l'instrument indispensable de tous ceux qui ont besoin de faire des calculs. L'ouvrier, le contremaître doivent savoir se servir aussi rapidement d'une règle à calculs que l'ingénieur. La règle à calculs a maintenant conquis toutes les principales branches de la technique pratique, de l'industrie, du commerce et même les écoles.

Le nombre incalculable de règles à calculs vendues jusqu'à ce jour est la meilleure preuve de l'utilité et de la commodité de la règle à calculs comme auxiliaire dans tous les calculs numériques.

Rien n'est plus facile que de se servir d'une RÈGLE A CALCULS

L'emploi de la règle à calculs est simple et pratique : il suffit de savoir lire. Extraire une racine carrée ou cubique, calculer la résistance d'un conducteur électrique, le rendement d'une dynamo ou simplement le prix de revient de marchandises est aussi facile que de faire une addition. Quelques minutes suffisent pour apprendre à se servir d'une règle à calculs. Chaque jour, son emploi vous donne des facilités nouvelles et vous permet d'économiser temps et argent. Pourquoi hésiter plus longtemps et vous casser la tête à noircir des feuilles entières de papier, alors que quelques secondes suffisent pour faire, avec une règle à calculs, l'opération la plus compliquée ?

Chefs de chantiers, Chefs d'ateliers, Contremaîtres,
Mécaniciens, Electriciens, Employés, Voyageurs, etc.,
demandez des renseignements sur la règle à calculs

MARC

DÉTAIL : PAPETIERS — LIBRAIRES — OPTICIENS — INSTRUMENTS DE PRÉCISION

GROS : CARBONNEL & LEGENDRE, FABRICANTS

24, RUE DE DUNKERQUE, 24 — PARIS-X^e — TÉLÉPHONE : TRUDAINE 83-13

Si vous ne la trouvez pas, écrivez-nous ; nous vous donnerons l'adresse de notre dépositaire le plus proche

DES REPRÉSENTANTS EXCLUSIFS SONT DEMANDÉS POUR LES COLONIES FRANÇAISES ET LES PAYS ÉTRANGERS

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 30 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° 26.302, 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° 26.309, 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° 26.314, 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° 26.317, 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° 26.324, 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° 26.329, 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° 26.332, 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° 26.335, 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° 26.343, 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° 26.349, 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° 26.352, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 26.359, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 26.364, concernant l'étude de l'Orthographe, de la Rédaction, de la Rédaction de lettres, de l'Eloquence usuelle, du Calcul, du Calcul mental et extra-rapide, du Dessin usuel, de l'Ecriture, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 26.369, 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° 26.373, 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° 26.378, 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° 26.381, 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° 26.386, concernant l'Art d'écrire (Rédaction littéraire, Versification) et l'Art de parler en public (Eloquence usuelle, Diction).

BROCHURE N° 26.389, enseignement pour les enfants débiles ou retardés.

BROCHURE N° 26.392, concernant les carrières féminines dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 26.398, 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)

LES VERRES PONCTUELS

STIGMAL

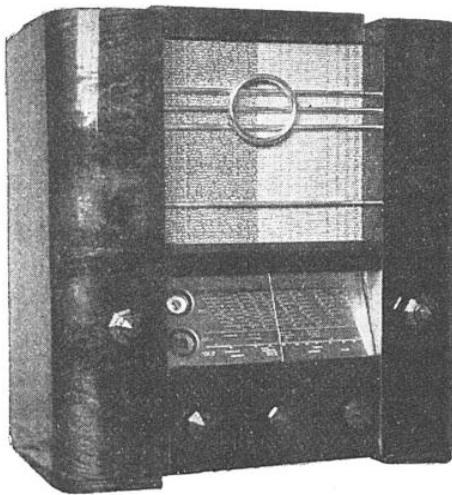
CORRIGENT ET PROTÈGENT PARFAITEMENT LA VUE

Ils sont fabriqués en plus de 1500 combinaisons différentes
pour correspondre à toutes les imperfections des yeux.

En vente chez les Opticiens Spécialistes (Prix imposé)
La Société des Lunetiers, 6, rue Pastourelle, Paris, ne vend pas aux particuliers.

Un poste de grande classe à un prix incroyable ! ➡

➡ Le **SUPER-EXCELSIOR 737**



en ébénisterie d'un très grand luxe est vendu
pendant quelque temps seulement, à titre de
réclame, au **PRIX EXCEPTIONNEL** de
1.400 francs (net)

• • •

C'est un superhétérodyne 7-8 lampes, deux
gammes d'ondes courtes, toutes ondes,
sélectivité variable, contrôle de tonalité,
trèfle cathodique (œil magique), B. F. push-
pull. Haut-parleur 24 cm., etc., etc.

**MUSICALITÉ PARFAITE
REPRODUCTION FIDÈLE
GRANDE SENSIBILITÉ**

Demandez la notice illustrée gratuite (joindre 0 fr. 75
pour frais) et toute une gamme d'autres modèles très
intéressants à partir de **680 francs net.**

GENERAL RADIO**1, boulevard Sébastopol, PARIS (1^{er})**

Métro : CHATELET

INVENTEURS

POUR VOS
BREVETS WINTHER-HANSEN
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 EPIDÉMIES**◀ FILTRE ▶**

DANS TOUTES BONNES MAISONS
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ



la Cuisine électrique

Combien vous serez heureuse de cuisiner à l'électricité ! Plus de combustibles, plus de flammes, plus d'explosions à craindre, plus de mauvaises odeurs, plus d'ustensiles noircis ou souillés, plus de feux de cheminée, plus de ramonages. Pour le confort de votre foyer adoptez :

Les appareils de cuisine

Calor

à plaques rougissantes

Un bouton à tourner et ces nouvelles plaques indéformables passent au rouge presque instantanément. Elles permettent l'emploi de n'importe quel ustensile de cuisine.

Avec les tarifs spéciaux consentis par votre Compagnie d'Electricité, la cuisine électrique vous est assurée dans des conditions d'économie inconnues jusqu'ici.

Demandez catalogue gratuit, cuisine électrique, à

CALOR - Place de Monplaisir - LYON

DÉMONSTRATIONS PERMANENTES

A LA FOIRE DE PARIS

Stand " CALOR ", N° 2.727 — Hall 27

VOUS ÊTES JEUNES

c'est le moment d'ASSURER votre AVENIR

Vous devez, dès maintenant, choisir une **situation** qui vous **offre** toute **sécurité** et vous **assure** une **retraite**. SEULES LES **CARRIÈRES DE L'ÉTAT** peuvent vous fournir ces **garanties**.

DES MILLIERS DE PERSONNES ont eu, grâce à nos conseils, leur situation stabilisée ou améliorée. Les lettres de remerciements que nous recevons chaque jour de nos anciens élèves sont plus éloquentes que tout ce que nous pouvons vous dire. Veuillez en trouver ci-dessous quelques extraits.

Je viens d'être nommé inspecteur du Contrôle de l'Etat sur les Chemins de fer.

Veuillez me permettre de vous exprimer mes remerciements de l'excellente préparation qui m'a été fournie par l'Ecole Spéciale d'Administration.

MOÏSAN,

*Inspecteur du Contrôle de l'Etat
sur les Chemins de fer, à Relizanne (Algérie).*

J'ai le plaisir de vous faire connaître que j'ai été reçu au concours pour l'emploi de Commissaire de Police à la sûreté générale.

Je tiens à vous remercier de la préparation complète et méthodique que j'ai reçue par les soins de l'Ecole Spéciale d'Administration, elle a été l'élément prépondérant de mon succès.

A.

J'ai le plaisir de vous annoncer qu'ayant subi les épreuves de l'examen pour Commissaire de Police en Algérie le 20 courant, à Mayence, je me suis vu attribuer le certificat d'aptitude professionnelle d'examen avec félicitations du jury.

Ce résultat, je le dois à la bonne préparation de votre Ecole.

J. J. (Secrétaire).

Votre élève Adjudant-Chef Robert, n° 20.130, a le plaisir de vous informer qu'il vient de subir avec succès les épreuves pour l'emploi de Commissaire de Police en Algérie, le 29 novembre à Mayence.

E. R.

Je n'oublie pas que je dois ce succès, en grande partie, à votre merveilleuse méthode d'enseignement et aux conseils de mes éminents professeurs et je ne saurais trop vous en exprimer ma vive reconnaissance.

P. TH.,

Inspecteur du Contrôle de l'Etat sur les Chemins de fer.

Les méthodes de l'Ecole Spéciale d'Administration, de même que ses cours, me paraissent aussi bons qu'on puisse le souhaiter et je vous donne l'assurance que je conseillerai vos préparations par correspondance.

S....,

Inspecteur Départemental du Travail.

Ce succès je le dois en partie à l'excellente méthode de travail de votre Ecole, et à la sollicitude des Professeurs qui corrigeaient mes devoirs et que je remercie infiniment.

LE G. R.

Ce succès inespéré, en raison de la sélection des candidats, est tout à l'honneur de l'Ecole Spéciale d'Administration.

V. G.

Je vous prie d'être mon interprète auprès de mes professeurs pour leur adresser l'expression de ma vive reconnaissance.

Je me ferai un devoir de recommander l'Ecole à tous ceux qui veulent préparer un concours pour un emploi administratif.

F. L....,

Inspecteur Départemental du Travail.

J'ai le grand plaisir de vous annoncer que j'ai passé avec succès mon examen pour l'emploi civil de Commissaire de Police.

J'ai donc l'honneur de vous remercier de l'efficacité des cours de votre Ecole et je la recommanderai à ceux de mes camarades qui en auront besoin.

C. J.

Permettez-moi de vous exprimer, ainsi qu'à mes professeurs, toute ma reconnaissance pour la préparation si consciencieuse qui m'a été donnée.

Mlle Y. B....,

Inspectrice Départementale du Travail.

Je tiens essentiellement à vous remercier de tous les bons conseils qui m'ont guidé d'une façon certaine vers le succès, car la compétence de votre Ecole en matière de préparation aux examens administratifs est au-dessus de tout éloge.

R. M.,

*Inspecteur du Contrôle de l'Etat
sur les Chemins de fer.*

Je ne néglige rien pour faire connaître autour de moi l'Ecole Spéciale d'Administration et l'excellence de ses cours.

Mlle S. D....,

Inspectrice Départementale du Travail.

Je tiens à vous remercier bien sincèrement, car je ne doute pas que si j'ai pu arriver à ce résultat, ce n'est que grâce à vos excellents conseils.

A. P.

La préparation que j'ai suivie a été très courte.

Malgré cela, la précision des cours et la correction minutieuse de mes devoirs, ainsi que les précieuses révisions orales, m'ont permis de réussir dès la première fois à ce concours.

A. B....,

Inspecteur Départemental du Travail.

Ce résultat, inespéré pour moi lorsque j'ai connu le nombre des candidats, c'est à l'excellente préparation qui m'a fournie l'Ecole

Spéciale d'Administration que je le dois : à ses excellents et dévoués professeurs, à ses cours clairs et précis.

Je tiens à vous adresser tous mes remerciements pour l'excellent enseignement que j'ai trouvé dans vos cours, et, en particulier, dans le cours de Chemins de Fer, et j'ai apprécié le soin méticuleux avec lequel les devoirs sont corrigés.

G. B.,
Inspecteur du Contrôle de l'Etat
sur les Chemins de Fer.

Ce succès est dû pour une grande part à l'Ecole Spéciale d'Administration qui, par ses cours très bien conçus, par le choix judicieux des sujets de devoirs, par ses corrections très sérieuses, par ses conseils éclairés, assure une préparation efficace des candidats.

L. R.,
Inspecteur Départemental du Travail.

J'ai trouvé les cours très clairs, très bien compris, ce qui m'a permis d'assimiler facilement un programme assez vaste en peu de temps.

M^{lle} S., Avocat.

Je suis reçue en tête de liste et je tiens à vous exprimer ma gratitude pour l'excellente préparation de votre Ecole.

M^{me} G. LE V.,
Inspectrice Départementale du Travail.

J'ai été heureux, dans cette circonstance, de constater que les cours de votre Ecole et votre enseignement m'ont été très utiles.

M.

Je suis très satisfait de l'enseignement de l'Ecole Spéciale d'Administration puisqu'il m'a permis de subir avec succès les épreuves de ce Concours peu aisé avec une préparation de moins de trois mois.

A. C.,
Inspecteur Départemental du Travail.

Grâce aux cours éclairés de votre Ecole et à l'excellence des corrections de vos professeurs, j'ai pu triompher d'une épreuve très difficile étant donné le nombre et la valeur des candidats postulants.

R. D.

Les méthodes d'enseignement de l'Ecole Spéciale d'Administration, vos conseils personnels et ceux de vos dévoués professeurs m'ont permis de réussir dès le premier concours.

G. S.,
Inspecteur Départemental du Travail.

Je dois mon succès à l'excellente préparation que j'ai trouvée à votre Ecole. La solide documentation que vous avez réunie, les conseils judicieux que n'ont cessé de me prodiguer vos professeurs et surtout votre entraînement oral, complément nécessaire d'une bonne préparation, m'ont permis d'arriver dans d'excellentes conditions à l'heure du concours.

P. S.,
Inspecteur du Contrôle de l'Etat
sur les Chemins de fer.

En rentrant au Havre, j'ai trouvé votre dépêche qui m'avait précédé m'annonçant mon succès définitif. Je tiens à associer l'Ecole à ce résultat. Si la préparation demande un gros effort personnel, vos cours bien compris, le soin apporté à la correction des devoirs et surtout les répétitions avant l'oral contribuent largement à rendre la tâche moins dure.

A. P.,
Inspecteur Départemental du Travail.

Je suis bien sûr qu'une bonne part de mon succès vous revient, car je n'ai eu que six mois pour étudier le vaste programme imposé pour le concours et, malgré le travail opiniâtre que j'ai fourni, j'aurais eu du mal à réussir sans le secours de vos dévoués professeurs.

J'adresse ici mes sentiments de reconnaissance à tous les professeurs qui se sont dépensés pendant les cours d'entraînement, et en particulier à M. Ph., dont la bienveillance m'a touché.

E. S.,
Inspecteur du Contrôle de l'Etat
sur les Chemins de Fer.

J'ai bien reçu votre lettre du 22 février m'annonçant mon succès définitif au Concours de l'Inspection du Travail. Je ne veux pas tarder plus longtemps à vous adresser mes plus vifs remerciements pour la remarquable préparation de l'Ecole Spéciale d'Administration à laquelle je dois mon succès.

R. B.,
Inspecteur Départemental du Travail.

Si j'ai eu le bonheur de réussir dès la première fois à ce difficile concours, c'est uniquement à l'Ecole Spéciale d'Administration que je le dois.

Ayant suivi d'abord les cours d'une autre école par correspondance, je suis à même de comparer et de juger.

Ce qui fait la force de vos cours, c'est qu'ils ont été rédigés par des professeurs compétents et qu'ils s'attachent à suivre le programme officiel point par point.

J. K.

FAITES COMME EUX...

Demandez-nous un conseil, nous nous ferons un plaisir de mettre gracieusement notre expérience à votre disposition et de vous conseiller sur le choix d'une carrière suivant vos aptitudes.

Périodiquement nous publions la liste complète de toutes les carrières administratives auxquelles vous pouvez arriver. Nous serions très heureux de vous l'envoyer gratuitement.

Découpez le bon ci-dessous et envoyez-le aujourd'hui même à
L'ÉCOLE SPÉCIALE D'ADMINISTRATION
28, BOULEVARD DES INVALIDES, 28 — PARIS-VII^e

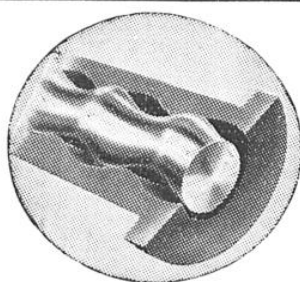
Monsieur le Directeur,
Veuillez me faire parvenir, gratuitement et sans engagement de ma part, la liste des Carrières de l'Etat auxquelles j'ai la possibilité d'accéder.

NOM

AGE DEGRÉ D'INSTRUCTION (1)

ADRESSE

(1) Primaire, secondaire ou supérieur.

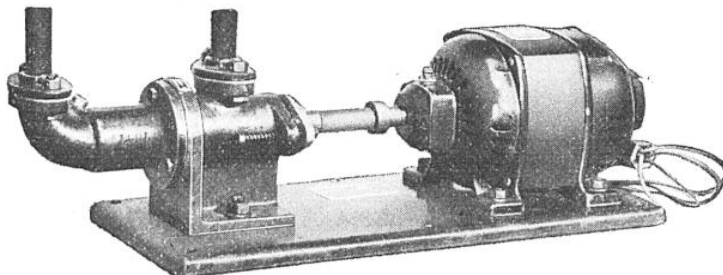


POMPES EN CAOUTCHOUC

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



FOIRE DE PARIS : Groupe de la Mécanique, Terrasse B, Stand 1814

POMPES . COMPRESSEURS . MÉCANIQUE
63, 65, RUE DE LA MAIRIE VANVES (SEINE) TÉL. MICHELET 3748

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.

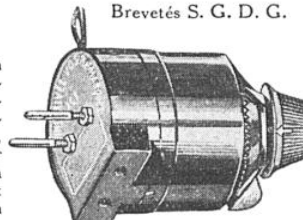
Indiquer spécialité préférée.

Economie de courant - Sécurité
grâce aux

COUPE-COURANT AUTOMATIQUES COUPATAN

Brevetés S. G. D. G.

Le Coupatan est un interrupteur à rupture brusque combiné avec mouvement d'horlogerie, permettant d'obtenir automatiquement la coupure d'un circuit électrique, après un nombre de minutes



que l'utilisateur fixe lui-même aisément au moment de chaque opération. — Ses applications sont nombreuses ; il est indispensable pour tous les appareils électriques chauffants à usages ménagers ou industriels (bouilloire, chauffe-plats, etc., appareils de coiffeurs, petits fours électriques), ainsi que pour les appareils médicaux, et de façon générale partout où il est utile de couper un circuit au bout d'un temps déterminé.

Prix à partir de (suivant modèles) **99 francs**

Voir article dans le prochain numéro de La Science et la Vie.

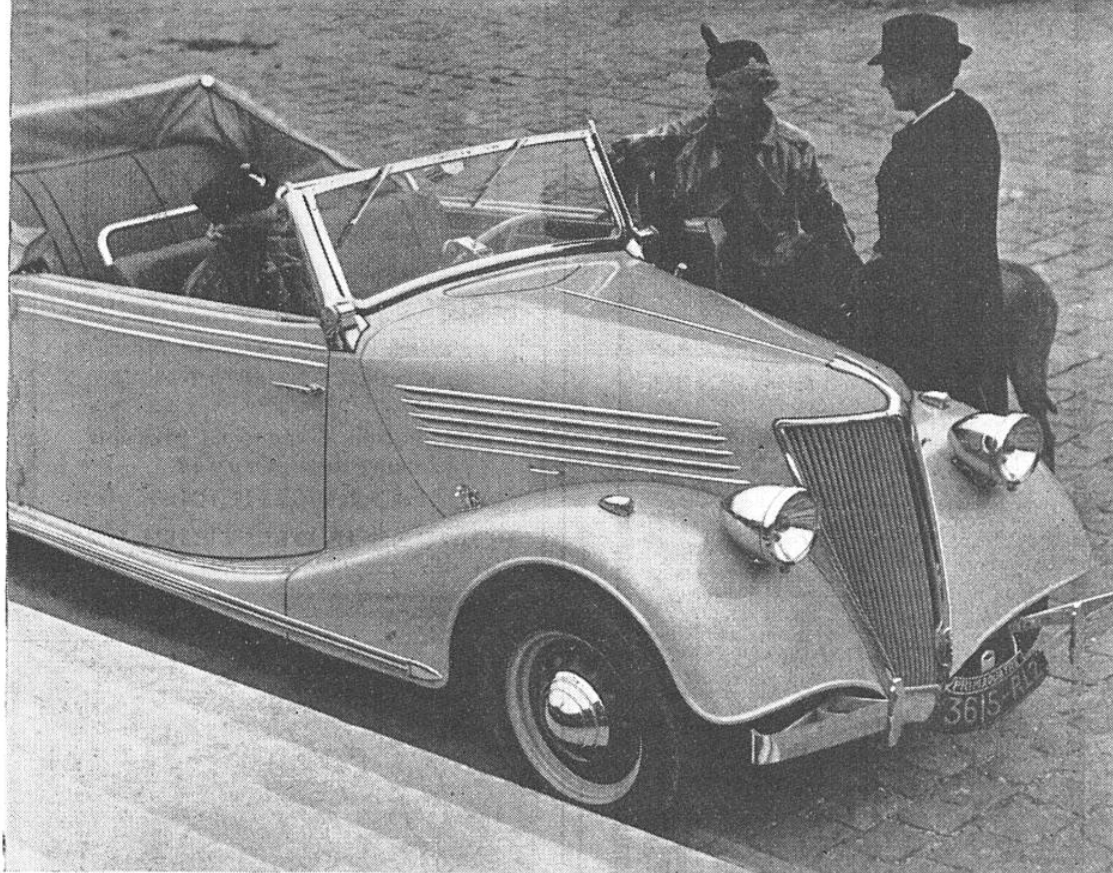
Demandez tous les renseignements complémentaires aux

ATELIERS COUPATAN
15 bis, rue du Commandant-Rivière, PARIS-COLOMBES

Tél. : CHARLEBOURG 27-31

ESSAYEZ LA NOUVELLE PRIMAQUATRE RENAULT

LA PLUS ÉLÉGANTE ET LA PLUS RAPIDE DES 4 CYLINDRES



4 CYLINDRES - 2 L.400 DE CYLINDREE - 120 KMS. A L'HEURE
5 PLACES CONFORTABLES - MOINS DE 11 LITRES AUX 100 KMS. - ASSURANCE 10 C.V.
CONDUITE INTÉRIEURE ET COACH DÉCAPOTABLE 5 PLACES - CABRIOLET 2-3 PLACES



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

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

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

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

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

3me Partie : MALADIES de la FEMME

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

4me Partie : VOIES DIGESTIVES

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

5me Partie : SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR

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

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

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

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

C'EST GRATUIT

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

SOURDS



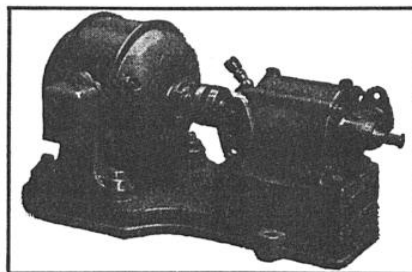
2 Inventions nouvelles :
le **CONDUCTOS INTÉGRAL**
ET LE
CONDUCTOS STABILISÉ
vous feront

ENTENDRE IMMÉDIATEMENT

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

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République, PARIS



ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES

pour villas, fermes, arrosage, incendies
FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression
par les groupes

DAUBRON

POMPES INDUSTRIELLES
tous débits, toutes pressions, tous usages

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 sert de reçu, à
M. Pierre RIVIER, fabricant des Combinés Barral, 8, villa d'Alesia, PARIS-14^e.

PROSPECTUS GRATIS SUR DEMANDE



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

RECONNUE PAR L'ÉTAT, DÉCRET DU 5 FÉVRIER 1921

M. Léon EYROLLES, Ingénieur-Directeur

57 à 61, boul. Saint-Germain | Ecole d'Application et Polygone
PARIS (V^e) | CACHAN (Seine)

L'Ecole Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie constitue un groupement de grandes Ecoles techniques, ayant chacune un programme d'études distinct, sanctionné par un diplôme particulier :

Ecole supérieure des Travaux publics : Diplôme d'Ingénieur des Travaux publics ;

Ecole supérieure du Bâtiment : Diplôme d'Ingénieur-Architecte ;

Ecole supérieure de Mécanique et d'Electricité : Diplôme d'Ingénieur Mécanicien-Electricien ;

Ecole supérieure de Topographie : Diplôme d'Ingénieur-Géomètre ;

Ecole supérieure du Froid industriel :
Diplôme d'Ingénieur des Industries du Froid.

(Cette Ecole est placée sous un régime spécial.)

En vertu du décret du 13 février 1931 et de l'arrêté ministériel du 31 mars 1931, les Ingénieurs diplômés de l'Ecole sont admis à s'inscrire dans les Facultés des Sciences en vue de l'obtention du diplôme d'INGÉNIEUR-DOCTEUR. — Un service spécial de Recherches scientifiques est organisé dans ce but à l'Ecole spéciale des Travaux Publics.

Les jeunes gens ne possédant pas les connaissances suffisantes pour être admis directement dans les Ecoles supérieures peuvent commencer leurs études techniques dans l'une des trois années des

COURS TECHNIQUES SECONDAIRES

où ils prépareront en même temps leur admission dans l'Ecole supérieure correspondant à la spécialité qu'ils auront choisie.

En outre, UNE SECTION ADMINISTRATIVE

prépare spécialement aux concours d'admission au grade d'Ingénieur dans les grandes Administrations de l'Etat, des Départements, des Municipalités et de la Ville de Paris (Ingénieur adjoint des Travaux Publics de l'Etat, du Service Vicinal, etc.).

Les concours d'admission ont lieu, chaque année, en deux sessions. La première a lieu dans le courant de Juillet, la deuxième au début d'Octobre.

Le programme des conditions d'admission à l'Ecole est adressé gratuitement sur simple demande faite à l'Ecole Spéciale des Travaux Publics, 57, boulevard Saint-Germain, Paris.

LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

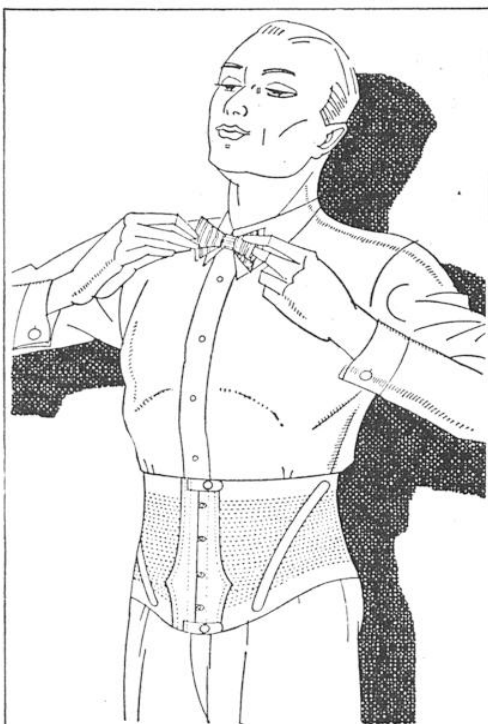
M. Léon EYROLLES, Editeur

61, boulevard Saint-Germain, PARIS (V^e)

La Librairie de l'Enseignement Technique a édité de nombreux ouvrages scientifiques ou techniques de premier ordre, concernant notamment l'Enseignement général, la Résistance des Matériaux, le Béton armé, les Travaux Publics, le Bâtiment, la Topographie, la Mécanique, l'Electricité, la T. S. F., etc.

Elle a publié également la collection du LIVRE DE LA PROFESSION, dans laquelle les apprentis et ouvriers trouveront des manuels élémentaires, qui leur seront d'une grande utilité.

La Librairie de l'Enseignement Technique envoie son Catalogue général, à titre gracieux, à toute personne qui en fait la demande.



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. Eco.

BELLARD - V. THILLIEZ
SPÉCIALISTES

22, Faub. Montmartre - PARIS-9^e

de vraies Besançon

expédiées directement par le fabricant, avec garantie de provenance...

Choisissez la montre à votre goût dans une qualité sûre et durable parmi les 600 modèles pour DAMES et MESSIEURS présentés sur le nouvel Album MONTRES N° 37.65, envoyé gratuitement sur demande par les Etablissements SARDA, les réputés horlogers installés à BESANCON depuis 1893.

Echanges et reprises de montres anciennes

SARDA
BESANCON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

CONDITIONS spéciales aux lecteurs de "La Science et la Vie".

Situations
DANS
L'AVIATION

LE temps presse surtout pour les jeunes. Il ne s'agit pas de s'endormir. C'est donc vers l'Aviation qu'une partie des candidats à une situation d'avenir doivent tourner les yeux, d'abord parce que l'Aviation est une arme d'élite pour y faire son service militaire, ensuite, parce qu'en quittant le service, l'aviateur est toujours certain de trouver une situation civile.

AVIATION MILITAIRE. — Les jeunes gens n'ayant qu'une instruction primaire peuvent devenir : **Mécaniciens** en suivant les cours sur place ou par correspondance à l'Ecole de Navigation de Paris et à condition de faire un peu de travail manuel ; **Pilotes**, en préparant l'examen des bourses de Pilotage ; **Radios**, en suivant la préparation spéciale de l'Ecole.

Ceux qui ont l'instruction du Brevet élémentaire peuvent entrer à l'Ecole des Mécaniciens de Rochefort (2^e année), ou à l'Ecole des pilotes d'Istres, ou préparer un **brevet de radio**, toujours avec l'Ecole de Navigation.

Ceux qui ont l'instruction du Baccalauréat peuvent aspirer à l'Ecole de l'Air, qui forme les Officiers Pilotes, ou à l'Ecole des Officiers mécaniciens.

AVIATION CIVILE. — Enfin, ceux qui ont terminé leur service militaire pourront devenir **Agent technique, Ingénieur adjoint, Ingénieur, Radiotélégraphiste** au Ministère de l'Air.

Dans tous les cas, solde et traitements élevés — avancement — prestige — retraites.

Jeunes gens, n'hésitez pas : allez vers l'Aviation.

Renseignements gratuits auprès de l'ÉCOLE DE NAVIGATION MARITIME ET AÉRIENNE, 19, RUE VIÈTE, PARIS (17^e).

UNIQUE EN FRANCE !!!

L'application nouvelle de notre

GARANTIE STANDARD DE 3 ANS

comprenant :

UN SERVICE D'ENTRETIEN
et 3 VÉRIFICATIONS GRATUITES par AN



ÉCHANGE

INSTANTANÉ

DE TOUS

CHASSIS

OU POSTES

QUELQUE SOIT
LA CAUSE DE L'ARRÊT

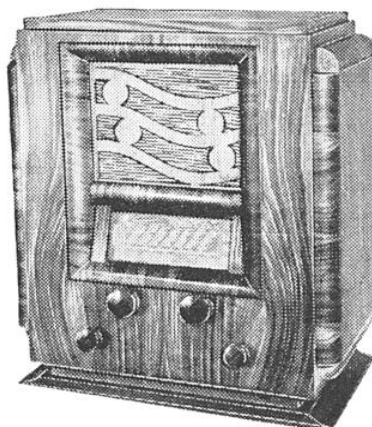
SÉCURITÉ - QUALITÉ - RENDEMENT

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 photogravé, 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 : **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

1937

OUVERTURE
D'UN

Cours Féminin de T.S.F.

PAR

L'ÉCOLE FRANÇAISE
DE RADIOÉLECTRICITÉ

Madame,

A la suite de nombreuses demandes émanant de femmes, nous avons décidé d'ouvrir très prochainement, sous la direction de professeurs éminents, soit sur place, soit par correspondance, des cours de T. S. F. pratique qui vous permettront, après quelques mois d'études, de trouver une situation lucrative et rémunératrice. Nous serions heureux de connaître l'opinion sincère des lectrices de La Science et la Vie sur cette nouvelle activité féminine. Au reçu de leur lettre, nous leur ferons parvenir, sans aucun engagement de leur part, une documentation complète, spécialement éditée à leur intention, concernant les vastes débouchés que leur offre la T. S. F.

ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ

10 bis, rue Amyot, PARIS-V^e

Il y a
d'excellentes JUMELLES
FRANÇAISES...

vous dira votre opticien

Pourquoi une jumelle ne serait-elle pas à la fois PRÉCISE ET FRANÇAISE ?

Ainsi, la jumelle **B.B.T. KRAUSS**, fabriquée en France par des ouvriers français, et avec un outillage français, ne craint pas la comparaison avec les jumelles étrangères les plus renommées.

Demandez à votre opticien de vous montrer la

JUMELLE FRANÇAISE
DE PRÉCISIONCatalogue
sur demande
82, Rue Curial
Paris-19^e

Fournisseur des Gouvernements Français et Étrangers

Quand vous pensez
"petits moteurs"
vous dites :

Dites aussi :

RAGONOT
RAGONOT

quand vous pensez

- MOTEURS ASYNCHRONES
- SYNCHRONISÉS - COMPOUND
- CONVERTISSEURS
- COMMUTATRICES
- ALTERNATEURS
- GROUPES POLYMORPHIQUES
- GÉNÉRATRICES HT & BT
- GROUPES ÉLECTROGÈNES
- VENTILATEURS - ASPIRATEURS
- TOURNE - DISQUES
- NOYAUX MAGNÉTIQUES
- EN POUDRE DE FER



RAGONOT

15, Rue de Milan - PARIS-IX^e

Téléphone : Trinité 17-60 et 61

Pub. R.-L. Dupuy



CIGARETTES

naja

TABAC D'ORIENT

RÉGIE FRANÇAISE

CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT

ET "DE LA VASELLES" "TOUTES" 36 Rue de CHATEAUDUN, PARIS

"DESSINEZ"

rapidement, exactement, sans savoir dessiner, d'après nature et d'après documents, grâce à

La Chambre Claire Universelle

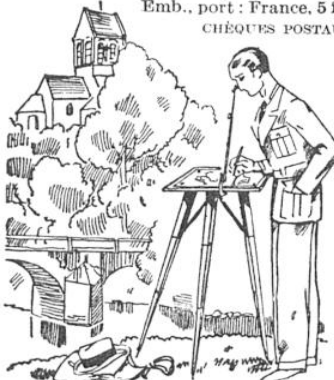
(2 modèles de précision) : 225 ou 345 francs

Emballage, port : France, 8 fr. ; Etranger, 25 fr.

Le Dessineur (Chambre Claire simplifiée) : 125 francs

Emb., port : France, 5 fr. ; Etranger, 10 fr.

CHÈQUES POSTAUX : 1271-92



Agrandissements, réductions, copies de photos, plans, paysages, portraits, objets, etc.

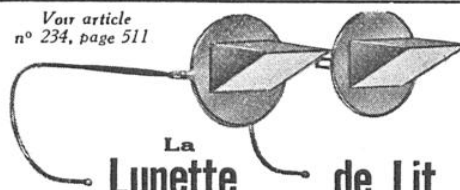
COMPAS

RÈGLES A CALCULS

et tout matériel de Dessin.

Demandez CATALOGUE GRATUIT n° 12 et RÉFÉRENCES OFFICIELLES
P. BERVILLE, 18, rue La Fayette, PARIS (9°)

Voir article
n° 234, page 511



La Lunette de Lit

permet, dans la position couchée, de lire sans fatigue

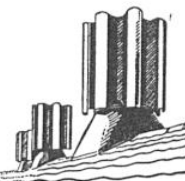
Elle est indispensable à tous les alités et même aux bien portants. — Elle existe sans correction ou pour Myopie, Hyperopie et Presbytie.

H. & M. RENAULT - Optique Wagram
107, rue Joffroy, Paris-17°

CHANARDISEZ vos LOCAUX!

CHANARDISER c'est
evacuer sans frais :

les brées,
les odeurs,
les fumées.



C'est assurer sans
courants d'air une AÉRATION
ÉNERGIQUE ET ABONDANTE

CATALOGUE N° 78 SUR DEMANDE

CHANARD S.A. & RUEIL-MALMAISON DÉT

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
Rég. : 19-31



MARINE MARCHANDE

MARINE DE GUERRE

ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

AVIATION

INDUSTRIE

ARMÉE

ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, Rue de la Lune - PARIS (2^e)

Toutes les préparations

PROFESSIONNELLES. - Radiotélégraphistes des Ministères ; Ingénieurs et Sous-Ingénieurs Radios ; Chefs-Monteurs ; Radio-Opérateurs des Stations de T. S. F. Coloniales ; Vérificateurs des installations électro-mécaniques ; Navigateurs Aériens.

MILITAIRES :

Génie. - Chefs de Postes et Elèves Officiers de Réserve.

Aviation. - Brevetés Radio.

Cours spéciaux de Navigateurs Aériens.

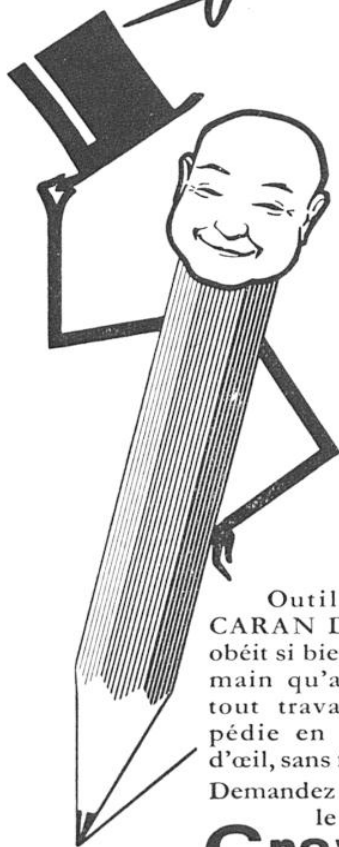
Marine. - Brevetés Radio.

Durée moyenne des études : 6 à 12 mois
L'Ecole s'occupe du placement et de l'incorporation

Cours du jour, du soir et par correspondance
 Renseignements envoyés franco sur simple demande

ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

*Avec
Caran d'Ache
le travail
devient
joie !*



Outil docile,
CARAN D'ACHE
obéit si bien à votre
main qu'avec lui,
tout travail s'ex-
pédie en un clin
d'œil, sans fatigue...
Demandez toujours

le
Crayon



**CARAN
d'ACHE**

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE
VICTOR SERVET
53, RUE DE SEINE — PARIS (6°)

**TOUT
DURALUMIN**



*...même
le cadre*

Toujours des "kilos en moins", toujours des kilomètres en plus pour moins de fatigue! Le Duralumin a conquis toutes les parties métalliques du vélo — réduisant de plus de 30% le poids d'un cycle entièrement équipé. Le Duralumin nous vaut ainsi un vélo extra-léger pour la course aussi bien que pour le grand tourisme.

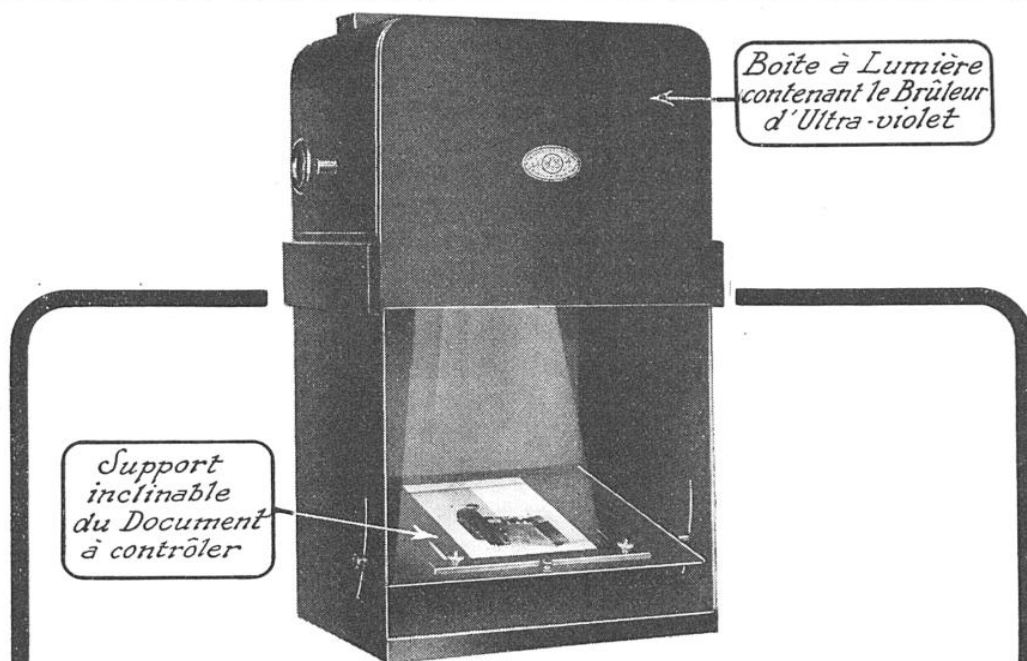
S^{té} du DURALUMIN
23 bis, rue de Balzac, PARIS (8)

Exigez sur les pièces de cycle vendues par votre fournisseur l'étiquette ci-contre ou le poinçon "métal de la Sté du Duralumin".



BON A DÉCOUPER
et à retourner

à la Société du Duralumin,
23 bis, rue de Balzac, PARIS (8)
Veuillez m'adresser gracieusement
votre brochure sur la bicyclette
moderne.
Nom _____
Adresse _____

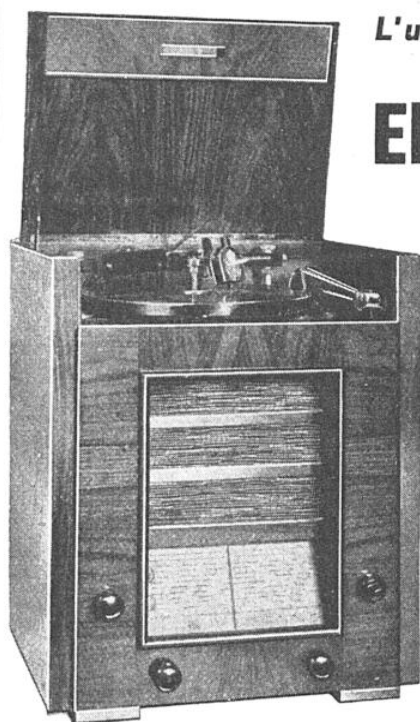


Une nouvelle Lanterne de Contrôle à la Lumière de Wood

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 Echantillons 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'amovibilité de son **Filtre** 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



Enregistreur Voxia équipé avec Moduladyne 737

L'un des "CLOUS" de la Foire de Paris

1^o Le Combiné**ENREGISTREUR "VOXIA"**

enregistre RADIO et MICRO

- ◀ Adopté par les Conservatoires nationaux de Musique (Paris, Grenoble, Douai, etc.).
- ◀ C'est un grand succès français.
- ◀ Indispensable aux Artistes, Orateurs, Ecoles de Musique, Chefs d'Orchestres, Théâtres, Industriels, Médecins, Familles, etc.

2^o Classés premiers à l'examen technique de la radio scolaire

Les Récepteurs de T.S.F. et Combinés Radio-Phono

MODULADYNE et SECTADYNE

(de 1.175 à 3.600 francs)

sont des productions

Horace HURM & DUPRATPremiers Constructeurs-Vulgarisateurs de la T. S. F. (29^e année)**14, rue J.-J.-Rousseau, PARIS (1^{er})**

Agent pour le Sud-Est : CHEVALLIER, 11, Cours Berriat, GRENOBLE

Etude sur les possibilités de l'enregistreur sonore et notices sur demande

LE PLUS MODERNE
DES JOURNAUX

Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTSA PARTIR DU 1^{er} MAI 1937

FRANCE ET COLONIES..	Trois mois..	35 fr.
	Six mois..	65 fr.
	Un an..	120 fr.
BELGIQUE..	Trois mois..	42 fr.
	Six mois..	80 fr.
	Un an..	150 fr.
ÉTRANGER (tarif postal réduit)..	Trois mois..	65 fr.
	Six mois..	120 fr.
	Un an..	230 fr.
ÉTRANGER (tarif postal augmenté)..	Trois mois..	90 fr.
	Six mois..	175 fr.
	Un an..	340 fr.

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

OFFREZ A VOS AMIS
UN ABONNEMENT A**La Science
et la Vie**VOUS LEUR FEREZ
— PLAISIR —

EN 3 SEMAINES

*... Vous pouvez comprendre et parler
l'Anglais, l'Allemand, l'Espagnol,
ou toute autre langue avec un accent parfait*



M. MAETERLINCK

« En huit jours, écrit l'auteur de l'Oiseau bleu, 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 ».



G.-Bernard SHAW

Le célèbre humoriste, conquis par Linguaphone, a tenu à enregistrer spécialement pour les élèves une spirituelle causerie : « Broken English and Spoken English » (L'anglais parlé et l'anglais baragouiné).

Très probablement et avec raison, vous vous méfiez des soi-disant « méthodes simplifiées » pour apprendre les langues étrangères.

Mais le Linguaphone n'est pas une « méthode simplifiée » ; c'est une méthode scientifiquement conçue qui vous fait apprendre n'importe quelle langue étrangère aussi facilement, aussi rapidement que vous avez appris votre langue maternelle.

Avec la méthode Linguaphone, vous écoutez et bientôt vous possédez l'accent du pays même dont vous apprenez la langue. Nous voulons que vous essayiez cette méthode par vous-même.

Aussi Nous Vous Offrons

UN ESSAI GRATUIT

pendant 8 jours chez vous

Ainsi vous n'avez pas à vous fier à notre parole. Vous découvrirez par vous-même l'exactitude de ce que nous avançons. Vous vous servirez de notre méthode aussi souvent que vous le voudrez durant cette période d'essai, mais arrêtez-vous après la première leçon et considérez le chemin parcouru : déjà votre accent est parfait.

Venez nous voir, ou mieux, demandez-nous immédiatement la brochure qui a été créée pour vous. Elle contient tous les détails sur la méthode et sur l'essai gratuit qui vous est offert. Pour la recevoir, il vous suffit de remplir et de nous retourner le coupon ci-contre.

**INSTITUT LINGUAPHONE (Annexe B. 13)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées) PARIS-8^e**

Veillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi l'ouvrage sur le Linguaphone contenant l'offre d'essai gratuit de 8 jours.

La langue qui m'intéresse est :

NOM.....

ADRESSE.....

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

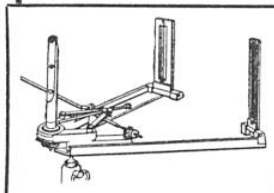


23, RUE LA BOÉTIE
PARIS (VIII^e)

Etab^{ts} A. LEPETIT & C^{IE}

20, rue Marie Debos, MONTROUGE (Seine)

CONSTRUCTEURS D'INSTRUMENTS DE
TOPOGRAPHIE, MARINE, AVIATION



◆ ◆
**COMPAS DE REPÉRAGE
POULLAIN-LEPETIT**

Prix : 320 fr.

Notice détaillée franco sur demande

Voir page XXV du n° 237

**un ensemble
unique...**

PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHES

**pour
illustrer vos
Publicités**

**Établissements
Laureys Fr^{es} * U**
17, rue d'Enghien, Paris



LE CANOE MÉTALLIQUE



NOUVEL ALLIAGE ULTRA LÉGER
GARANTI INROUILLABLE

POIDS 23 KG. — INSUBMERSIBLE

BUREAU "SV"

2, RUE DU CYGNE, PARIS-1^{er}



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

Tous les français doivent savoir

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

Toutes les personnes, hommes ou femmes, à la recherche d'une situation stable et lucrative, ou désirant augmenter leurs gains en travaillant pendant leurs heures de loisir, ou tout simplement qui veulent une occupation indépendante et agréable, doivent dès aujourd'hui, au moyen du « bon gratuit » ci-dessous, demander aux Ateliers d'Art Chez Soi tous les renseignements détaillés.

Les Ateliers d'Art Chez Soi, puissant groupement d'artisans, grâce à un service de vente unique au monde, ayant des débouchés illimités, reçoivent plus de commandes qu'ils n'en peuvent satisfaire.

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

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

Travailler chez soi, dans l'indépendance !

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

Posséder un véritable métier, sans apprentissage long et coûteux

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

N'EST-CE PAS LE RÊVE DE TOUS ?

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

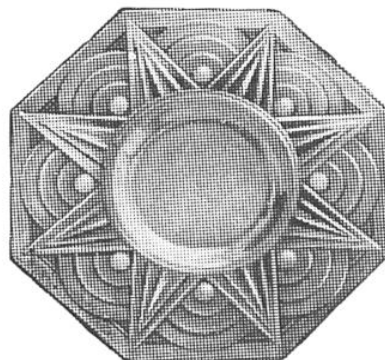
Lisez leur brochure gratuite.

BON à DÉCOUPER et à ADRESSER à
Société des ATELIERS D'ART CHEZ SOI (Studio A 91)
25, rue d'Astorg, PARIS (8^e)

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

M.....

à



Plat moderne en étain repoussé et patiné, création de M.L... de Saumur, qui travaille de façon régulière pour la SADACS et écoule sans peine toute sa production. Avant d'adhérer à la SADACS, M. L... ignorait tout des Arts appliqués : c'est maintenant un artiste connu, et son nouveau métier lui procure un très intéressant revenu.

Notre volonté de doter notre pays d'un INSTITUT digne de lui et de l'état actuel de la Science nous a incités à reprendre sur de nouvelles bases perfectionnées l'effort que nous faisons depuis 1919, date de la fondation de notre première école.

IL Y A PRÈS DE 20 ANS...

... que s'ouvrait sous la direction de J.-E. LAVIGNE, créateur de l'enseignement radiotechnique en France, la première école de T. S. F.

Dans ce laps de temps, grâce à la valeur de l'enseignement donné, des MILLIERS D'ÉLÈVES ont satisfait aux examens des P. T. T. et obtenu, grâce à leur diplôme, des SITUATIONS de tout premier ordre.

Par la qualité de ses cours, par l'expérience de ses collaborateurs, par la diversité de ses programmes,

L'ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ

a ouvert une **SECTION SPÉCIALE DE COURS INDUSTRIELS** (Atelier-Ecole) en plein centre de Paris, 5, cité Paradis (Tél. : Provence 10-22).

NOUVELLE SESSION LE 10 MAI

Une documentation gratuite vous est offerte

Elle vous convaincra que l'une des spécialités ci-dessous vous intéresse

**OFFICIERS RADIOS
MARINE MARCHANDE**

RADIOS AVIATEURS

OPÉRATEURS :

Service Navigation Aérienne. — Office National Météorologique. — Ministère de l'Intérieur. — Police-Radio. — Colonies.

GRANDES COMPAGNIES DE TRAFIC

CARRIÈRES INDUSTRIELLES

PRÉPARATIONS SUPÉRIEURES

Chefs monteurs-dépanneurs. — Monteurs-aligneurs. — Dépanneurs.

PRÉPARATION MILITAIRE

Session spéciale du MAI à OCTOBRE pour la Classe 1937

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

ARMÉE DE L'AIR

• • •
Demandez-la en nous envoyant
ce bon aujourd'hui même.

ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ
10 BIS, RUE AMYOT, PARIS-V^e

Veillez me faire parvenir gratuitement, sans engagement de ma part, votre brochure concernant les différents emplois et carrières de la T. S. F.

NOM

ADRESSE

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, Mai 1937 - R. C. Seine 116.544

Tome LI

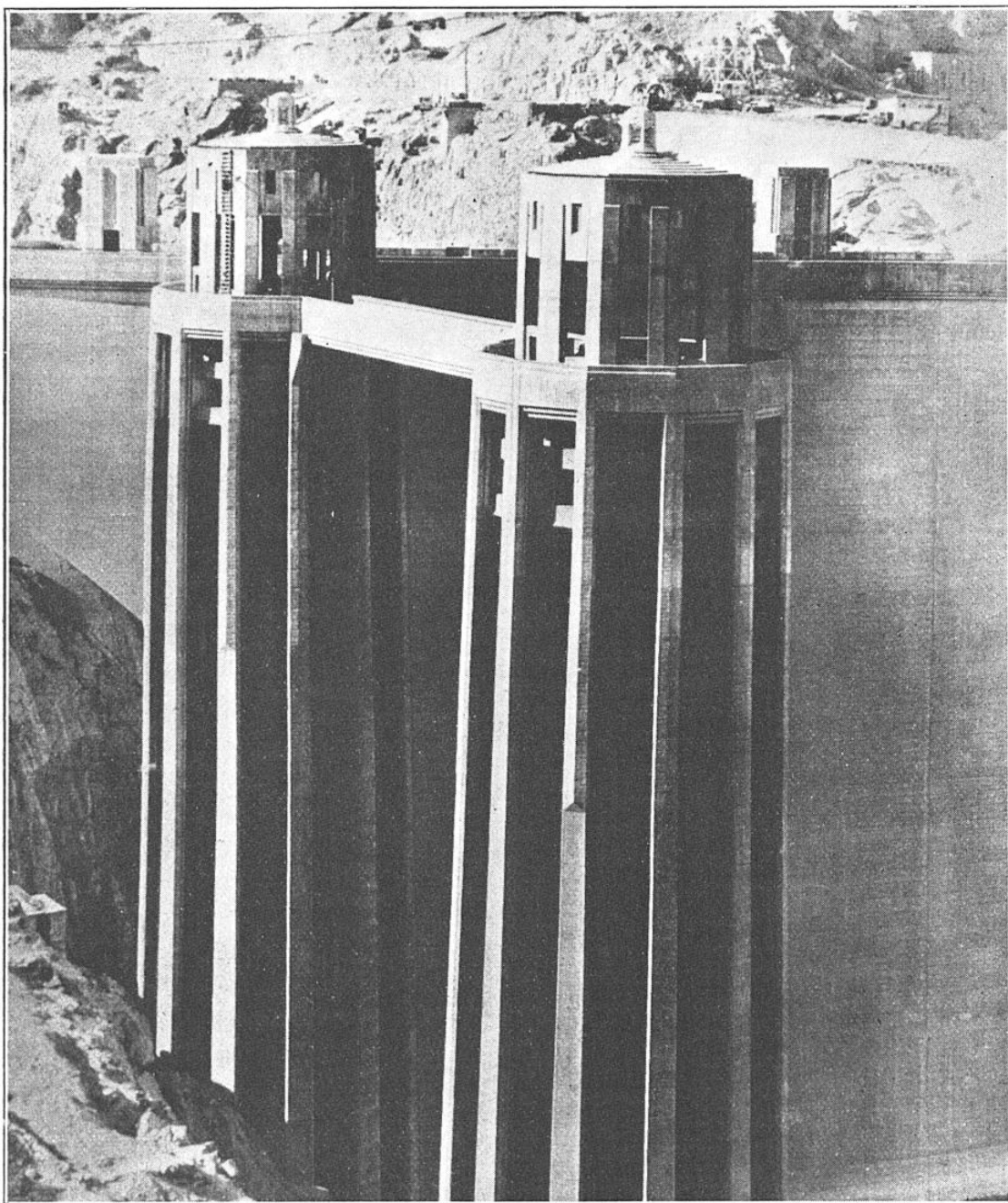
Mai 1937

Numéro 239

SOMMAIRE

Politique de l'énergie et civilisation mécanique	Jean Bodet	333
<i>L'électrification de la vie moderne remonte à peine au début du siècle. Elle manquait évidemment à l'origine de coordination dans ces trois domaines : production, distribution, consommation. Progressivement — en tenant compte des conditions géographiques, économiques, sociales des différents pays — une politique de l'énergie est née et s'est peu à peu affirmée au cours des divers congrès internationaux afin de confronter les doctrines et les résultats en vue de la « codifier » au mieux des intérêts de la collectivité et des producteurs. C'est une œuvre considérable en voie d'évolution continue dont la présente étude situe en quelque sorte l'étape où nous en sommes en 1937.</i>		
Hydraulique fluviale et mécanique des fluides	Jean Labadié	341
<i>Voici des expériences récentes résultant de conceptions théoriques relativement nouvelles, susceptibles d'être appliquées pratiquement à la navigation sur les cours d'eau.</i>		
Que savons-nous de notre Galaxie ?	L. Houllevigue	350
<i>De récents travaux astronomiques permettent maintenant de mesurer les dimensions de la nébuleuse spirale qui nous entoure et nous révèlent l'extrême complexité de ses mouvements.</i>		
Comment les rayons X révèlent et contrôlent la structure de la matière. Complétant l'œuvre de la chimie analytique, la physique des radiations nous permet de mieux connaître les propriétés mécaniques de la matière et, par suite, d'en contrôler la sécurité d'emploi.	Victor Jouglà	358
L'équilibre d'un organisme vivant, fonction des sécrétions internes. La biochimie est parvenue à démontrer comment les réactions mutuelles des muscles, des glandes et des nerfs assurent l'équilibre de nos échanges nutritifs.	Ch. Brachet	367
Le développement de la locomotion aérienne est conditionné par la sécurité technique.	A. Verdurand	375
<i>La stabilité des avions dans les trois dimensions de l'espace, la résistance aux efforts aérodynamiques, la sécurité à l'atterrissage, la régularité de marche des moteurs, tels sont les facteurs de progrès dont dépend l'avenir de la locomotion mécanique aérienne.</i>		
Notre poste d'écoute.	S. et V.	383
Le Salon de l'Automobile de Berlin nous a montré où en était l'industrie automobile allemande	Jean Hiersac	391
<i>Production de véhicules quadruplée, modernisation du réseau routier, développement de la synthèse industrielle pour l'obtention de matériaux dits « nationaux », tels sont les résultats obtenus par la politique des transports du III^e Reich.</i>		
La France à la recherche d'une politique des carburants	S. et V.	397
<i>Les livres qu'il faut méditer :</i>		
Ce que donne en aviation l'union de la machine et de la volonté.	G. B.	398
La Sibérie n'est plus terre inhumaine	G. B.	399
A travers notre courrier	S. et V.	401
Conseils aux sans-filistes.	Géo Mousseron	404

L'interconnexion des centrales thermiques et hydrauliques est à la base du transport de l'électricité à grande distance à haute tension. Voici, sur la couverture de ce numéro, une vue d'un des plus modernes postes de départ, du type « out door », qui alimente l'une des grandes artères transportant l'énergie depuis le barrage géant « Boulder Dam » (aux Etats-Unis, sur le Colorado) jusqu'à la ville de Los Angeles, à 400 km de distance. (Voir l'article page 333 de ce numéro.)



VOICI DEUX DES TOURS DE PRISE D'EAU DU BARRAGE HOOVER («BOULDER DAM»), AUX ÉTATS-UNIS. HAUTES DE 120 M, CES TOURS ALIMENTENT LES CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES (2 MILLIONS DE CHEVAUX) ÉDIFIÉES EN AVAL ET AU PIED DU BARRAGE

Quatre tours semblables, en béton armé, mesurant 18 m de diamètre à la partie supérieure, sont construites en amont du barrage qui mesure 230 m de hauteur au total. Les salles des machines (pour la manœuvre des vannes) qui couronnent chaque tour sont surmontées chacune d'un phare. Le gigantesque lac artificiel, dont la construction de ce barrage sur le fleuve Colorado a provoqué la formation, est long de 160 km et renferme 34 milliards de m³ d'eau, ce qui représente le débit du fleuve pendant dix-huit mois. Il fournira ainsi l'énergie électrique à la ville de Los Angeles, distante de 400 km.

POLITIQUE DE L'ÉNERGIE ET CIVILISATION MÉCANIQUE

Par Jean BODET

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

Le développement de la civilisation moderne sous sa forme essentiellement mécanique soulève un certain nombre de problèmes d'ordres technique et économique. Parmi ceux-ci apparaît au premier plan, de par sa portée générale, celui de la production de l'énergie résultant de l'aménagement rationnel des ressources naturelles et de sa distribution au consommateur (avantages pratiques, détermination des tarifs appliqués, propagande pour accroître le plus possible le nombre des abonnés, etc.). Dans l'économie de la plupart des pays du monde, les sources énergétiques les plus utilisées sont le charbon, le pétrole, la houille blanche, et aussi le gaz naturel combustible (aux Etats-Unis par exemple). Une politique rationnelle de l'énergie, progressivement adaptée aux exigences des producteurs et des distributeurs comme aux besoins des consommateurs, a permis de fixer maintenant les principes généraux en vue précisément d'harmoniser l'exploitation des ressources « actuelles » réparties sur le territoire d'une nation en s'inspirant de l'intérêt général de ses ressortissants, de sa prospérité économique, de son équilibre social. Ce sont ces grands principes et leurs applications qui firent précisément l'objet des travaux de la III^e Conférence mondiale de l'Energie tenue à Washington, l'an dernier. En ce qui concerne la France, voici sa situation : ses ressources en pétrole naturel (naphte) sont à peu près nulles (1) ; sa production charbonnière est insuffisante tant au point de vue de la quantité que de la qualité de la houille extraite de son sol ; ses ressources hydrauliques, par contre, sont particulièrement abondantes et ce n'est pas là un avantage négligeable comme on le verra par la suite. De ces constatations, il résulte donc que la politique française de l'énergie tendra à réduire le plus possible les importations de combustibles liquides (pétrole brut et produits raffinés), à continger les importations de charbon, à développer, par contre, son équipement hydroélectrique (aussi bien pour la puissance totale que pour le nombre des installations). Toutefois, le fait que notre industrie charbonnière occupe 250 000 ouvriers et vient au premier rang dans l'économie nationale pour le mouvement d'affaires qu'elle alimente nous oblige à maintenir un judicieux et harmonieux équilibre entre les deux principaux modes de production de l'énergie électrique : thermique et hydraulique. La gigantesque expérience d'économie planifiée, inaugurée aux Etats-Unis en 1933 et qui se poursuit actuellement dans la vallée du Tennessee (2), a fourni ses premiers résultats, qui sont du reste ardemment controversés en Amérique. Cette audacieuse expérience démontrera un jour plus ou moins proche si la mainmise totale de l'Etat sur une industrie-clé — telle que l'industrie électrique — sert mieux la cause du consommateur, et aussi celle de la collectivité, qu'une collaboration étroite avec les sociétés privées comme c'est le cas actuellement en France. Nous exposerons et commenterons, en toute objectivité, ces résultats lorsque l'expérience en cours aux Etats-Unis nous permettra de conclure.

CHARBON, pétrole, houille blanche sont les trois principales sources d'énergie du monde moderne (3), et toutes trois sont fort inégalement réparties entre les différents pays dont la politique de l'énergie revêt de ce fait des formes très diverses.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 211.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 5.

(3) Pour être complet, il faudrait leur ajouter le bois, brûlé dans tous les pays, mais en quantités toujours très faibles ; l'alcool, d'usage restreint comme combustible et que seuls quelques pays, dont la France, utilisent comme carburant de remplacement ; le vent dont la force irrégulière n'est guère exploitée qu'en Hollande et au Danemark ; les

La Tchécoslovaquie, par exemple, produit son énergie électrique dans la proportion de 98 % à partir du charbon. Au contraire, les Etats scandinaves sont orientés uniquement vers l'exploitation de la houille blanche dont ils sont abondamment pour-

vagues et les marées pour lesquelles les projets — sinon les réalisations — ne manquent pas ; les ordures ménagères même, que l'on brûle plutôt pour s'en débarrasser que pour produire économiquement de la vapeur. Il convient toutefois de faire une place à part au gaz naturel, combustible qui accompagne en général les gisements pétrolifères et dont les Etats-Unis disposent en quantités énormes exploitées sur une grande échelle.

vus. Enfin la République Argentine, privée de charbon et dont les chutes d'eau aménageables sont trop éloignées des centres urbains de consommation, doit se rabattre sur ses ressources en hydrocarbures liquides ou gazeux. Pour elle, le combustible vraiment national est le pétrole.

Mais ce sont là des exemples extrêmes. D'une manière générale, sur le territoire de chaque Etat, on rencontre à la fois du charbon, de l'énergie hydraulique, et même souvent du pétrole, tous trois en proportions variables. Le problème consiste à maintenir un équilibre harmonieux entre les formes présentes pour en assurer l'exploitation la plus rationnelle et la plus économique.

Le charbon demeure la principale source d'énergie du monde

Les réserves mondiales de houille ont été estimées par l'annuaire statistique de la Conférence mondiale de l'Energie à 14 355 milliards de tonnes probables et 622 milliards de tonnes reconnues (1). La part de la France, 9 milliards environ, est assez modeste, et au rythme actuel de l'extraction, ses réserves ne sauraient durer plus de 300 à 400 ans. Aux Etats-Unis, au contraire, la consommation paraît assurée pendant au moins 2 000 ans. Pour l'instant, il ne semble donc pas que nous ayons à nous préoccuper outre mesure pour ce qui concerne notre approvisionnement en charbon. Les principes d'une saine économie exigent cependant que nous ménagions ces réserves. Même dans les pays où l'économie énergétique est essentiellement à base de charbon, la Grande-Bretagne par exemple et l'Allemagne, on tend de plus en plus à le considérer autant comme une matière première industrielle que comme un combustible. Les progrès de la chimie du charbon et de la synthèse industrielle permettent, en effet, d'en extraire une gamme très étendue de produits précieux, et on peut considérer comme un véritable gaspillage le fait de brûler directement de la houille dans un foyer, sans l'avoir transformée au préalable en coke ou en semi-coke avec production de gaz combustible et récupération des sous-produits. L'hydrogénation du charbon que s'efforcent de pratiquer toutes les nations

dépourvues de ressources propres en naphte va lui ouvrir encore de nouveaux débouchés.

Le progrès technique dans l'utilisation du charbon permet d'autre part de réaliser d'importantes économies dans sa consommation. En voici deux exemples : en Grande-Bretagne, on extrayait, en 1920, 339 m³ de gaz d'éclairage d'une tonne de houille ; en 1934, on parvient à en retirer 417 m³ de gaz. En France, les centrales thermiques de la région parisienne brûlaient, en 1932, 703 g de charbon en moyenne par kW.h produit ; en 1934, elles n'en consommaient plus que 554 g par kW.h. Cette augmentation du rendement par kg est une des causes du recul que marque dans le monde l'extraction du charbon. Avec 1 124 millions de tonnes, la production de 1932 était de 28 % inférieure à celle de 1929. Bien que la reprise économique ait permis de rattraper une partie du chemin perdu, le chiffre de 1935 était encore de 15 % au-dessous du niveau de 1929.

Malgré les progrès de l'énergie hydraulique et de l'utilisation des huiles de pétrole, le charbon demeure également en France la source d'énergie principale. M. de Peyerimhoff, président du Comité central des houillères de France, a rappelé, dans son rapport à la troisième Conférence mondiale de l'Energie, qu'il couvre 83,7 % de la consommation totale d'énergie du pays, contre 7,5 % pour les huiles minérales et 8,8 % pour la houille blanche. La production des centrales hydroélectriques a été de 7,9 milliards de kW.h en 1935 contre 5,9 en 1929, alors que pendant la même période, celle des centrales thermiques passait de 8,3 à 7,5 milliards de kW.h. En 1935, la part de l'énergie hydraulique dans la production de l'électricité était donc de plus de moitié, 51,3 % contre 48,7 % pour l'énergie thermique.

La production française de charbon est insuffisante, à la fois en quantité et en qualité, et la France demeure le principal pays importateur de charbon du monde. En particulier, les houillères françaises ne livrent pas d'anthracite proprement dit et nous devons compléter, en outre, nos approvisionnements de charbons gras tandis que les charbons « flénus » à haute teneur en matières volatiles sont en quantité surabondante. Par ailleurs, la distribution géographique des gisements est défavorable (les deux bassins les plus importants sont voisins des frontières nord et nord-est) et leurs conditions d'exploitation sont sensiblement moins aisées que dans les grands bassins étrangers (gisements profonds, veines étroites).

(1) Ces réserves se partagent ainsi : 548 milliards de tonnes pour l'Europe, 30 pour l'Amérique du Nord (sans les Etats-Unis), 10,9 pour l'Asie et 21,4 pour l'Australie. Les réserves reconnues seraient de 296 milliards de tonnes pour l'U. R. S. S., 129 milliards pour la Grande-Bretagne, 71 milliards pour l'Allemagne, 14 milliards pour la Pologne, 11 milliards pour la Belgique, 9 milliards pour la France, 6,4 milliards pour la Tchécoslovaquie.

tes et irrégulières, charbon friable). L'industrie houillère n'en demeure pas moins la première parmi les industries nationales pour le volume de la production et le trafic qu'elle alimente : elle extrait annuellement 47 à 50 millions de tonnes et emploie 250 000 ouvriers.

Fours à coke et usines à gaz

Parmi les dérivés du charbon, le gaz occupe la première place. Dans tous les

à l'extrême, la rationalisation de l'industrie gazière conduit à envisager une collaboration étroite des fours à coke et des usines à gaz, c'est-à-dire pratiquement le transport du gaz depuis les centres miniers où il est produit jusqu'aux réseaux urbains de distribution. En France, comme en Angleterre d'ailleurs, les techniciens estiment que cette solution ne serait pas économique car le transport du gaz coûterait plus cher que celui du charbon. Le coke de gaz, en outre,

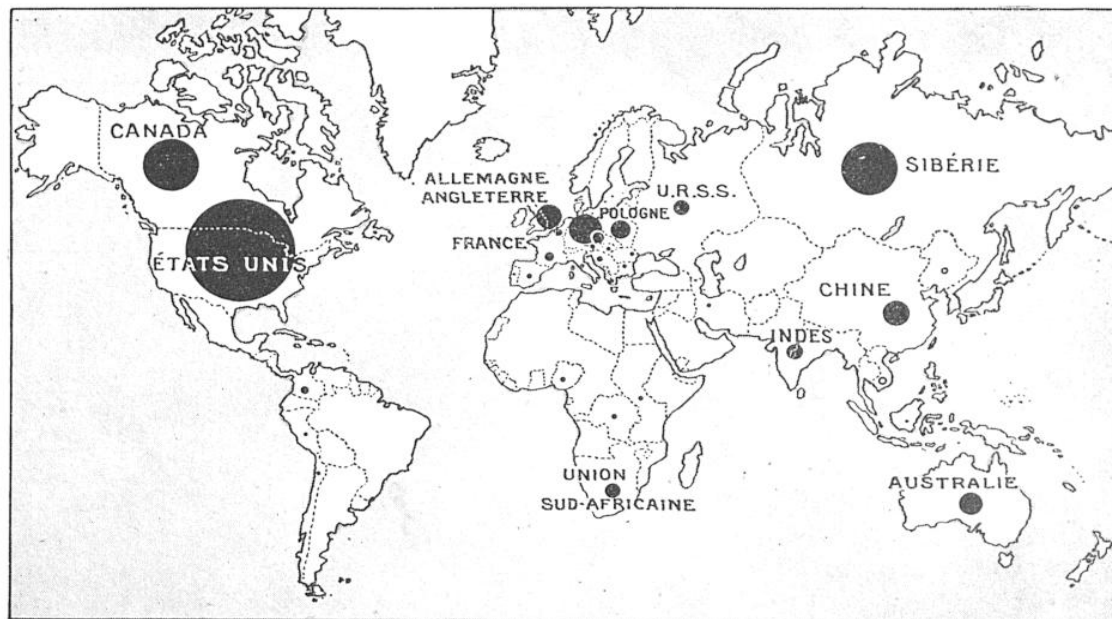


FIG. 1. — LES RÉSERVES DE CHARBON (HOUILLE ET LIGNITE) SONT FORT INÉGALEMENT RÉPARTIES DANS LE MONDE, COMME LE MONTRENT CES CERCLES NOIRS DONT LA SUPERFICIE EST PROPORTIONNELLE AU NOMBRE DE TONNES PROBABLES SUSCEPTIBLES D'ÊTRE EXTRAITES DU TERRITOIRE DE CHAQUE NATION. SUR UN TOTAL DE PRÈS DE 15 000 MILLIARDS DE T POUR LE MONDE ENTIER, LES ÉTATS-UNIS, A EUX SEULS, EN DÉTIENDRAIENT 4 000 MILLIARDS DE T

pays du monde qui disposent de réserves de combustible solide, deux industries étroitement apparentées se sont développées : les fours à coke (pour la métallurgie) au voisinage des mines et les usines à gaz près des centres urbains de consommation. Le gaz pour les premiers, le coke pour les seconds étaient à l'origine des sous-produits gênants, mais on a reconnu depuis longtemps leur grande valeur. La technique de la carbonisation à haute température a atteint aujourd'hui un haut degré de perfection, et peu à peu les usines les plus petites et les moins bien outillées ont cédé la place à des unités plus importantes, plus mécanisées, pratiquant la récupération et l'utilisation intégrales des sous-produits. Poussée

est consommé au même endroit que le gaz et il faudrait encore le transporter. La distance limite à partir de laquelle le transport du gaz ne serait plus rentable est évaluée à 50 km en France et à 32 km en Angleterre.

En Allemagne, au contraire, le transport du gaz à distance est très développé. Plus de la moitié du gaz qui y est consommé provient des vastes réseaux alimentés par les fours à coke à proximité des puits de mine. Ceux-ci fournissent aujourd'hui 62 % de la totalité du gaz consommé en Allemagne contre 38 % seulement pour les usines à gaz proprement dites, 300 systèmes de distribution urbains sont reliés au réseau d'interconnexion qui fait communiquer les nombreux centres de production.

Les réserves mondiales de pétrole brut

Les réserves mondiales de charbon paraissent devoir satisfaire tous les besoins de la consommation pendant encore plusieurs centaines pour ne pas dire plusieurs milliers d'années. Au contraire, les estimations pour le pétrole sont beaucoup plus modestes et ne dépassent guère quelque vingt ans au rythme actuel de l'extraction. Il y aurait là de quoi s'inquiéter si les experts pétroliers ne nous avaient habitués à de telles prévi-

auxquelles il faut encore ajouter 793 millions de litres d'essence et d'huiles raffinées et 564 000 tonnes d'huiles lourdes et de sous-produits divers.

La houille blanche dans le monde et en France

La répartition mondiale des forces hydrauliques utilisables est schématisée par la figure 4 qui montre également la répartition des forces hydrauliques aménagées. Dans leur presque totalité, elles servent unique-

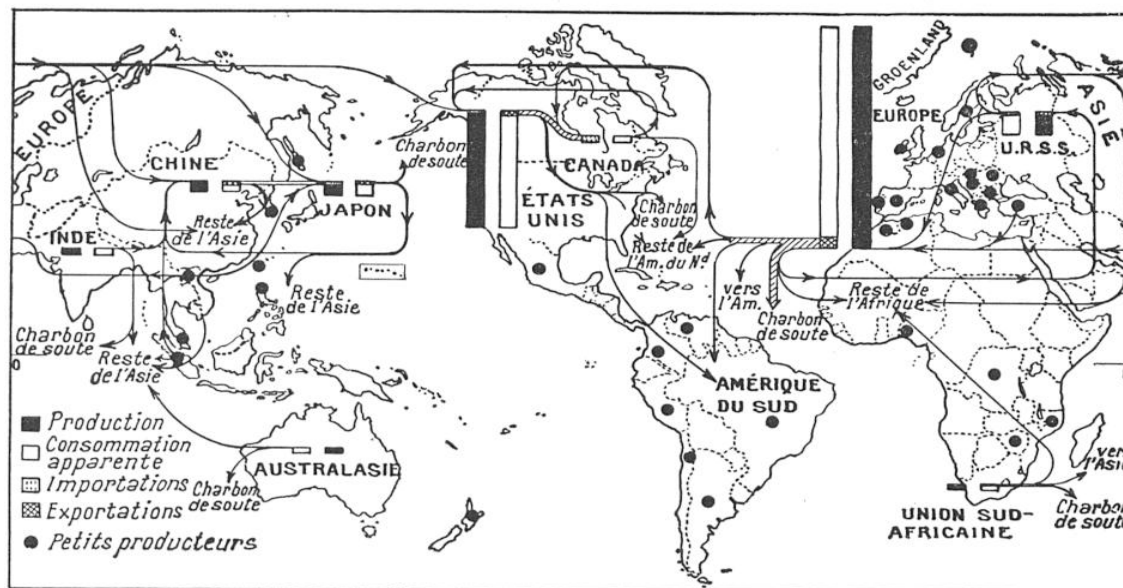


FIG. 2. — VOICI UNE REPRÉSENTATION TRÈS SCHÉMATIQUE DE LA PRODUCTION, DU COMMERCE ET DE LA CONSOMMATION DU CHARBON (HOUILLE ET LIGNITE) DANS LE MONDE, D'APRÈS LES STATISTIQUES DRESSÉES PAR LE « BUREAU OF COMMERCE » DES ÉTATS-UNIS

En 1936, il a été extrait, dans le monde, 1 190 millions de tonnes de charbon dont 490 pour les États-Unis (l'extraction a atteint seulement 46 millions de tonnes pour la France, en forte régression sur 1935).

sions pessimistes. Mais au fur et à mesure que des champs s'épuisent, d'autres sont découverts et mis en exploitation. Nous pouvons espérer qu'il en sera de même à l'avenir, au moins pendant quelque temps. Le « Bureau of Mines » des États-Unis est d'avis que s'il est nécessaire de veiller à l'utilisation rationnelle des ressources pétrolières, il n'existe aucune cause justifiée d'affolement au sujet de leur épuisement prochain.

La production française de produits pétroliers est, on le sait, très faible. Pour 1935, elle n'a pas dépassé 77 500 tonnes d'huile brute et 6 600 tonnes d'huile de schiste. Aussi les importations sont-elles très importantes, 5 662 000 tonnes de brut en 1935,

ment à la production de l'énergie sous la forme électrique et sont ainsi appelées à collaborer avec les autres grands producteurs de cette même forme d'énergie, les centrales thermiques brûlant du charbon.

En France, les centrales hydrauliques actuellement installées ont une capacité de production (incomplètement utilisée) de 10 milliards de kW.h environ sur un total de 45 milliards de kW.h reconnus exploitables annuellement. En 1934, la production totale d'énergie électrique (d'origines hydraulique et thermique) a atteint en France 15,4 milliards de kW.h (pendant cette même année elle s'est élevée, aux États-Unis, à 105 milliards de kW.h).

La production d'énergie électrique n'a

progressé chez nous que lentement au cours de ces dernières années. C'est ainsi qu'en 1936 elle ne s'est accrue que de 2,8 % par rapport à 1935, augmentation très faible par comparaison avec les Etats-Unis (13 %), l'Allemagne (13 %) et la Grande-Bretagne (15 %).

L'interconnexion des centrales hydrauliques et thermiques

Une exploitation rationnelle des ressources naturelles de la France telles que nous ve-

nieuse collaboration technique et économique entre tous les producteurs pour la plus grande commodité et le plus grand profit du consommateur.

La liaison nécessaire entre les centres de production de l'énergie et les centres de consommation est normalement assurée par des lignes de transport de force à haute tension. Mais l'interconnexion fait plus : elle assure en outre la répartition de la demande entre les divers producteurs de telle manière qu'à tout instant la préférence soit donnée

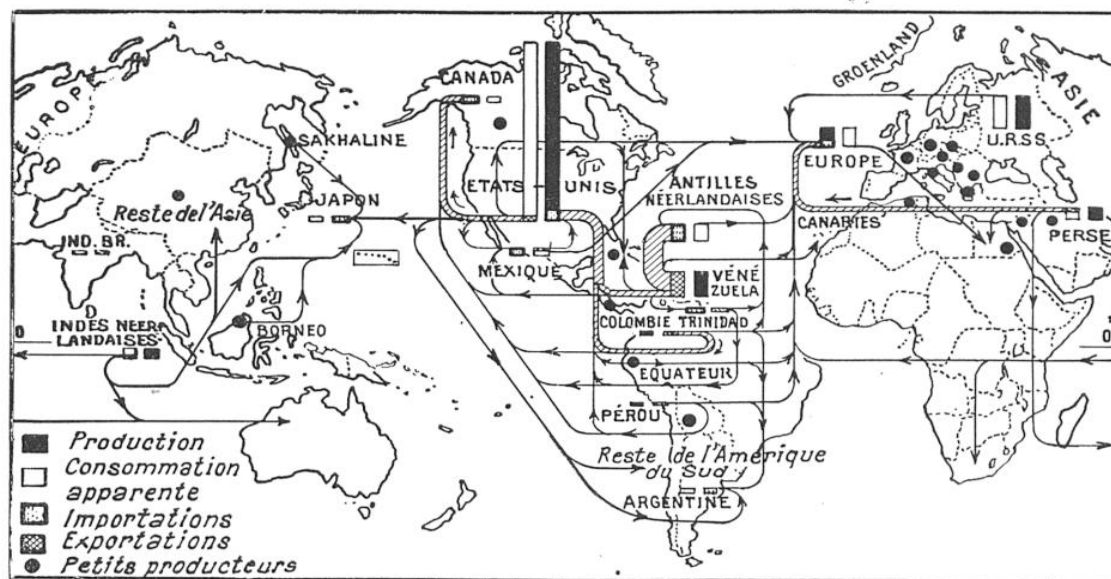


FIG. 3. — VOICI, D'APRÈS LE « BUREAU OF COMMERCE » DES ÉTATS-UNIS, LE SCHÉMA DE LA PRODUCTION, DE LA CONSOMMATION ET DU COMMERCE MONDIAUX DU PÉTROLE BRUT (NAPTE) En 1935, les Etats-Unis ont extrait à eux seuls 59 % du total mondial (135,5 millions de tonnes). La France a produit 75 400 tonnes de pétrole brut (6 600 tonnes d'huile de schiste) et a importé 5 622 000 tonnes de pétrole brut, 793 millions de litres d'essence et 564 000 tonnes d'huile lourde.

nons de les passer rapidement en revue doit tenir compte du fait qu'elle est pratiquement dépourvue de pétrole, qu'elle est relativement pauvre en mines de charbon, qu'elle doit importer un tonnage important de combustible et qu'au contraire elle est riche en chutes d'eau. Il semblerait donc convenable de développer la production d'énergie hydraulique aux dépens de l'énergie thermique. Toutefois, nous avons montré l'importance de l'industrie houillère dans l'économie générale de notre pays; il convient à ce titre de lui conserver ses débouchés et de maintenir un judicieux équilibre entre les deux modes de production.

L'interconnexion des centrales hydrauliques et thermiques apparaît comme le moyen le plus propre à assurer cette harmo-

pour la fourniture de l'énergie à celui dont les frais de production sont minimum.

En France, les chutes d'eau se rencontrent dans le Massif Central, les Pyrénées et les Alpes, tandis que les mines de charbon vraiment importantes sont dans le nord. Le territoire se trouve ainsi naturellement partagé en deux régions où dominent dans l'une les forces hydrauliques, dans l'autre les centrales thermiques. Pour la première, les conditions hydrologiques des trois groupes de centrales sont très différentes et leur interconnexion, complétée par un certain nombre d'usines thermiques installées au voisinage des mines de houille ou de lignite du centre et du sud de la France ou près des ports d'importation des charbons étrangers, assure une compensation à peu près par-

faite entre leurs possibilités saisonnières de production. Cela exige, bien entendu, une unification préalable des fréquences, réalisée partout à l'heure actuelle à la fréquence de 50 per/s à la seule exception du littoral méditerranéen où subsiste la fréquence de 25 per/s.

Aujourd'hui, les lignes de transport et de liaison se sont multipliées et l'énergie hydraulique bon marché en provenance du Massif Central, du Rhin et des Alpes parvient aux centres de consommation de la plus grande

tion mais aussi des frais de transport, M. Ernest Mercier a pu établir qu'au début de 1936 les deux prix de revient dans la région parisienne, pris dans leur ensemble, étaient sensiblement équivalents. Si on en analyse les éléments, on constate cependant des différences profondes : les charges financières qu'entraînent les frais de premier établissement toujours très élevés des centrales hydroélectriques (intérêts et amortissements) représentaient dans l'ensemble 80 % du prix de revient. Celui des sociétés

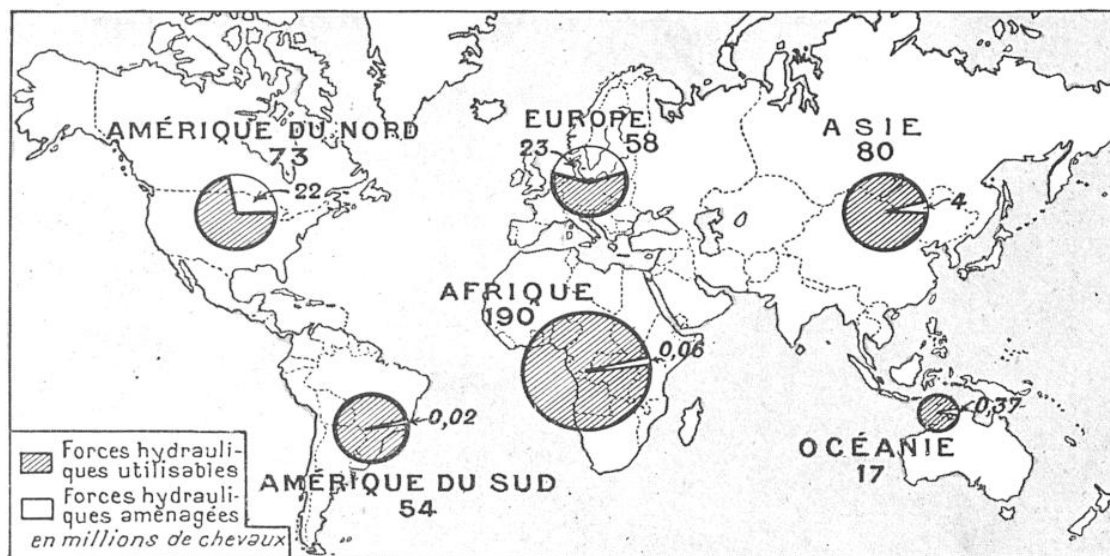


FIG. 4. — RÉPARTITION MONDIALE DES FORCES HYDRAULIQUES UTILISABLES (SECTEURS HACHURÉS) ET AMÉNAGÉES (SECTEURS CLAIRS) ENTRE LES DIFFÉRENTS CONTINENTS (LES CHIFFRES AFFÉRENTS À CHAQUE CONTINENT REPRÉSENTENT DES MILLIONS DE CH)

En Europe, la France vient au second rang après l'Italie (5,7 millions de ch), pour les forces hydrauliques aménagées, avec 2,7 millions de ch, ce qui représente environ 20 % des ressources reconnues possibles.

partie du territoire et en particulier au principal d'entre eux : la région parisienne. Dans le nord de la France bien entendu règne exclusivement l'énergie thermique.

Les cartes page 340, que nous empruntons à M. J. Gourio, montrent d'une part la répartition des usines hydrauliques et thermiques (limitées à celles situées sur les bassins houillers) ; d'autre part, le réseau français d'interconnexion tel qu'il apparaissait en fin 1936.

Prix de revient et tarification de l'énergie

Quelle est la plus avantageuse, économiquement parlant, l'énergie d'origine hydraulique ou celle d'origine thermique ? Tenant compte non seulement des frais de produc-

tion de production thermique comporterait au contraire plus de 50 % de salaires, combustibles et charges diverses. L'augmentation récente du prix du charbon et des charges sociales a donc pour effet de désavantager les centrales thermiques. Ce déséquilibre pourra même s'accroître progressivement, car l'amortissement normal des ouvrages hydrauliques permettra de réduire peu à peu les charges fixes. Mais il ne faut pas perdre de vue que ces derniers ouvrages sont en général très éloignés des centres de consommation et qu'au prix de revient à l'usine s'ajoutent les frais de transport toujours très élevés et les frais de distribution non moins considérables qui multiplient par 4 ou 5 le prix de revient.

Un expert américain, M. Ross, a même

estimé qu'il en coûtait huit ou dix fois plus, aux Etats-Unis, pour transporter et distribuer l'énergie que pour la produire.

Mais ce qui intéresse avant tout le consommateur, c'est la qualité du service rendu et le prix qui lui est demandé. Une diminution de tarifs est toujours la bienvenue, comment l'obtenir ? Elle serait possible, disent les uns, si la consommation augmentait, mais la consommation n'augmentera que si les tarifs baissent. C'est le fameux « cercle vicieux » de Steinmetz que le président Roosevelt a rappelé lors de la conférence mondiale de l'Energie :

« L'électricité est chère parce qu'on n'en consomme pas assez, et on n'en consomme pas assez parce qu'elle est chère. »

On pourrait se demander si un abaissement des tarifs aurait bien sur la consommation tout le résultat que certains en attendent. L'expert américain que nous citions tout à l'heure estime que, consciemment ou inconsciemment, le consommateur règle avant tout ses dépenses d'énergie sur son budget propre. M. Ross en voit une preuve dans le fait qu'en moyenne les abonnés dépensent à peu près la même somme annuellement dans toutes les villes des Etats-Unis, que le kWh y coûte 1 cent ou 10 cents. Pourtant certaines cités américaines, comme Seattle, ont obtenu d'intéressants résultats par un judicieux aménagement des tarifs.

Le consommateur a une tendance bien naturelle à suspecter la bonne foi du producteur et du distributeur et à contester la légitimité des tarifs qui lui sont appliqués. C'est ce qui s'est produit en particulier aux Etats-Unis au cours de ces dernières années.

On sait que la politique du président

Roosevelt en cette matière a consisté à concurrencer l'industrie électrique privée par des entreprises fédérales, les fameuses centrales « étalons », destinées à fournir une base, un « yardstick », à l'estimation du prix de revient de l'énergie électrique.

La gigantesque expérience de la vallée du Tennessee, où un organisme émanant directement du gouvernement fédéral produit de l'énergie électrique et la vend directement aux consommateurs, doit fournir de précieuses indications sur les avantages ou les inconvénients de la mainmise de l'Etat sur cette

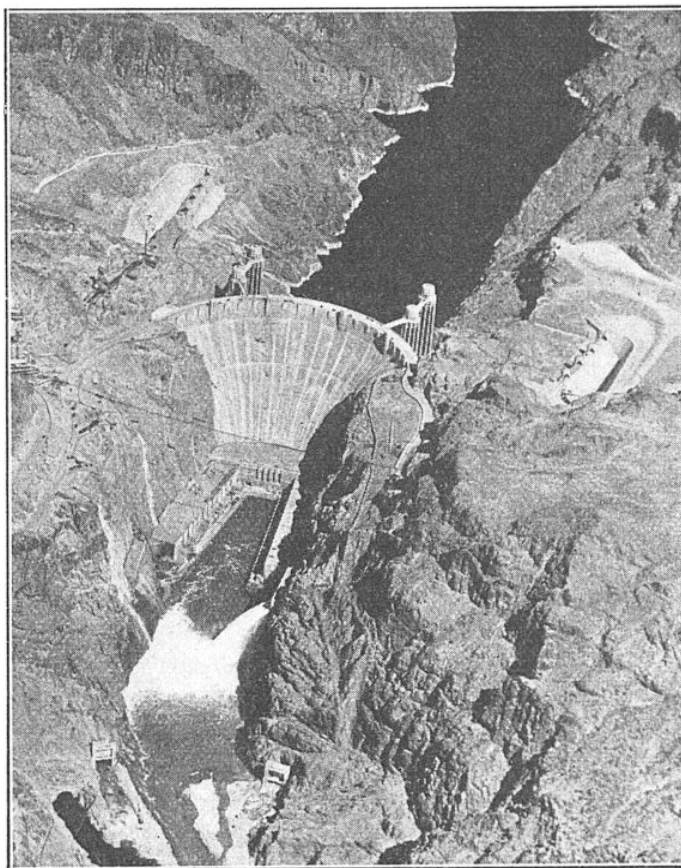


FIG. 5. — LE BARRAGE « HOOVER », APPELÉ AUSSI « BOULDER DAM », SUR LE COLORADO, AUX ÉTATS-UNIS, EST LE PLUS GRAND BARRAGE DU MONDE (230 M DE HAUT, 360 M DE LONG À LA CRÊTE). QUATRE TOURS DE PRISE D'EAU ALIMENTENT DEUX CENTRALES ÉLECTRIQUES DE PRÈS DE 2 MILLIONS DE CHEVAUX AU TOTAL.

industrie-clé qu'est l'industrie électrique. Doit-elle permettre de livrer l'énergie à meilleur marché ? C'est ce dont on peut douter et, bien que les conditions soient sensiblement différentes en Amérique et en France, les résultats obtenus outre-Atlantique ont cependant une valeur d'indication. Pendant l'exercice qui se terminait le 30 juin 1935, la T. V. A. (« Tennessee Valley Authority ») a bien vendu le kWh 18 % moins cher que la moyenne des prix

pratiqués par les compagnies de distribution américaines. Mais l'« Edison Institute » fait remarquer que les intérêts des capitaux engagés (1) sont restés à la charge du budget fédéral. D'après lui, la T. V. A., pour couvrir tous ses frais, devrait vendre le kW.h 30 % plus cher que l'industrie privée, et c'est le contribuable qui pâtirait en dernière analyse des largesses de l'Etat.

De même, les entreprises de production et de distribution exploitées par des municipalités aux Etats-Unis vendent l'énergie plus cher en moyenne que les compagnies privées, si on fait entrer en ligne de compte les taxes diverses auxquelles les collectivités échappent.

C'est ainsi, par exemple, qu'à Los Angeles, la plus grande cité d'outre-Atlantique, où la distribution de l'électricité est exploitée par une régie municipale, la consommation moyenne par habitant est inférieure à la moyenne générale des Etats-Unis. Bien que la municipalité ait reçu des subventions considérables, les tarifs qu'elle pratique sont sensiblement plus élevés — si on y incorpore les taxes — que pour, par exemple, Washington, Cincinnati, Buffalo, etc.

Il ne faudrait cependant pas en conclure que l'industrie électrique doit échapper à tout contrôle. Dans certains pays, qui semblent s'en accommoder parfaitement, elle est passée tout entière pour la production,

(1) Il est d'ailleurs très difficile de distinguer entre ces capitaux ceux qui se rapportent exclusivement à l'électrification, car la T. V. A. pratique également l'irrigation, le reboisement, l'amélioration de la navigation, etc.



FIG. 6. — RÉPARTITION EN FRANCE DES CENTRALES HYDRAULIQUES ET THERMIQUES (INSTALLÉES SUR LES BASSINS MINIERES)

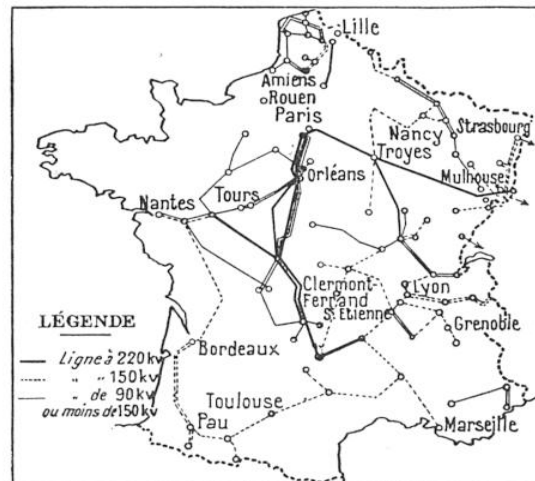


FIG. 7. — RÉSEAU FRANÇAIS D'INTERCONNECTION ENTRE LES CENTRALES HYDRAULIQUES ET THERMIQUES (MINIÈRES) ET LES PRINCIPAUX CENTRES DE CONSOMMATION

le transport ou la distribution de l'énergie entre les mains de l'Etat ou de diverses collectivités publiques (1).

Il semble cependant que la solution moyenne, telle que l'appliquent la plupart des pays, soit la plus sage et, à la fois, la plus rationnelle et la plus harmonieuse ; les pouvoirs publics assurent la coordination des efforts dispersés des particuliers et tracent le cadre général dans lequel doit évoluer et se développer l'industrie privée.

Les problèmes de l'énergie prennent une importance chaque jour plus grande dans la vie des peuples et leur étude doit faire la plus large place, non plus comme autrefois aux simples considérations techniques et commerciales, mais surtout aux éléments d'ordre social et humain.

A ce titre, l'intervention des pouvoirs publics, sous une forme à déterminer, apparaît comme pleinement justifiée et même indispensable, car c'est à eux que revient, en dernière analyse, la tâche de déterminer les principes directeurs de la politique générale de l'énergie en vue de tirer le meilleur parti des ressources naturelles du pays dans l'intérêt général de la collectivité nationale.

JEAN BODET.

(1) En Hollande, à une seule exception près, toutes les entreprises de distribution sont entre les mains des collectivités publiques. En Norvège, il en est de même pour 91 % des abonnés. En Suède, l'Etat, les municipalités et les sociétés privées collaborent intimement pour le transport et l'interconnexion sans que l'Etat cependant cherche à exercer de concurrence pour la distribution.

HYDRAULIQUE FLUVIALE ET MÉCANIQUE DES FLUIDES

Par Jean LABADIÉ

Les phénomènes qu'étudie l'hydrodynamique, science du mouvement des fluides liquides ou gazeux, présentent le plus souvent, aussi bien dans le domaine aérien (résistance à l'avancement, sustentation des avions) que dans celui de l'hydraulique (détermination de la forme optimum des carènes et des hélices, dessin des ouvrages d'art, variations du lit des fleuves, érosion des rives) une telle complexité qu'ils semblent échapper — du moins quant à présent — aux méthodes d'analyse et de calcul du physicien et du mathématicien. Tels sont, en particulier, ces phénomènes d'indétermination que M. Camichel, membre de l'Académie des Sciences, a pu mettre en évidence, tant au laboratoire en opérant sur modèles réduits, qu'au cours d'essais en « vraie grandeur » sur les barrages de la Seine. Les lois de la similitude mécanique dont l'application s'est révélée si féconde aussi bien pour l'étude en soufflerie (1) des maquettes d'avions que pour celle des coques de navires au bassin des carènes (2) permettent ici — en étudiant des veines liquides dont le débit ne dépasse pas quelques litres par seconde — de prévoir le comportement de l'ouvrage réel qui met en jeu des centaines ou des milliers de mètres cubes. Ces curieuses et récentes expériences sur l'instabilité des veines hydrauliques dans certaines conditions paraissent défier les prévisions du physicien et les lois classiques de l'équilibre. Leur importance pratique est cependant considérable puisqu'elle montre que, seule, la manœuvre rationnelle, dans un ordre déterminé, des vannes d'un barrage mobile peut provoquer les configurations — très stables cette fois — des filets liquides les plus favorables et à la protection du lit des fleuves et à la navigation sur ces cours d'eau.

A l'heure où nous écrivons, les désastres du Mississipi et la crue récente de la Seine sont pas encore oubliés. L'inondation aura été le fléau de cet hiver 1936-1937. Cependant la science commence juste à connaître les premières lois de cette « mécanique des fluides » — de cette « hydrodynamique » — dont les forces redoutables animent néanmoins, depuis de nombreuses années, les centrales hydroélectriques aussi bien que l'aviation.

Dans un précédent article, nous avons fait une esquisse très générale de la mécanique des fluides (3). Nous avons montré combien étaient complexes les phénomènes observés dans les mouvements du fluide aérien comme dans ceux des liquides — puisque, aussi bien, l'« hydrodynamique » envisage tour à tour l'élément gazeux et l'élément liquide. Aujourd'hui, nous allons borner notre examen, afin de mieux l'approfondir, à ces objets mouvants, les « chemins qui marchent » : un canal, une rivière, un fleuve.

En prenant comme guide M. Charles Camichel, de l'Académie des Sciences, direc-

teur de l'Institut Electrotechnique de Toulouse et des laboratoires d'hydraulique qui lui sont annexés, nous serons émerveillés de la richesse, *scientifique* et *pratique* tout ensemble, que révèlent quelques phénomènes choisis. N'est-il pas étonnant que des expériences aussi curieuses et aussi éloignées en apparence de la technique aient également des conséquences pratiques si grandes que M. Willemin, inspecteur général des Ponts et Chaussées, ne craignait pas, tout récemment, d'évaluer publiquement à plus de « 50 millions » les économies que leur auteur avait, grâce à elles, procurées au pays ?

Qu'est-ce qu'une rivière ? Un être mouvant doué de « mémoire »..

« Si l'eau qui court pouvait parler, écrit le poète, elle dirait de bien belles histoires ... »

Les histoires d'inondation ne sont pas belles, mais l'« histoire » que le physicien sait faire, à l'heure qu'il est, de phénomènes aussi fugitifs qu'un tourbillon ou aussi stables que la forme des lits de la Seine, de la Garonne sur telle ou telle section de leur parcours, cette histoire est l'une des plus belles au regard de la science et des plus énigmatiques. Un simple filet d'eau présenté

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 226, page 263.

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

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 190, page 269.

dans des conditions d'observation convenables pose au savant des points d'interrogation du même ordre que ceux de la mécanique céleste auxquels répondirent jadis Kepler et Newton.

Voulez-vous un exemple?

Voici une rivière considérée dans son lit « mineur », c'est-à-dire à son niveau le plus bas. Une crue survient qui la fait déborder

l'obstacle passager avec lequel il n'a plus aucun contact. L'« eau qui court » conserve donc, écrite dans ses remous permanents, l'« histoire » de la crue évanouie. Et cette mémoire (autrement dit les remous *hérités* de la crue) peut durer des semaines, des mois, des années, des siècles. Si l'ingénieur des Ponts n'intervient pas, s'il ne survient pas de nouvelle crue, avec de nouveaux

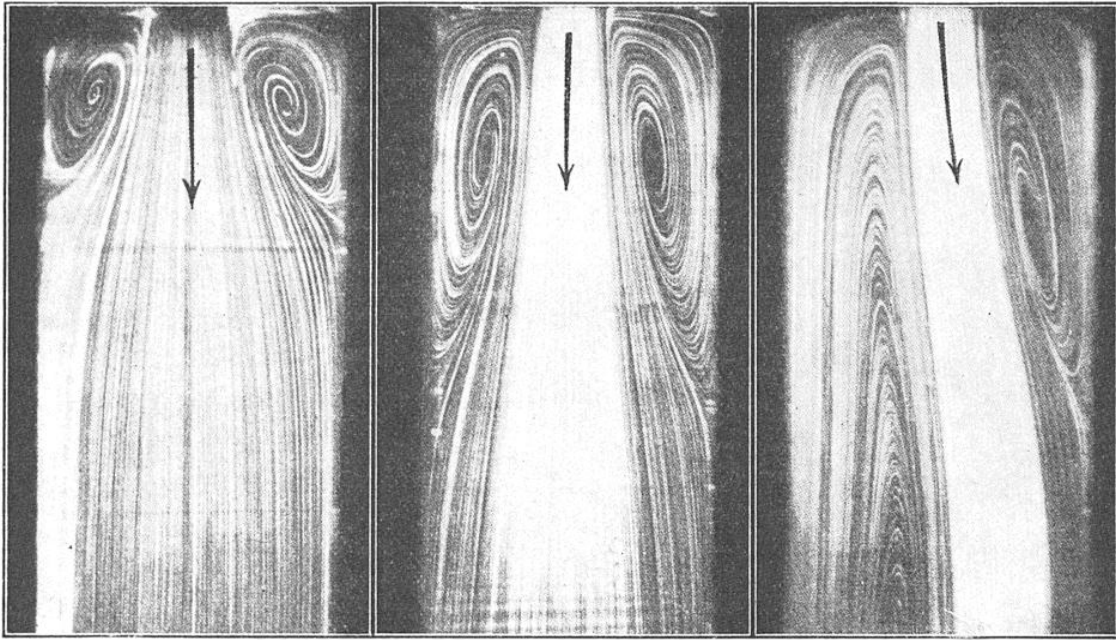


FIG. 1. — LES TROIS ASPECTS D'UNE VEINE LIQUIDE DANS UN « OUVRAGE » DE LABORATOIRE (A ÉCHELLE RÉDUITE) SUIVANT LA VITESSE D'ÉCOULEMENT DU FLUIDE

A gauche : tant qu'une certaine vitesse n'est pas atteinte, la veine demeure stable dans l'axe géométrique du courant. De part et d'autre de la veine, contre le barrage et la rive, s'établissent deux tourbillons-rouleaux, stables. Cette figure correspond au régime de Poiseuille. — Au centre : on a fait augmenter la vitesse d'écoulement. La veine liquide perd sa stabilité. Les « rouleaux » latéraux croissent d'amplitude. C'est la période dite « régime transitoire », ou d'« hésitation ». — A droite : la vitesse ayant crû encore, la veine centrale s'est défléctée vers l'une des « rives » du canal — en l'espèce, la rive gauche. Elle aurait pu « tomber » tout aussi bien vers la rive droite, opposée. C'est là un phénomène d'indétermination.

et combler, par conséquent, son lit « majeur », c'est-à-dire le lit délimité par les rives, heureusement passagères, de son débit maximum. Si nous plaçons un obstacle entre les deux sortes de rives (*mineures* et *majeures*), la crue vient le heurter et il impose des modifications au courant. C'est prévu. Mais ce qui n'est pas prévu, c'est qu'une fois la rivière retournée dans son lit primitif et l'obstacle étant redevenu sec, le courant mineur ne reprend pas son ancien régime, comme il l'aurait fait s'il n'y avait pas eu d'obstacle.

En d'autres termes, le courant se « souvient » des contraintes que lui a imposées

obstacles, il n'y a pas plus de raison physique pour que le phénomène disparaisse de lui-même, qu'il n'y en a pour la Lune de changer son mouvement autour de la Terre (1).

Il ne s'agit pas, précisons-le bien, des modifications que les crues peuvent apporter à la forme des rives ou du lit fluviaux. Ceci est tout autre chose. Nous parlons de lits théoriquement « indéformables » — établis, comme par exemple dans les laboratoires d'études hydrodynamiques, en béton.

(1) Mouvement qui, remarquons-le, représente, lui aussi, toute l'« histoire » passée de la nébuleuse primitive, dans le « canton » Terre-Lune.

Voici un exemple d'indétermination

Douée de mémoire, l'«eau qui court» semble également douée de *volonté*.

Nous touchons ici une classe de phénomènes qui ont fait quelque bruit dans la physique la plus moderne : les *phénomènes d'indétermination*. Nous allons voir, effectivement, le courant hydraulique défier à plaisir toute prévision rationnelle du physicien, comme pour lui faire sentir que sa méthode classique de discussion — sa «mathématique» pour l'appeler par son nom — demeure impuissante à tout expliquer.

Ici encore, passons *de plano* à l'exemple concret pour mieux nous rendre compte.

Voici un «canal» parfaitement bien calibré, dans lequel l'eau s'écoule sans qu'elle rencontre sur son passage une cause physique quelconque, *si minime soit-elle*, l'obligeant à dévier son courant vers une rive du canal plutôt que vers l'autre.

Installons, par le travers de ce canal, un barrage uniforme comportant, en son milieu exact, une *vanne* que nous ouvrirons. La veine liquide issue de cette vanne centrale trace sa voie dans l'axe géométrique du canal. Rien d'étonnant à cela. Il n'y a pas de cause physique visible pour qu'une *déflexion* du courant liquide se produise dans un sens ni dans un autre par rapport à l'axe de la vanne, axe de symétrie de l'ensemble. De part et d'autre

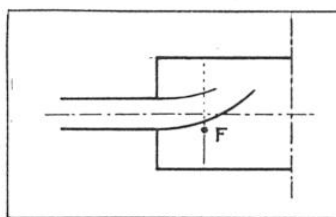


FIG. 2. — COMMENT ON PEUT LEVER L'«INDÉTERMINATION» DE LA VEINE LIQUIDE

Il suffit de placer en F, à la droite de la veine liquide, un fil de 1/600 de mm, durant le régime transitoire, pour déterminer la veine liquide à s'incliner du côté gauche. En plaçant le fil à gauche de la veine, on l'inclinerait du côté opposé.

conforme aux lois classiques de la mécanique.

Par un procédé quelconque (en élevant, par exemple, le niveau du bief amont), accroissons la vitesse du courant. La veine *hésite* un moment dans son orientation et bientôt penche vers l'une des rives du canal où elle se «colle» de manière *stable* (fig. 1).

Tout s'est donc passé comme si la vitesse croissante avait poussé la veine à basculer vers la droite ou vers la gauche, sans motif apparent, — de sa pleine décision *libre*. Si l'on recommence, en effet, l'expérience, on constate que ni l'une ni l'autre des rives n'est privilégiée : la veine «tombe» tantôt vers l'une, tantôt vers l'autre. *C'est un jeu de pile ou face.*

On dit que le phénomène est «indéterminé». Il semble échapper aux lois de l'équilibre classique.

(1) Du nom du physicien qui a, le premier, étudié les lois de l'écoulement des liquides visqueux.

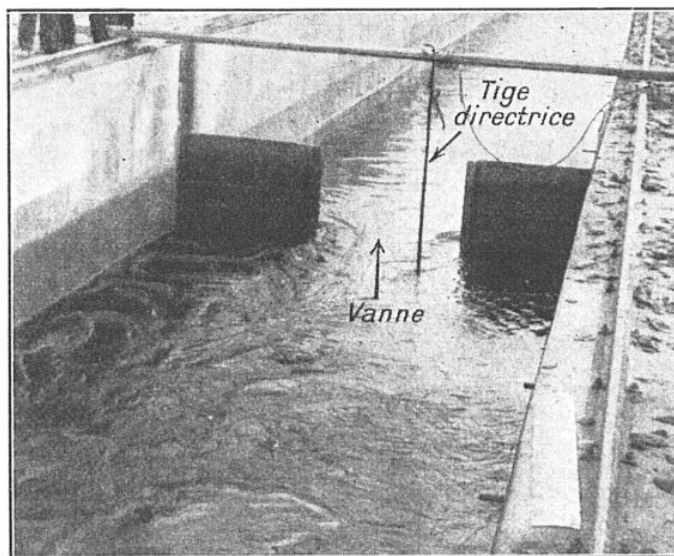


FIG. 3. — L'EXPÉRIENCE DE «DÉFLEXION» D'UNE VEINE LIQUIDE PAR UN OBSTACLE MINUSCULE RÉPÉTÉE A GRANDE ÉCHELLE

Ici, le canal (laboratoire de Banlève) a plus de 4 m de large. Le fil est devenu une tige de 25 mm de diamètre. Cependant, le courant, représenté par 3 600 litres-seconde, est déflécté par cet obstacle minuscule.

Le physicien oblige le courant à limiter son caprice

Il ne reste plus au physicien qu'à entrer en pourparlers avec la veine liquide avant sa « décision », durant le *régime transitoire* d'« hésitation » qui en est le prélude. Autrement dit, l'hydraulicien va introduire dans le courant une *cause* (un obstacle minimum) capable de *peser* sur la décision de la veine et de la défléchir du côté qu'il voudra. C'est l'honneur de M. Camichel d'avoir signalé le phénomène et entrepris cette discussion mouvementée de la science rationnelle avec l'un des caprices les plus singuliers de la matière en mouvement.

D'après le « théorème de similitude », qui est à la base de la mécanique des fluides, on sait que les phénomènes hydrauliques se reproduisent *semblables à eux-mêmes*, quelles que soient les dimensions géométriques de l'« ouvrage » (1), *pourvu que soit respectée certaine formule due au physicien anglais Reynolds*, qui tient compte : 1° de la vitesse ; 2° des dimensions géométriques de l'ouvrage ; 3° de la « viscosité cinématique » du liquide utilisé (2). C'est ainsi qu'avec l'huile (plus visqueuse que l'eau) on peut réaliser dans un canal de quelques centimètres de diamètre, *grâce à des vitesses appropriées* (quelques centimètres par seconde), exactement les mêmes phénomènes qu'avec l'eau circulant à *vitesse extrêmement réduite* dans un canal de plusieurs mètres.

Dans un canal de laboratoire, de 4 cm de diamètre, où le phénomène d'indétermination que nous venons d'analyser se trouve réalisé de préférence dans l'huile, M. Camichel introduit donc, normalement au courant, un fil dont la ténuité touche aux limites des possibilités expérimentales : 1/600 de millimètre d'épaisseur.

Quand le fil est placé à la *droite* (fig. 2) de la veine durant sa période d'hésitation, la *déflexion* s'effectue toujours *vers la gauche*. L'« obstacle » minuscule a suffi pour *repousser* la veine.

Par contre, une fois la veine établie dans son nouveau *régime stable*, du côté gauche, on peut déplacer le fil comme on voudra,

(1) On appelle ainsi tout dispositif d'expérience destiné à provoquer un phénomène hydrodynamique : un canal (avec barrage, vannes, écluses), une soufflerie sont de tels « ouvrages ».

(2) Cette formule donne, pour chaque dispositif expérimental, un nombre précis, dit « nombre de Reynolds » (voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 266). La formule s'écrit : $R = \frac{VD}{\nu}$ où V mesure la *vitesse*, D le diamètre du canal ; ν la *viscosité cinématique*.

dans la veine et en dehors d'elle, et tenter de faire revenir le courant sur sa décision. Rien n'y fait. La veine coule imperturbable autour du fil sans quitter la position acquise.

Pour utiliser une image analogique, si l'on assimile la veine liquide (dans sa période de sensibilité) à une tige en équilibre sur sa pointe, il est évident que le plus petit coup de pouce peut faire tomber la tige *du côté choisi* par celui qui le donne. Mais, inversement, le même coup de pouce est impuissant à remettre le bâton dans sa position initiale d'équilibre instable. L'action du fil quasi invisible de M. Camichel représente en l'espèce le « coup de pouce ». Une fois qu'il a agi, il ne peut plus rien sur le phénomène. On dit que celui-ci est « irréversible » (1).

Les mêmes phénomènes s'observent dans les systèmes à surface libre de grandes dimensions. Par exemple, dans un canal de 4 m de largeur (laboratoire de Banlève), une veine issue d'une fente centrale de 1 m 40 de largeur, débitant 3 600 litres par seconde, est repoussée vers la rive opposée par une tige verticale de 0 m 025 de diamètre placée, sur la surface de la veine, à 2 m à l'aval de la fente, dès le début du mouvement. La veine, étant ainsi orientée, reste stable et conserve la même position si l'on enlève la tige ou si on la déplace dans le canal, dans la veine et en dehors de la veine.

On déduit de ces recherches deux conclusions importantes au point de vue des applications. Il importe de bien les mettre en évidence. Ce sont, d'une part, la sensibilité de la veine pour des vitesses excessivement faibles que l'on réalise au début du mouvement de l'eau, et, d'autre part, la stabilité de la veine dès qu'on a affaire à des vitesses notables.

Nous allons retrouver le même phénomène d'indétermination dans des cas plus complexes et dans les ouvrages plats du genre de ceux que l'on rencontre en hydraulique fluviale.

Comment l'hydraulicien peut « jouer » du « clavier » que représente un barrage moderne

En collaboration avec M. l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées Parmentier et M. L. Escande, sous-directeur de l'Institut Electrotechnique, M. Camichel a exécuté

(1) L'irréversibilité des phénomènes est la loi la plus générale de la nature : ce qui est fait est fait. Le foyer consumé ne se rallume pas. On ne rajeunit pas. Bref, le monde ne repasse jamais deux fois par le même état. C'est là le fondement irrécusable du principe de Carnot, aussi bien que de l'*Evolution créatrice* selon M. Bergson.

une série de recherches sur modèles réduits et sur le barrage de Vives-Eaux, près de Melun, qui convient particulièrement à ce genre d'étude. Ce barrage, à hausses mobiles (1), se trouve sur une portion de la Seine assez rectiligne et régulière ; la profondeur est, à l'aval, assez notable pour que les « rouleaux » puissent prendre toute l'ampleur nécessaire. La constitution du barrage, composé de soixante-quatorze hausses mobiles d'une manœuvre particulièrement aisée, permet de réaliser toutes les combinaisons possibles en ce qui concerne le nombre et la largeur des ouvertures à pratiquer dans l'ouvrage. Le physicien hydraulicien trouve là comme un « clavier » sur lequel il peut jouer à son aise, pour déclencher tous les phénomènes possibles.

L'attraction par les rives d'une veine liquide issue du barrage

Tout le long du barrage aux vannes multiples ainsi conçu, nous pouvons faire glisser une ouverture unique par abaissement et relevage de hausses consécutives.

Déplaçons progressivement la passe ouverte, par exemple de la rive gauche vers la rive droite. On constate que, sur les premières touches du barrage-clavier (positions 1, 2 de l'ouverture d'après notre schéma, fig. 7) la veine s'oriente vers la rive la plus rapprochée (rive gauche).

Quand on passe aux vannes suivantes, l'orientation de la veine vers la rive droite persiste encore (position 4). Mais, plus loin, les vannes fournissent une veine qui se dirige vers la rive opposée (rive gauche) (position 5).

En opérant en sens inverse (c'est-à-dire en parcourant le clavier des hausses mobiles de la rive gauche à la rive droite), on détermine une seconde position caractéristique de l'ouverture pour laquelle la veine change d'orientation. La ligne qu'on appelle « *axe hydraulique* » du courant se trouve définie par le milieu de l'intervalle qui sépare les deux

orientations fixes à droite et à gauche (1). Les déterminations effectuées à cet égard sur le barrage de Vives-Eaux concordent d'ailleurs exactement avec celles qu'on obtient sur le modèle réduit au 1/25 de ce barrage.

On voit donc qu'on délimite dans l'ouvrage une zone centrale dans laquelle la veine liquide offre deux configurations différentes.

A droite et à gauche de cette zone médiane demeurent, par contre, deux zones latérales pour lesquelles une seule solution est possible pour la direction de la veine.

Comment l'hydraulicien met en évidence le phénomène de « mémoire » d'une veine liquide

Il convient d'insister sur le fait caractéristique concernant la zone centrale dans laquelle existent « deux » solutions.

Considérons, dans cette zone centrale, trois

positions (2, 3, 4) de la veine liquide, — les positions 1 et 5 représentant les zones latérales pour lesquelles la veine est toujours attirée vers la rive la plus proche.

Si nous amenons la veine liquide à la position 2 en partant de la rive gauche (la plus proche), la veine reste défléctée à gauche et c'est la première des deux configurations possibles en ce point. Mais si nous conduisons la veine à cette même position 2 en partant de la rive droite (la plus éloignée), nous constatons qu'elle ne cesse pas d'être attirée par la rive droite : et c'est la seconde des deux configurations possibles.

Tout de même, si nous conduisons la veine à la position 4 en partant successivement de l'une et de l'autre rive, nous rencontrerions les mêmes phénomènes symétriques.

On voit donc, conformément à ce que

(1) Si le canal est symétrique, cet axe coïncide avec l'axe du lit. Mais s'il s'agit d'un cours d'eau de forme quelconque, l'axe hydraulique ne coïncide pas toujours avec le milieu du lit.

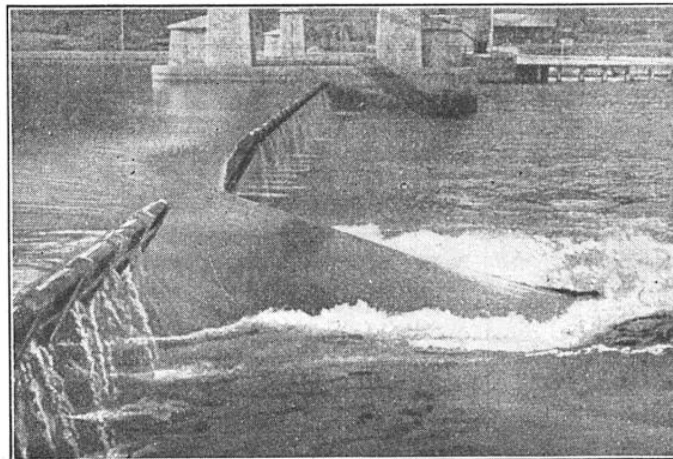


FIG. 4. — PHOTOGRAPHIE MONTRANT L'ADMIRABLE STABILITÉ D'UNE VEINE LIQUIDE, EN « RÉGIME PERMANENT »

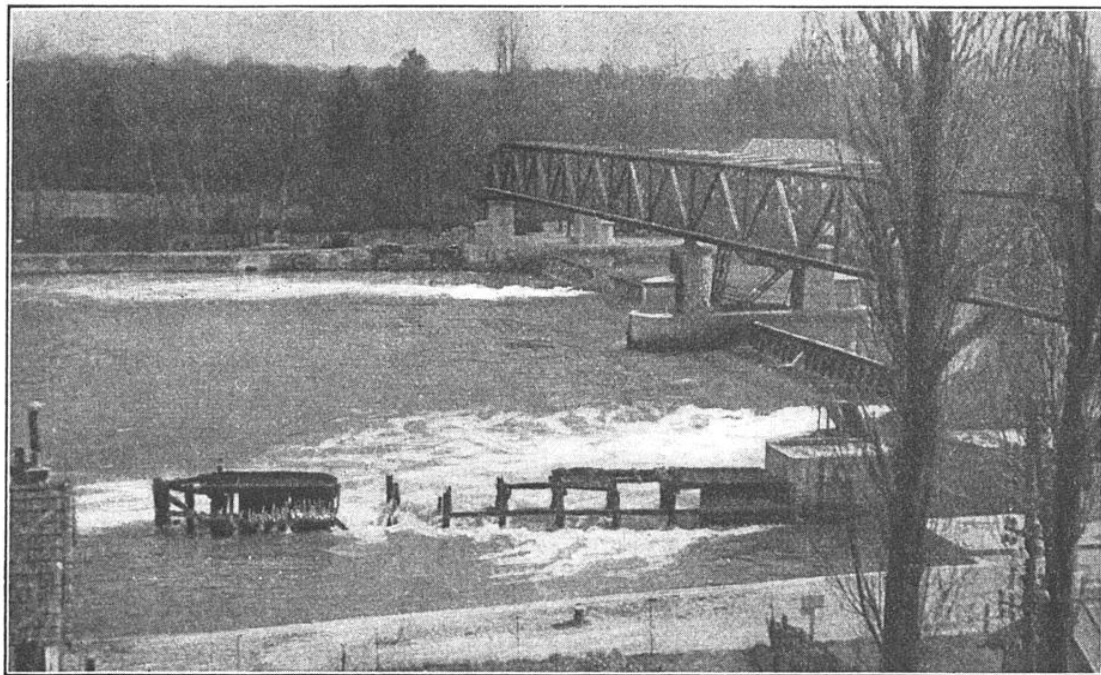


FIG. 5 ET 6. — LES SAISSANTES EXPÉRIENCES D'HYDRAULIQUE EFFECTUÉES A GRANDE ÉCHELLE PAR M. CAMICHEL SUR LA SEINE, A L'AIDE DU BARRAGE MOBILE DE VIVES-EAUX
 En haut : deux vannes symétriques ouvertes dans la « zone centrale » du barrage donnent naissance à deux veines liquides qui s'attirent et dont les courants tendent, par conséquent, à « confluer ». — En bas : deux vannes symétriques ouvertes dans les zones latérales (proches des rives) donnent naissance à des veines liquides dont l'attraction mutuelle est moins forte que l'attraction de chacune des deux rives pour la veine la plus rapprochée d'elle. Il en résulte que les deux courants « divergent ».

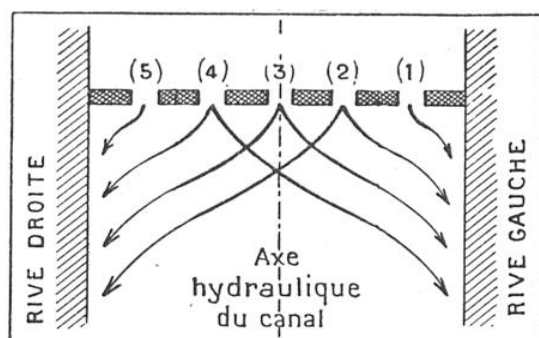


FIG. 7. — SCHÉMA EXPLIQUANT LA MULTIPLICITÉ DES « SOLUTIONS » OBTENUES PAR DÉPLACEMENT D'UNE PASSE LE LONG D'UN BARRAGE

Si une « vanne mobile » se déplace sur le barrage d'une rive à l'autre, la veine liquide qu'elle nourrit reste inclinée vers la rive la plus proche : c'est ainsi que le passage par les positions 1, 2, 3 et 4 conserve la veine orientée vers la rive gauche. Il faut arriver à la position 5 pour que la veine consente à se défecter vers la rive droite. De même, le déplacement de la vanne dans le sens 5, 4, 3, 2 conserverait la veine orientée vers la rive droite ; c'est en 1 seulement que la veine se détacherait de la rive droite pour aller vers la rive gauche. On aperçoit donc qu'il existe ; 1° deux zones latérales 1 et 5 pour lesquelles la position de la veine est déterminée dans tous les cas ; 2° une zone centrale 2, 3, 4 pour laquelle, suivant l'ordre d'approche, la veine s'incline à droite ou à gauche, sans indétermination ; 3° si l'on ouvre deux vannes, mais l'une après l'autre, 2 et 4 par exemple, ou 4 et 2, il se produit les phénomènes d'attraction signalés dans le schéma suivant.

nous annonçons, que la veine liquide, dans ses évolutions, « se souvient » de son histoire antérieure.

Deux veines symétriques s'attirent Opérations « non commutatives »

Si, dans notre barrage, nous réalisons l'ouverture de deux vannes dont la position est au préalable convenablement réglée, on voit se produire un phénomène caractéristique : l'attraction mutuelle des veines. Les courants issus des deux vannes symétriques se réunissent et forment ainsi un courant résultant unique. Et ce courant subit un phénomène d'indétermination, en ce sens qu'il peut être dirigé vers l'une ou l'autre des deux rives exactement comme s'il s'agissait d'une veine centrale unique.

Mais voici qui est plus singulier : le choix du courant pour l'une ou pour l'autre est déterminé par l'ordre d'ouverture des vannes.

On ouvre, par exemple, la vanne A (de notre schéma fig. 8) et on laisse le régime permanent s'établir. On ouvre ensuite pro-

gressivement la vanne symétrique B. Les deux veines s'attirent et le courant résultant de leur confluence se dirige du côté de la rive la plus voisine de la vanne ouverte la première.

Si nous ouvrons B en premier lieu, le courant confluent se dirigerait vers la rive la plus proche de B.

Le résultat final dépend donc ici de l'ordre des manœuvres : ce phénomène révèle ce que les mathématiciens appellent la non-commutativité.

Solutions triples

Recommençons l'expérience précédente, non plus sur deux vannes symétriques, situées dans la zone centrale, comme nous venons de le faire, mais sur deux vannes symétriques situées de part et d'autre de la zone centrale (en l'espèce les vannes n° 1 et n° 5 de notre schéma fig. 7).

Dans ce cas, l'attraction mutuelle des veines liquides est plus faible (en raison de leur éloignement) que l'attraction des rives voisines. Cette dernière attraction l'emporte de telle sorte que les veines divergent en se dirigeant chacune vers la rive la plus voisine.

Si les vannes se trouvaient chacune à la limite exacte de la zone centrale et de la zone latérale qui la concerne, l'attraction des rives pourrait équilibrer l'attraction mutuelle des veines, et l'on obtiendrait ainsi, soit la divergence des veines, soit leur convergence, avec indétermination. On aurait encore réalisé un « équilibre instable » du phénomène hydraulique. Dans ce cas, l'indétermination provient de l'action simultanée, sur une

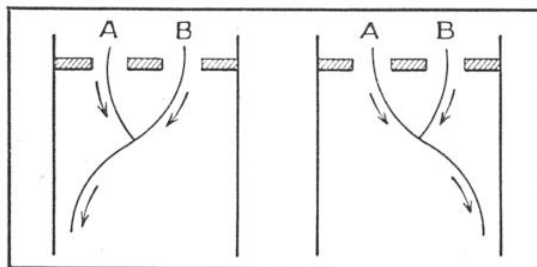


FIG. 8. — SOLUTIONS MULTIPLES OBTENUES AVEC DEUX PASSES OUVERTES L'UNE APRÈS L'AUTRE DANS LE BARRAGE

Si l'on ouvre d'abord A et puis B, les deux veines qui s'attirent sont défectées ensemble vers la rive la plus proche de A. Si l'on ouvre B et puis A, les deux veines confluentes sont défectées vers la rive la plus proche de B. Ce phénomène est un exemple très clair de ce que les physiciens appellent la « non-commutativité » des facteurs. L'ordre suivant lequel les facteurs apparaissent dans l'opération n'est pas indifférent.

veine, d'une rive et de l'autre veine ; il s'agit donc d'une indétermination très différente de celle examinée par nous au début de cette étude.

Avec un système de *tiges convenablement placées*, on peut encore, dans ce cas (et en utilisant le régime « transitoire »), supprimer l'indétermination et obtenir celle des trois solutions possibles que l'on aura choisie à l'avance : convergence, divergence, déflexion à droite ou à gauche.

On peut aussi faire apparaître, dans le même ouvrage, ces solutions « multiples » par d'autres procédés.

Ouvrons deux vannes respectivement voisines de chacune des deux rives ; les veines correspondantes se dirigent en *divergent* chacune vers sa rive la plus proche. Rapprochons les deux passes ouvertes : nous les amenons dans les positions limites que nous venons d'envisager et c'est là une première solution.

Continuons à rapprocher les deux passes ouvertes ; il arrive un moment où les veines se réunissent par attraction et se dirigent ensuite vers l'une ou l'autre des deux rives du canal.

Lorsqu'on ramène les ouvertures dans les positions limites, l'*attraction des veines persiste, avec la même orientation du courant résultant*. Et l'on a ainsi deux nouvelles solutions.

Les mêmes phénomènes peuvent être réalisés sur un ouvrage dissymétrique, comme il a été vérifié sur le barrage de Vives-Eaux sur la Seine et sur son modèle réduit.

Les conséquences pratiques et théoriques des phénomènes d'indétermination en mécanique des fluides

Les phénomènes si curieux que nous venons de mettre en évidence montrent que la manœuvre rationnelle des vannes d'un barrage mobile permet de provoquer les configurations des filets liquides *les plus favorables à la protection du lit du cours d'eau*, d'une part, et *à la navigation*, d'autre part. Le problème de l'aménagement des cours d'eau doit, en conséquence, tabler sur une notion nouvelle : l'utilisation rationnelle des « conditions initiales » du phénomène hydraulique.

Cette technique nouvelle des barrages prend, d'ailleurs, pour base l'étude préliminaire d'un *modèle réduit* de l'ouvrage.

Les photographies ci-jointes (fig. 5 et 6) montrent les « effets Camichel » réalisés au barrage fluvial de Vives-Eaux sur la Seine.

Que des expériences effectuées au laboratoire sur des veines liquides dont le débit ne dépasse pas quelques litres par seconde, permettent de prévoir ce qui se passera dans l'ouvrage réel, qui met en jeu des centaines de mètres cubes, voilà qui permet d'apprécier la valeur de cette « mécanique des fluides » encore dans l'enfance — *puisque'elle n'en est qu'à sa phase expérimentale*.

A l'inverse des phénomènes de la « mécanique rationnelle », dont la gravitation interaérale constitue la plus belle illustration, l'écoulement des fluides défie pour l'instant, dans l'immense majorité des cas, les équations du mathématicien.

Ce qui n'est pas moins admirable, c'est que les expériences hydrauliques révèlent, visibles à l'œil nu, des phénomènes d'*indétermination* différents de nature mais rigoureusement analogues à ceux que les physiciens modernes (Heisenberg et Schrödinger) ont *déduits* des spectres lumineux qu'émettent les atomes (1). La circulation d'un *électron* sur l'*orbite* qu'il parcourt (autour du *noyau* atomique) est soumise au « principe d'indétermination ». En vertu de ce principe (que l'on nomme encore d'« incertitude »), le physicien se trouve impuissant à déterminer la position de l'électron sur sa trajectoire *entre certaines limites données*. C'est la même *impuissance de prévision mathématique* qui apparaît dans le phénomène d'écoulement de la veine centrale de notre barrage, ou des veines symétriques conjuguées. L'hydraulicien ne peut *prévoir* leur « orientation ».

Si nous pouvions pousser ici plus avant le parallèle de l'« indétermination hydraulique » et de l'« indétermination atomique », nous montrerions que la formule d'Heisenberg, elle non plus, n'est pas « commutative » quant à l'ordre des facteurs mis en jeu. On dirait que la circulation intraatomique passe par des vannes dont l'*ordre d'ouverture* n'est pas indifférent. Nous préférons insister, pour terminer, sur une remarque plus immédiatement féconde.

Qui dit « indétermination » dit « hasard ». C'est bien en faisant appel à lui (par le calcul *statistique* des probabilités) que la mécanique atomique moderne a pu tirer parti de son « principe d'indétermination ». Mais le « hasard » mis en évidence par l'indétermination hydraulique est beaucoup plus précis dans son défi au mathématicien. Il ne s'agit plus, en l'espèce, d'opérer « statistiquement » sur un *grand nombre d'opérations* ; il est évi-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 235, page 18.

dent qu'en recommençant dix mille fois l'expérience d'écoulement de la veine centrale dans un ouvrage parfaitement symétrique, le physicien constatera le même « nombre moyen » de déflexions spontanées à droite et de déflexions à gauche. Mais en quoi cette constatation pourrait-elle servir l'ingénieur des Ponts et Chaussées ? Ce qui intéresse l'ingénieur, c'est de pouvoir diriger ce jeu de « pile ou face ». Et c'est juste-

transposer par la pensée dans beaucoup d'autres phénomènes, la « cristallisation » d'une solution saline (1), par exemple.

Les réactions chimiques représentent également des effets analogues. On sait que certaines réactions sont *dirigées* (c'est-à-dire « accélérées » ou « retardées ») par l'action de corps « catalyseurs ». Mais les catalyseurs n'interviennent dans les réactions que *par leur présence* — exactement encore

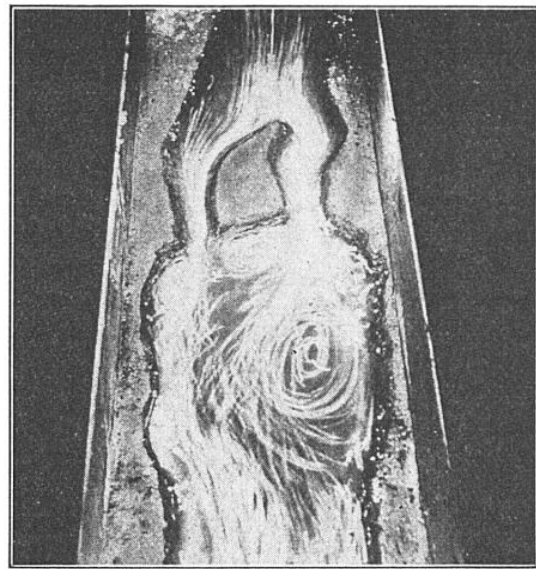
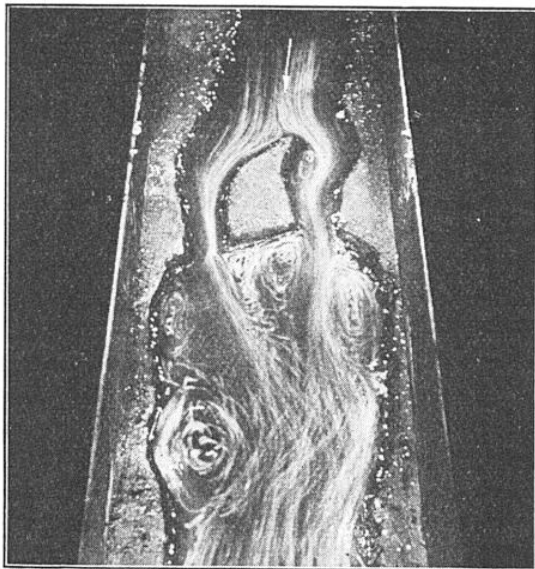


FIG. 9. — VOICI UN PHÉNOMÈNE DE « NON COMMUTATIVITÉ » APPARAISSANT DANS LE LIT D'UNE RIVIÈRE QUELCONQUE, DE FORME « DISSYMMÉTRIQUE »

Le cours d'eau ci-dessus est divisé par une île en deux passes. Suivant que l'une ou l'autre des deux passes a été obstruée momentanément; suivant qu'une crue passagère a modifié le régime du courant (par l'effet d'un obstacle rencontré cependant hors des rives normales), les deux veines liquides donnent un courant résultant qui peut présenter l'un ou l'autre des deux aspects ci-dessus. On conçoit que, pour la bonne conservation des rives du cours d'eau (affouillements, érosions, etc.) comme d'ailleurs pour la navigation, les deux configurations des courants ne sont pas indifférentes.

ment ce que lui permet de faire la tige Camichel, agissant comme un *déclat*.

Le fil, la tige jouent ainsi le rôle des aiguilles des voies ferrées, dans le cas où l'aiguilleur ne serait pas prévenu de l'ordre d'arrivée des trains. Dans cette hypothèse, l'aiguilleur doit être prêt à manœuvrer son aiguille de toutes les manières possibles. Son intelligence doit être préparée à répondre du tac au tac au dieu hasard — tandis que la statistique classique se contente d'enregistrer aveuglément la loi du dieu, la fameuse « loi des grands nombres ».

Ceci dit, les conséquences en sont immenses. Contentons-nous de les esquisser.

Ce rôle d'aiguilleur d'une veine liquide que joue la tige directrice, nous pouvons le

comme le jonc de M. Camichel, qui déclenche la décision d'une veine liquide trois cents fois plus grosse qu'elle, sans participer à son mouvement qui, d'ailleurs, l'emporterait comme un fétu.

Que les mathématiciens découvrent le moyen d'utiliser le hasard ainsi conçu, à la façon d'un aiguilleur jouant « coup par coup » et, par conséquent, d'une manière « irréversible » « non commutative », incapable de retour en arrière — et nous croyons que le fameux « principe d'indétermination » peut devenir le point de départ d'une mécanique physico-chimique et même, probablement, biologique, d'une extraordinaire fécondité.

JEAN LABADIÉ.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 448.

QUE SAVONS-NOUS DE NOTRE GALAXIE ?

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Le grand astronome anglais William Herschel a émis le premier, en 1785, l'hypothèse — confirmée depuis par toutes les observations — que l'ensemble des étoiles qui entourent le système solaire, et qui dessinent pour nous la Voie lactée, constituait une nébuleuse spirale analogue à ces condensations lointaines, aux formes caractéristiques, que l'exploration du ciel nous a révélées par milliers et qui représentent autant de « mondes » autonomes de dimensions comparables à celles de notre Galaxie. Pour cette dernière, il faut reconnaître, à la vérité, que les estimations ont toujours été assez incertaines. On sait que la forme générale de la Galaxie rappelle celle d'une lentille biconvexe, plus épaisse au centre que sur les bords. Pour Herschel, le plus grand diamètre ne dépassait pas 6 000 années-lumière (1). L'Américain Shapley, en 1918, lui en attribuait, au contraire, 260 000. On revient aujourd'hui, avec le savant canadien Plaskett, à des chiffres relativement plus modestes : 100 000 années-lumière pour le diamètre, 16 000 pour l'épaisseur. Il convient en effet, dans l'évaluation de la distance des étoiles, de tenir compte de la présence dans l'espace interstellaire d'une véritable « atmosphère » galactique, constituée par de la matière extraordinairement diluée capable d'absorber une partie du rayonnement qui nous vient des étoiles et de les faire paraître ainsi plus lointaines qu'elles ne sont en réalité. On a reconnu, d'autre part, qu'il fallait laisser en dehors des limites de la Galaxie les amas globulaires, agglomérations de plusieurs milliers d'étoiles qui ne semblent pas prendre part au mouvement général de rotation des nébuleuses. En prenant ces derniers pour repères, on a pu mettre en évidence la très grande complexité de ce mouvement pour notre Galaxie et démontrer l'existence d'une série d'anneaux tournant à des vitesses différentes autour d'un axe commun. Notre Soleil — étoile modeste parmi les plus modestes, puisque la masse totale de la Galaxie a pu être évaluée à 165 milliards de fois la sienne propre — ferait partie de l'anneau principal, à quelque 32 000 années-lumière de l'axe, et effectuerait une rotation complète en 225 millions d'années.

L'ENSEMBLE des étoiles qui nous entourent, et dont les plus nombreuses se serrent le long de la Voie lactée, a reçu, pour cette raison, le nom de Galaxie. Après avoir longtemps imaginé que tous ces points lumineux étaient enchâssés sur la voûte céleste, les astronomes, découvrant sans cesse de nouveaux astres à mesure que leurs lunettes devenaient plus puissantes, se mirent à penser que le monde des étoiles s'étendait indéfiniment ; une étude plus attentive les convainquit que ces deux hypothèses sont également fausses, et que la Galaxie ne s'étend pas sans limites. Dès lors, il s'agissait de déterminer sa forme et ses dimensions.

(1) L'année-lumière, unité de longueur astronomique, représente l'espace parcouru par la lumière qui se propage à raison de 300 000 km/s en un an, soit environ 10 millions de millions de km.

Sur ce dernier point, les évaluations données par les astronomes ont grandement varié ; mais elles n'ont pas varié au hasard. Après avoir été longtemps en croissant, les

dimensions attribuées à la Galaxie subissent à présent une diminution dont les chiffres du tableau page ci-contre pourront nous donner une idée.

L'ampleur et la régularité de ce double mouvement font présumer qu'il n'est pas dû à un simple hasard. Il procède, en effet, d'une double cause. D'abord, à mesure qu'on découvrait des condensations plus lointaines, on tendait à les agréger au domaine de la Galaxie, mais les études ultérieures amenèrent à penser qu'elles en sont réellement indépendantes. En second lieu, l'existence, de plus en plus probable, de nuages cosmiques absorbants entre les



SIR WILLIAM HERSCHEL
Astronome et physicien anglais
(1738-1822)

étoiles nous a conduit à réviser, en les abaissant, les évaluations des distances stellaires. Ce sont les étapes de cette double évolution que je voudrais marquer dans cet article.

La Galaxie, nébuleuse spirale

La représentation que nous nous donnons actuellement de notre univers stellaire procède, on peut l'affirmer, de l'intuition géniale du grand William Herschel. Après avoir longuement étudié la Voie lactée, ce long ruban d'étoiles qui encercle notre globe, Herschel, installé au sommet de son grand télescope de Slough, porta ses yeux au delà et découvrit que l'espace contenait des milliers de condensations toutes pareilles, dont chacune est formée de filaments nébuleux, réductibles eux-mêmes en un fourmillement d'étoiles, et enroulés autour d'un axe commun. Cet aspect est particulièrement marqué dans les nébuleuses spirales les plus rapprochées de nous, qui sont par suite les plus visibles, entre autres par celles d'Andromède, des Chiens de Chasse et de la Grande Ourse, que nous savons aujourd'hui être séparées de nous respectivement par 900 000, 1 100 000 et 1 600 000 années-lumière. Ainsi Herschel eut-il l'intuition que notre Galaxie était, elle aussi, une de ces nébuleuses spirales, vue de l'intérieur, et que la Voie lactée n'était que la projection, sur la voûte fictive du firmament, de son principal filament nébuleux.

Depuis lors, toutes les observations ont confirmé la justesse de cette hypothèse. En particulier, l'analogie devient chaque jour plus évidente entre notre Galaxie et la splendide nébuleuse d'Andromède, que nous connaissons de mieux en mieux grâce aux grands télescopes américains ; s'il existe des astronomes dans ce monde lointain, il est probable que les photographies qu'ils obtiennent du nôtre ressemblent, en un peu plus grand, à celles que nous tirons du leur. D'ailleurs, Hubble a montré que, comme la Galaxie, la nébuleuse d'Andromède contient des étoiles appartenant aux types définis par la classification d'Harvard, des nuées stellaires, des nébuleuses brillantes et sombres, des céphéides, des étoiles géantes et

supergéantes, des Novæ, et qu'enfin leur pourtour est bordé par des amas globulaires.

L'évaluation des distances et le nuage cosmique

Pour établir un plan en relief de la Galaxie, il suffirait, évidemment, de mesurer les distances de chacun des astres qui la constituent, puisque la direction de ces astres est définie très exactement par leurs coordonnées astronomiques. J'ai besoin de rappeler, très rapidement, les méthodes qui peuvent être mises en œuvre pour cette évaluation :

1° La mesure géométrique des parallaxes, parfaitement sûre dans son principe, consiste à viser la position de l'étoile des deux extrémités de l'orbite terrestre ; mais elle ne donne de résultats que pour les étoiles les plus rapprochées (moins distantes que 20 années-lumière) ; elle a, du moins, l'avantage de fournir des repères et de permettre la vérification des autres méthodes.

2° La méthode de W. S. Adams repose sur la comparaison des intensités de certaines raies spec-

trales ; de cette comparaison, on déduit la *grandeur absolue* de l'étoile, c'est-à-dire celle qu'elle paraîtrait avoir, si elle était placée à une distance prise pour unité ; du rapport entre cette grandeur absolue et la grandeur réelle, mesurée effectivement d'après son éclat, on déduit simplement la distance de l'astre, en admettant que les éclaircissements varient en raison inverse du carré des distances. Cette méthode excellente a été appliquée à plus de 3 000 étoiles, dont plusieurs très lointaines, et on admettait jusqu'ici que l'erreur commise ne dépassait pas 20 %.

3° L'observation des étoiles variables Céphéides a permis à Miss Leavitt et à Hershprung de relier la période pulsatoire de chacune de ces étoiles à sa grandeur absolue qui, comparée comme tout à l'heure à sa grandeur réelle, détermine sa distance ; mais, là encore, on utilise la loi de l'inverse carré des distances, qui présuppose l'absence de tout milieu absorbant interstellaire. Cette méthode a pu être appliquée avec succès aux groupements stellaires les plus lointains, par exemple à la Petite Nuée de

Année	Auteur	Diamètre	Epaisseur
		(en années-lumière)	
1785	William Herschel...	6 000	1 000
1910	Seeliger.....	23 000	6 000
1915	Kapteyn.....	55 000	11 000
1918	Shapley.....	260 000	16 000
1923	Wilson.....	195 000	12 000
1931	Geradimovic.....	156 000	9 600
1935	Plaskett.....	100 000	4 000
			(au bord) 16 000
			(au centre)

VOICI QUELQUES ESTIMATIONS CONCERNANT
LES DIMENSIONS DE NOTRE GALAXIE

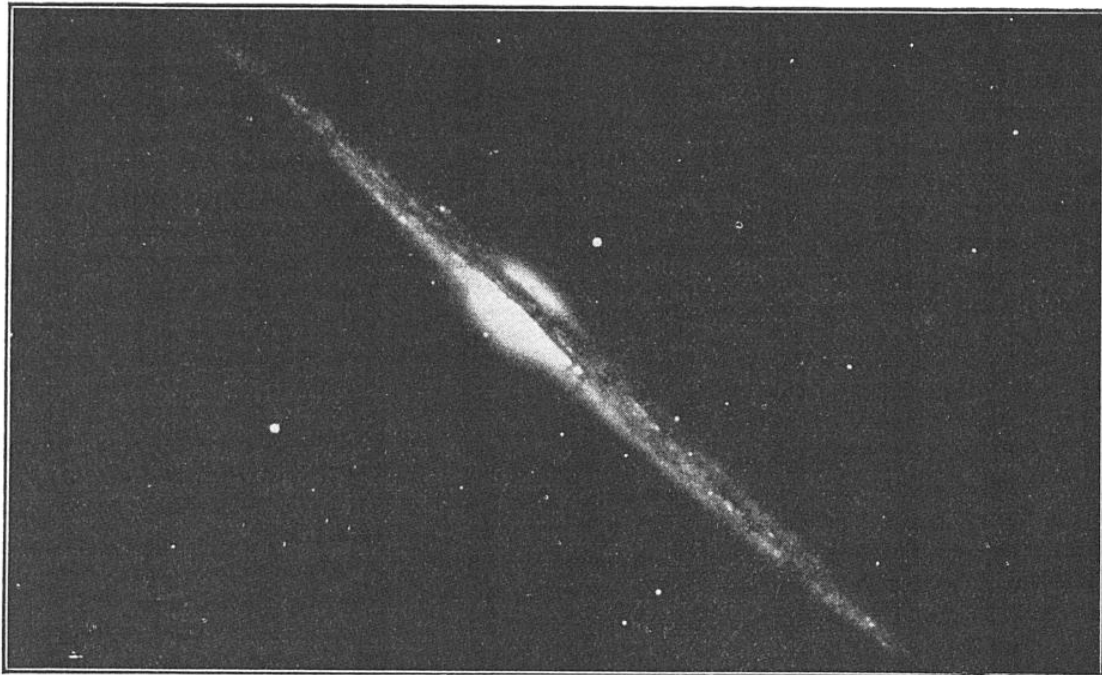


FIG. 1. — LA NÉBULEUSE SPIRALE H.V.-24, DANS LA CONSTELLATION DE LA CHEVELURE DE BÉRÉNICE, SE PRÉSENTE A NOUS PRESQUE EXACTEMENT PAR LA TRANCHE



FIG. 2. — PARTIE CENTRALE TRÈS AGRANDIE DE LA NÉBULEUSE SPIRALE MESSIER-101 DE LA CONSTELLATION DE LA GRANDE OURSE, DONT LE PLAN DE ROTATION EST PRESQUE A ANGLE DROIT AVEC LA LIGNE DE VISÉE, D'OU AUCUNE DÉFORMATION PERSPECTIVE

Magellan, pour laquelle elle a donné 60 000 années-lumière, et à divers amas globulaires, qui se sont vu attribuer des valeurs comprises entre 20 000 et 220 000 années-lumière.

A mesure que ces méthodes se développaient, donnant des nombres de plus en plus élevés, on avait été conduit à éloigner les limites de la Galaxie. Le mouvement de

ce milieu absorbant existe. Depuis longtemps on connaissait l'existence de nébuleuses galactiques, les unes lumineuses, les autres sombres et opaques, qui prouvent l'existence de matière diffuse dans des régions très limitées du firmament ; la plus grande, et la mieux étudiée, est celle qui couvre, presque en totalité, la belle constellation d'Orion. Mais, en dehors de ces nébu-

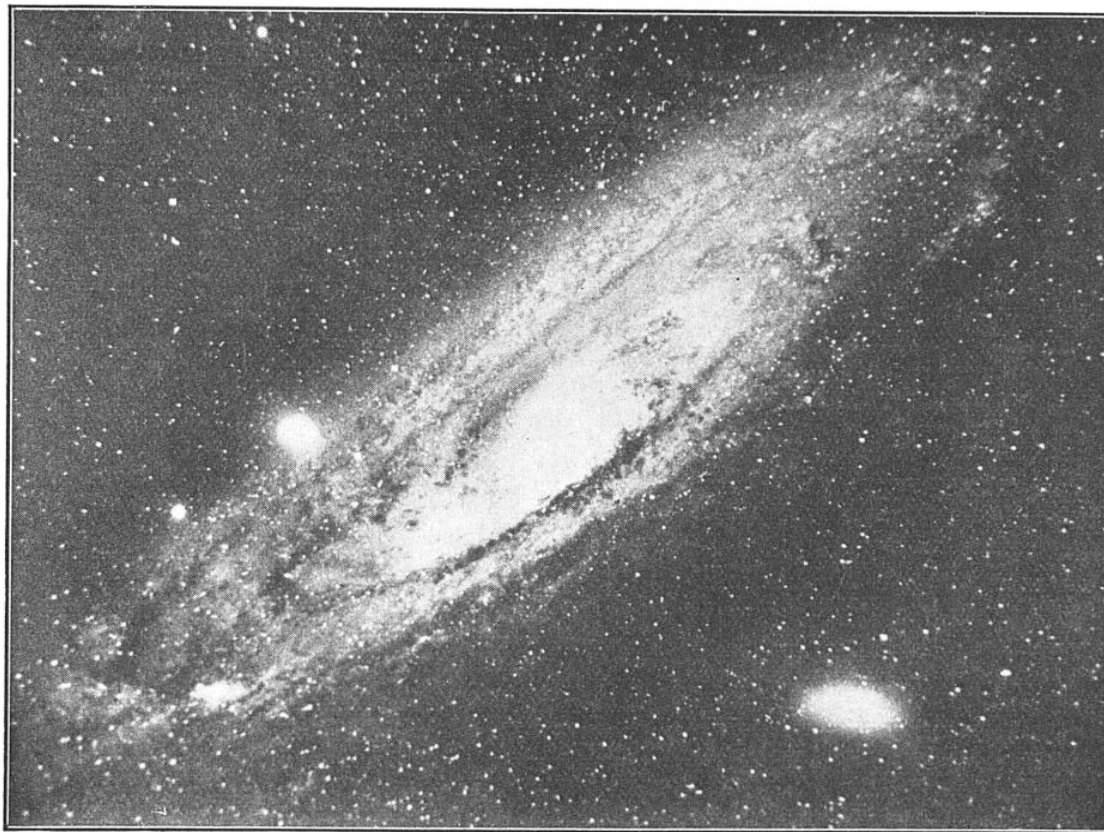


FIG. 3. — LA GRANDE NÉBULEUSE SPIRALE D'ANDROMÈDE, SITUÉE A UNE DISTANCE D'ENVIRON 900 000 ANNÉES-LUMIÈRE ET DONT LE DIAMÈTRE PEUT ÊTRE ESTIMÉ A 45 000 ANNÉES-LUMIÈRE, PRÉSENTE UNE ANALOGIE ÉVIDENTE, DANS SA CONSTITUTION, AVEC NOTRE GALAXIE

réaction s'amorça, vers 1920, pour s'accélérer à partir de 1930 ; l'attention commença alors à se porter sur l'existence possible, et qui devint de plus en plus probable, d'un nuage interstellaire absorbant la lumière qui nous arrive des astres ; si cette absorption existe, elle doit modifier profondément la relation admise entre les grandeurs absolues, les grandeurs réelles et les distances, et diminuer les valeurs obtenues, pour ce dernier facteur, par les deux dernières méthodes que j'ai énumérées.

Tout revient donc à savoir si, oui ou non,

losités visibles, il doit exister, dans tout l'espace, une matière extrêmement diffuse. Déjà, en 1923, l'astronome canadien J.-S. Plaskett avait remarqué que les raies obscures du calcium et du sodium d'un certain nombre d'étoiles n'étaient pas déplacées par l'effet Doppler-Fizeau, ce qui prouvait qu'elles étaient dues à l'absorption par un nuage cosmique qui ne suivait pas l'étoile dans son mouvement ; ce milieu absorbant était donc tout autre chose qu'une atmosphère attachée à l'étoile et voyageant avec elle.

Plus probantes encore sont les observa-

tions d'Otto Struve sur la constellation de Persée ; ce magnifique ensemble stellaire, un des plus brillants du firmament, se compose en réalité de deux groupes que la perspective superpose dans la même région du ciel ; le premier, formé par les étoiles les plus brillantes, est à une distance de notre globe qu'on peut évaluer, en moyenne, à 1 000 années-lumière ; les étoiles du second groupe sont peut-être dix fois plus lointaines et, pour cette raison, nous paraissent moins lumineuses. Or, en comparant les raies

rayonnement complexe qui nous arrive des étoiles. La pression de cette atmosphère galactique doit être très inférieure à celle des meilleurs vides qu'on sache réaliser ; on en donnera une idée en disant qu'à l'intérieur de la nébuleuse d'Orion, elle est sûrement inférieure à un ou deux cent-millièmes de millimètre ; elle doit être encore des centaines, et peut-être des milliers de fois plus faible dans l'espace général inter-stellaire ; n'empêche que l'immensité du chemin parcouru par la lumière compense la

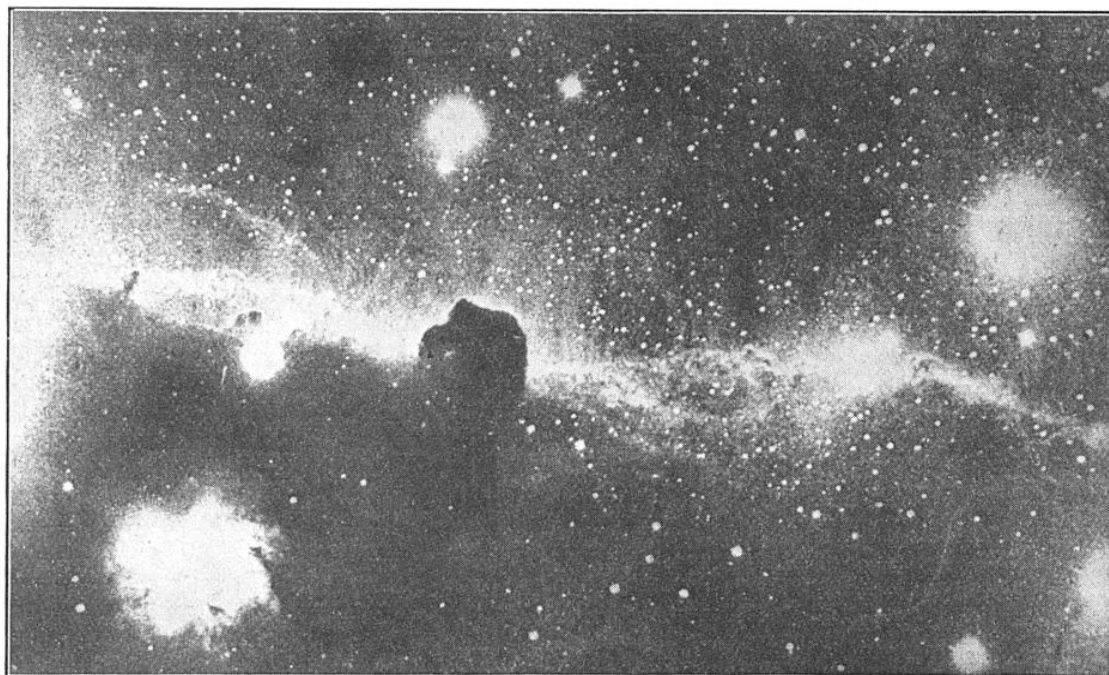


FIG. 4. — PHOTOGRAPHIE D'UNE NÉBULEUSE OBSCURE DANS LA CONSTELLATION D'ORION

sombres du calcium dans ces deux groupes, Struve a constaté qu'elles étaient beaucoup plus marquées dans le second que dans le premier, ce qui ne peut s'expliquer que par la présence d'un nuage, invisible mais absorbant, de vapeurs de calcium dans l'espace qui sépare ces deux groupes stellaires ; et si le calcium seul est mis en évidence, cela ne prouve pas qu'il existe seul, mais tient à des raisons qui ont été expliquées par le physicien hindou Meg Nad Saha.

Ces observations, poursuivies et généralisées par Trumpler, Van de Kamp, Stebbins... ont établi, avec une probabilité voisine de la certitude, l'existence d'une « atmosphère galactique » extraordinairement diluée, suffisante pour absorber, non seulement quelques radiations séparées, mais l'ensemble du

raréfaction, et que l'absorption ne doit pas être considérée comme négligeable. Le principe est donc admis par la plupart des astronomes, mais les avis diffèrent sur la grandeur de cette absorption et sur la réduction corrélative des évaluations de distance. D'ailleurs, il est probable que le milieu absorbant n'est pas réparti uniformément dans la Galaxie, et cette difficulté vient encore compliquer le problème.

Les amas globulaires, sentinelles de la Galaxie

S'il est, dans le ciel, une formation curieuse, c'est assurément celle des amas globulaires. On désigne sous ce nom des agglomérations d'étoiles, serrées dans un petit coin du ciel (d'une minute à un demi-

degré d'ouverture), et dont l'ensemble est d'autant plus dense qu'on vise une région plus rapprochée du centre commun ; dans les admirables photographies publiées par l'observatoire du Mont Wilson, ils apparaissent comme un essaim d'abeilles au moment de sa migration ; le nombre d'étoiles compris dans chaque amas varie entre quelques milliers et plusieurs centaines de mille, pour le gros amas d'Hereule, le plus important de tous ; mais on peut admettre que

nébuleuse d'Andromède et de plusieurs autres nébuleuses spirales, ce qui prouve qu'il s'agit là d'une formation très générale.

J'ai dit tout à l'heure que la distance des amas, mesurée par la méthode des Céphéides, variait apparemment dans de larges limites ; il en résulterait que ces formations sont réparties sur un orbe très allongé ; depuis lors, les modifications effectuées par Stebbins, en tenant compte de l'absorption de la lumière, ont conduit



(Photographie de l'observatoire du Mont Wilson.)

FIG. 5. — NÉBULEUSE SPIRALE DES CHIENS DE CHASSE, SITUÉE A UNE DISTANCE DE LA TERRE SUPÉRIEURE A 1 MILLION D'ANNÉES-LUMIÈRE

l'amas moyen compte 40 000 étoiles, et que ses dimensions sont voisines de 400 années-lumière ; il en résulte que les étoiles des amas sont 5 à 600 fois plus serrées que dans la région de la Galaxie que nous habitons ; et, de plus, les étoiles qui les constituent sont, en général, plus grosses, de telle sorte que s'il existe des habitants dans ces sous-Univers globulaires, ils doivent contempler un firmament d'une éblouissante beauté.

Ces formations sont, en somme, assez rares dans le ciel : on en compte moins d'une centaine, distribuées non pas rigoureusement dans le plan galactique (qui est le plan de symétrie de notre nébuleuse), mais de part et d'autre dans le voisinage de ce plan. Mais on retrouve des agglomérations toutes pareilles sur le rebord de la

à attribuer aux amas une distribution plus voisine de la forme circulaire, le diamètre de cette circonférence étant voisin de 150 000 années-lumière ; mais la Terre, et avec elle tout le système solaire, sont loin d'occuper le centre de cette circonférence ; ils en sont éloignés d'environ 35 000 années ; ceci nous donne une première raison de soupçonner que, tout en étant plongés profondément dans la Galaxie, nous n'en occupons pas le centre ; ce serait d'ailleurs un prodigieux hasard que le Soleil, modeste étoile parmi des milliards d'astres, occupât précisément cette position privilégiée.

Le problème qui préoccupe surtout les astronomes, depuis qu'ils étudient les amas globulaires, est de savoir s'ils font partie de la Galaxie ou s'ils en sont indépendants.

Ceci n'est pas une question de définition et de pure forme ; l'unité de la Galaxie est constituée par le mouvement giratoire qui anime tous les éléments, et on est en droit de se demander si les amas participent, ou non, à ce mouvement..

Une réponse ferme ne saurait être donnée à cette question, car on manque de repères, et la rotation est trop lente pour être observée ; on lui a donné cependant, et faute de mieux, des solutions de sentiment, suivant

concept, assurément hypothétique, présente cependant un double intérêt : en premier lieu, il contribue à diminuer les dimensions de la Galaxie, puisqu'il en retranche les amas, qu'on y rattachait naguère. Et, de plus, il sert de base à de nouvelles méthodes, très différentes de celles qui avaient été mises en œuvre jusqu'ici pour étudier la structure de notre Univers ; ces méthodes, fondées sur l'observation des vitesses, ont été proposées dès 1925 par Lindblad et

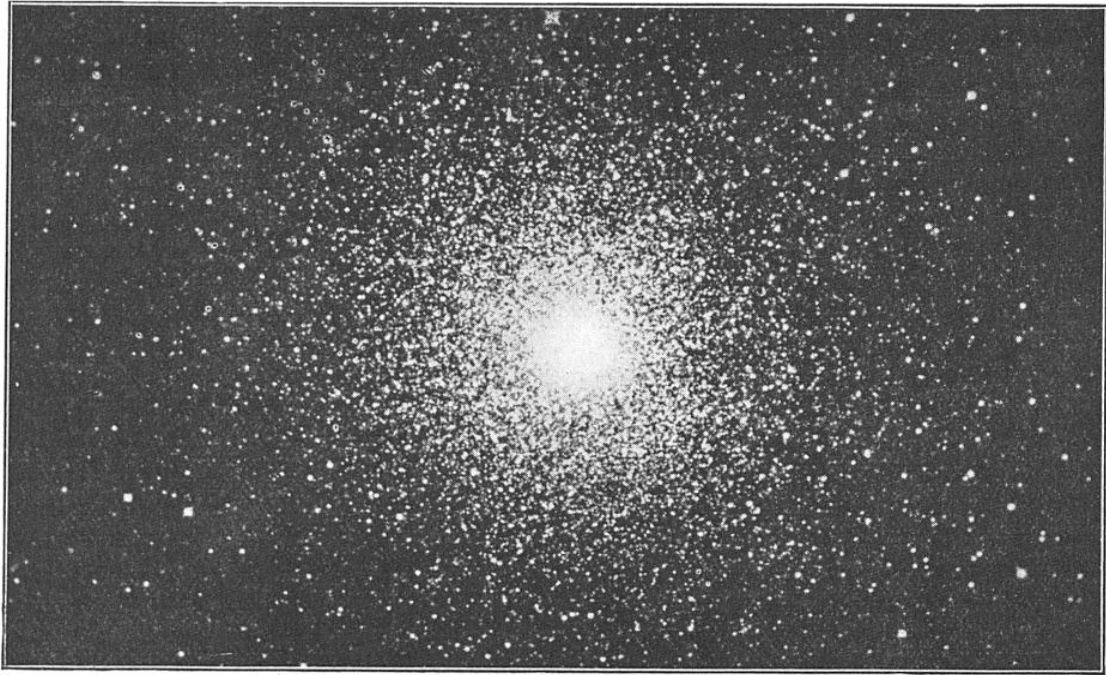


FIG. 6. — L'AMAS GLOBULAIRE MESSIER-13 DANS LA CONSTELLATION D'HERCULE

Sur un agrandissement positif du cliché original pris à l'observatoire du Mont Wilson, on a pu compter 40 520 étoiles, ce qui reste encore très loin du chiffre réel estimé à plusieurs centaines de mille.

l'idée qu'on se formait de la genèse de ces grands tourbillons nébuleux ; après avoir considéré jadis les amas comme des dépendances de la Galaxie, on est porté à y voir aujourd'hui, sinon des systèmes indépendants, du moins des trainards, participant peu ou point au mouvement général : aux temps où une condensation locale commençait à se dessiner à l'intérieur de la matière cosmique qui, primitivement, remplissait tout l'espace, des lambeaux de cette matière, trop éloignés du centre attractif en formation, furent laissés pour compte dans la formation du tourbillon ; ils formèrent donc sur place des Univers réduits qui, d'abord bulles gazeuses sphériques, se condensèrent peu à peu en Soleils. Ce

développées principalement par Oort ; il nous reste maintenant à en indiquer le principe.

Les vitesses stellaires

Je rappelle d'abord que les deux composantes de la vitesse, *par rapport à nous*, sont en principe accessibles à la mesure :

1° *La vitesse radiale*, c'est-à-dire mesurée dans la direction qui va de la Terre à l'étoile, peut être estimée, grâce à l'effet Doppler-Fizeau, par le déplacement des raies spectrales, vers le rouge si l'étoile s'éloigne, vers le violet si elle se rapproche ; ces mesures, amenées aujourd'hui à une extrême précision, sont applicables à tous les constituants de notre Univers ; la connaissance des vitesses radiales demeure donc

notre plus précieux moyen d'information ;

2° *La vitesse tangentielle*, comptée perpendiculairement au rayon visuel, peut être mesurée par le déplacement de l'étoile sur la sphère céleste, à condition qu'on connaisse la distance de cette étoile : la comparaison de deux photographies d'une même région du ciel, prise à plusieurs années d'intervalle, permet de déterminer ces déplacements apparents ; mais la méthode est d'autant moins précise qu'on l'applique à des étoiles plus éloignées, et finalement on ne connaît les vitesses tangentielles que pour les astres voisins de notre globe : Turner, ayant comparé deux clichés, pris à Oxford à quinze années d'intervalle, n'a compté que 268 étoiles, sur 10 000, ayant subi des déplacements apparents mesurables.

En composant, suivant la règle du parallélogramme, la vitesse radiale et la vitesse tangentielle, on obtiendra, en grandeur et en direction, la vitesse de l'étoile par rapport à notre globe ; mais comme celui-ci est, lui-même, entraîné dans le mouvement général de la Galaxie, il a paru nécessaire de rapporter ces vitesses à un repère aussi immuable que possible ; on a choisi, à cet effet, les amas globulaires, puisque, considérés aujourd'hui comme des trainards ou même comme des formations séparées, ils ne participent que peu, ou pas du tout, au mouvement de rotation.

Ayant ainsi procédé, Oort a pu évaluer la vitesse de notre Soleil comme égale à 275 km par seconde ; la direction de cette vitesse marque l'*apex*, c'est-à-dire le point du firmament vers lequel se dirige actuellement le système solaire ; ce point serait placé dans la constellation de la Lyre, près de la magnifique étoile Wéga. D'autre part, on a de bonnes raisons de penser que le Soleil décrit, dans cette rotation, une trajectoire à peu près circulaire, de telle sorte que le centre de la Galaxie doit se trouver dans la direction perpendiculaire à cette trajectoire, c'est-à-dire à la vitesse qui lui est tangente ; cette direction est celle où s'allume, dans le ciel, la constellation zodiacale du Sagittaire.

Si maintenant on passe en revue toutes les vitesses dont on a pu obtenir la valeur et la direction, on s'aperçoit que les choses ne sont pas aussi simples qu'on l'avait d'abord imaginé, et qu'elles ne peuvent pas s'expliquer par une rotation d'ensemble de la Galaxie, tournant d'un seul bloc comme un corps solide ; déjà Kapteyn avait établi l'existence de courants d'étoiles, et il semble bien que notre univers soit constitué

par un certain nombre d'anneaux, tournant chacun avec une vitesse différente autour de l'axe commun ; le Soleil, l'ensemble de la Voie lactée et la grande majorité des étoiles font partie de l'anneau principal, dont la vitesse est la plus rapide.

C'est à cet anneau principal que Lindblad et Oort ont appliqué les calculs de la mécanique céleste, en écrivant que la force centrifuge équilibre à chaque instant l'attraction produite par les masses intérieures ; les résultats obtenus confirment et précisent ceux qui avaient été atteints par des voies toutes différentes. Je me contenterai d'indiquer ceux qui précisent la place du Soleil : elle serait un peu en dehors du plan de symétrie galactique, et à quelque 32 000 années-lumière du centre ; sa rotation complète doit exiger 225 millions d'années.

Enfin, les formules permettent d'atteindre la masse totale de la Galaxie, qui équivaudrait à celle de 165 milliards de soleils pareils au nôtre. Cette évaluation paraît, de prime abord, très exagérée, mais il ne faut pas oublier qu'elle comprend, outre les astres visibles, les étoiles éteintes et aussi l'atmosphère galactique dont j'ai signalé tout à l'heure le rôle absorbant ; d'après certaines estimations, évidemment incertaines, sur ces 165 milliards, 100 reviendraient à l'atmosphère galactique qui rachète ainsi son extrême ténuité par sa formidable étendue.

Pour conclure et résumer tout ceci, j'emprunterai quelques lignes à un des savants les plus compétents en cette matière, l'astronome J.-S. Plaskett : « La caractéristique principale de la Galaxie est le grand disque aplati des étoiles, comprenant probablement plus de 90 % de la masse du système ; maintenu sous sa forme aplatie par la rotation, ce disque est intensément condensé dans le plan galactique et il est approximativement circulaire de contour avec un diamètre effectif de 100 000 années-lumière. Tandis que la densité décroît rapidement, à cette limite se trouvent disséminées des étoiles variables et d'autres de grande vitesse, s'étendant peut-être à 16 000 années-lumière au delà de la frontière effective. Des étoiles analogues de grande vitesse, et aussi des amas globulaires s'étendent sur l'un et l'autre côté du plan central, à 32 000 années-lumière, ou davantage. » Ce tableau, encore bien imprécis, confirme en tout cas l'hypothèse du grand Herschel : la Galaxie est une doublure, légèrement agrandie, de la nébuleuse d'Andromède.

L. HOULLEVIGUE.

COMMENT LES RAYONS X RÉVÈLENT ET CONTROLONT LA STRUCTURE DE LA MATIÈRE

Par Victor JOUGLA

Les ondes-pilotes, associées par Louis de Broglie (1) aux électrons en mouvement dans sa théorie remarquable de la mécanique ondulatoire — qui lui a valu le prix Nobel de Physique en 1929, — ont déjà engendré une méthode d'analyse de la matière extrêmement précise que nul examen microscopique, nul traitement chimique ne sauraient encore concurrencer (2). Toutefois, l'étude des particularités de surface des matériaux (capitale d'ailleurs en ce qui concerne le frottement), seule autorisée par l'analyse électronique, ne peut suffire, par exemple, à la construction aéronautique qui exige d'être également renseignée sur la structure intime de la matière (avant et après traitements thermiques entre autres) et sur les défauts de montage (soudures notamment). Pour cela, l'on fait appel aux rayons X, capables de franchir la barrière de surface à laquelle se heurtent les électrons et de pénétrer à une profondeur de quelque 10 cm dans une plaque d'acier, grâce aux tensions élevées (500 000 V) que l'on sait maintenant réaliser et utiliser, comme aussi aux grandes puissances des tubes cathodiques modernes (40 kW alors qu'il y a cinq ans seulement on ne dépassait pas 2 kW). Mais, voici mieux encore : une source radioactive de quelques milligrammes de radium-élément, facile à installer en des points souvent peu accessibles (fonds de cylindre, etc.), fournit un rayonnement dont la pénétration atteint 20 cm d'acier. Mais la technique des rayons X ne s'applique pas exclusivement à la recherche des accidents grossiers de la structure des masses (soufflures, pailles, etc.) ; elle permet encore de reconstituer des molécules les plus complexes, dans leur forme géométrique, avec la position des atomes aux points caractéristiques de l'espace moléculaire. Les travaux des physiciens Laue en Allemagne, Maurice de Broglie en France, William Bragg en Angleterre, Debye et Scherrer en Hollande, sur la diffraction des rayons X, — soit par transparence à travers les cristaux, soit par réflexion, — permettent aujourd'hui aussi bien de déceler les hétérogénéités résultant des traitements thermiques, tels que les recuits des métaux après laminage, que de vérifier la texture des alliages. Ainsi ont pu être activement poussées les études sur les isolants électriques, les fibres textiles, le caoutchouc. La grande puissance des rayonnements X autorise, en outre, la photographie rapide, et même la cinématographie des diagrammes caractéristiques des cristaux soumis à l'examen. Ce nouveau chapitre de la physique donne au savant la possibilité de suivre, au fur et à mesure de leur production, toutes les modifications essentielles de la structure de la matière.

LORSQU'EN 1924, dans sa thèse célèbre, M. Louis de Broglie « associait » à tout corpuscule en mouvement une « onde-pilote » dont l'existence se bornait à un « artifice de calcul », nul n'osait espérer que cette onde, purement symbolique, viendrait un jour se refléter utilement (plus exactement se « diffracter ») sur les faces des pièces métalliques, sur les « films » de lubrifiants ou de vernis, que les industriels font étudier quotidiennement, par ces procédés, avant de les adopter. Cependant, nos lecteurs ont pu admirer comment les électrons « pilotés » par les ondes de Louis de Broglie se sont pliés à ce miracle d'analyser la matière avec une précision que nul exa-

men microscopique, nul traitement chimique ne sauraient concurrencer. M. J.-J. Trillat nous a présenté avec le maximum de clarté l'appareillage et les méthodes de l'analyse électronique (1).

Il me revient aujourd'hui de compléter cette vision merveilleuse de la structure de la matière disséquée en ses ultimes éléments, les molécules et les atomes, en décrivant un autre appareillage, une autre méthode qui mettent en jeu, pour atteindre les mêmes buts, non plus les ondes irréfutables des « rayons d'électrons », mais les ondes réelles des classiques « rayons X » (2).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 235, page 32.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 191, page 369.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 235, page 32.

(2) D'ailleurs, si la mécanique ondulatoire associe des ondes pilotes aux corpuscules, elle associe inversement des corpuscules aux ondes lumineuses : ces corpuscules sont les « photons ». En sorte que les

Ce nouvel exposé ne fait pas le moindre double emploi avec le précédent, ainsi que nous l'allons voir.

Ce n'est pas, d'ailleurs, un laboratoire de physique pure où nous allons pénétrer, mais le laboratoire de « radiométallographie » récemment installé dans les services techniques de notre ministère de l'Air sous la direction de M. Fournier, laboratoire que M. J.-J. Trillat citait justement, à la fin de son étude, comme « l'une des plus belles installations du monde ».

Les rayons X pénètrent la matière que les électrons peuvent seulement effleurer

Nous ne reviendrons pas, bien entendu, sur les « analyses électroniques » auquel ce laboratoire procède, lui aussi. La « mécanique ondulatoire » appliquée à Issy-les-Moulineaux ne diffère pas de celle qu'on met en œuvre à la Faculté des Sciences de Besançon, nous ne pourrions que répéter ce qui a été déjà dit.

L'analyse des matériaux de la construction aéronautique ne saurait se contenter de la méthode électronique, car les « rayons d'électrons » ne pénétrant pas bien avant dans la matière, les électrons ne peuvent qu'analyser, *par réflexion*, les particularités de surface, particularités d'une importance capitale, il est vrai, pour les *frottements* que s'imposent mutuellement les pistons et leurs cylindres, les axes et leurs coussinets. Si la matière étudiée est le lubrifiant destiné à neutraliser ce frottement, ou encore le vernis dont s'enduisent les cellules d'avions pour lutter, elles aussi, contre le frottement de l'air, un faisceau d'électrons peut bien, à la rigueur, traverser un « film » très mince d'huile, mais là se borne le pouvoir de l'analyse électronique.

Or, il y a les pièces d'acier spécial, d'alliages légers, de bois contreplaqués, avec leurs *soudures* et leurs *collages*. L'ingénieur est en droit d'exiger du physicien qu'il lui montre, d'abord, à une molécule près, la constitution interne profonde de ces matériaux ; qu'il lui révèle les qualités comparées de ces alliages ; le meilleur traitement, thermique ou de forge, à leur faire subir ; ensuite, qu'il le prévienne s'il existe dans la pièce fabriquée une « soufflure », une « paille », véritables germes des ruptures possibles, et qu'il lui montre, enfin, tout défaut éventuel dans le montage, une fois que les pièces

rayons X et leurs « photons », d'une part, et les électrons et leurs « ondes », d'autre part, jouent des rôles rigoureusement complémentaires au laboratoire qui nous occupe.

sont assemblées, définitivement en place pour leur dangereuse carrière aérienne.

Les rayons X vont précisément forcer la barrière de surface qui arrêtaient les électrons et pénétrer au cœur du matériau — jusqu'à 10 cm de profondeur, si on l'exige, pour le plus compact des aciers.

La « radiographie » n'est que la plus rudimentaire des « analyses » par rayons X

Hâtons-nous de dire que la radiographie du type « médical » ne joue qu'un rôle pratiquement important, certes, mais techniquement rudimentaire dans la radiométallographie. L'examen d'une pièce métallique par les rayons X est, avant tout, une question de puissance.

Pour radiographier le corps humain, il suffit d'appliquer, suivant les cas, au tube générateur des rayons X une tension de 40 à 80 000 V et une puissance maximum de l'ordre du kilowatt. Pour transpercer une plaque d'acier de 10 cm, le faisceau X doit utiliser des tensions de 250 000 à 300 000 V, puisque la pénétration des rayons dépend de leur longueur d'onde et que celle-ci est fonction de la tension électrique appliquée au tube.

Mais la tension n'est pas tout, car il faut obtenir pratiquement des *temps de pose* assez courts. Et ceci — qui dépend non plus de la longueur d'onde du faisceau, *mais de son intensité* — exige l'application au tube cathodique d'un courant électrique aussi intense que possible. Un tube cathodique utilisé au laboratoire de l'Air peut travailler à 40 kW de puissance. Il y a cinq ans, la radiométallographie ne mettait pas en jeu des puissances supérieures à 2 kW.

Les radiographies sont obtenues, dans ces conditions, sur émulsions très sensibles, à une cadence qui varie, suivant l'épaisseur de la pièce examinée, de quelques minutes à un quart d'heure environ. Le jeu des ombres et des clairs s'interprète intuitivement sur ces images. Deux radiographies prises suivant deux angles différents sur un même bloc métallique indiquent, par exemple, avec netteté, la position d'une soufflure intérieure. Ainsi, connaissant la forme géométrique de la pièce, il est aisé de déceler ses défauts.

Quand les épaisseurs de matière sont très faibles (radiographie des papiers, des toiles, des tissus, des pneumatiques, par exemple), des tubes à rayons X de 10 000 à 50 000 V sont très suffisants pour rendre des services industriels, — car le progrès en sensibilité

des émulsions photographiques est venu soulager le besoin d'intensité. C'est avec de tels appareils que l'on vérifie les soudures de pièces délicates, les collages, certains ajustages fins.

D'autre part, il existe des installations radiographiques capables de supporter une tension de 500 000 V et qui, montées sur wagonnet, peuvent se déplacer et venir au devant des pièces à examiner. Des appareils de cette espèce circulent, dès maintenant, dans beaucoup de laboratoires directement

s'installer n'importe où, au fond d'un cylindre, d'un trou de vrille, sa pénétration aura raison d'une épaisseur de 20 cm d'acier. *Mais il lui faudra toute la journée pour impressionner une pellicule photographique.* Un film de cinéma pris dans ces conditions demanderait une éternité.

Or, nous le verrons, il est utile (et l'on y parvient) de cinématographier, au rythme de la seconde à peu de chose près, les figures qu'apportent les rayons X traversant une éprouvette de métal que l'on soumet à une

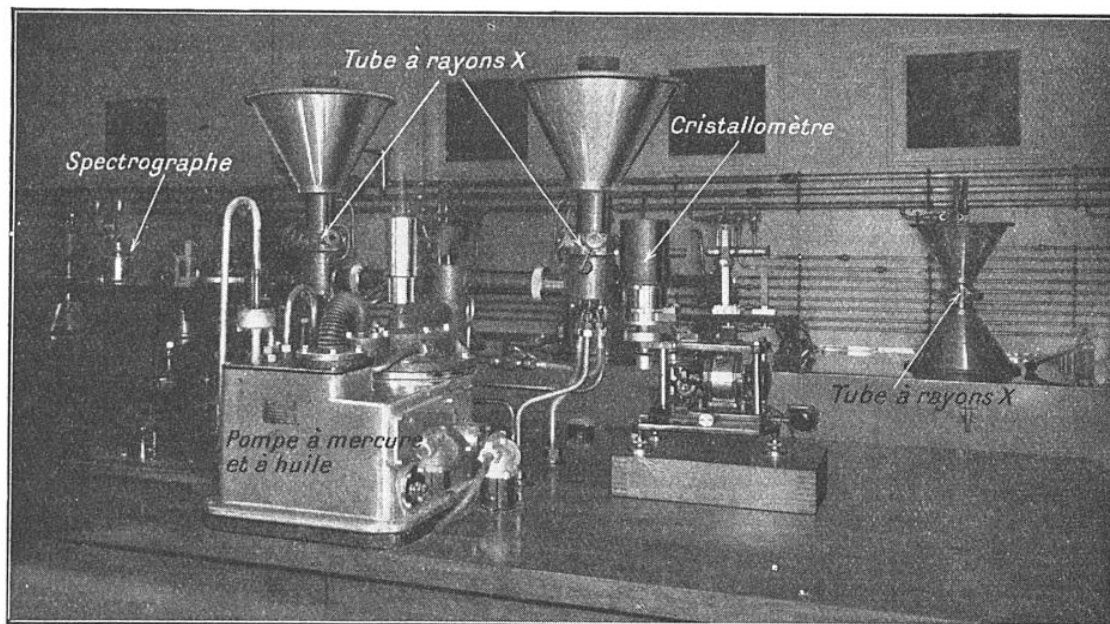


FIG. 1. — VUE DU LABORATOIRE DU MINISTÈRE DE L'AIR OÙ LA STRUCTURE DES MATÉRIAUX EST ÉTUDIÉE AU MOYEN DES RAYONS X

attachés aux usines de construction pour vérifier les machines après montage, qu'il s'agisse d'aéronefs ou, par exemple, des soudures de tubes de chaudières à haute pression, dont la résistance peut également tenir en suspens des existences humaines.

Un rail de chemin de fer (6 cm d'épaisseur) se radiographie ainsi en cinq minutes.

Cependant, s'il s'agit de détecter les hétérogénéités de pièces particulièrement encombrantes, notamment de pièces de fonderie, les hautes tensions elles-mêmes deviennent pratiquement inapplicables. On recourt alors à la radiographie par le rayonnement gamma. Une source radioactive constituée par quelques milligrammes de radium-élément représente un tube à rayons X d'une tension bien plus élevée que les plus hautes tensions industrielles : le rayonnement gamma peut

variation continue de température — de manière à saisir le *point critique* où sa structure moléculaire commence à craquer.

Et nous voici ramenés à la technique des rayons X appliquée non plus à la recherche des accidents grossiers de la structure des masses, mais à l'analyse de leur structure fine normale, plus précisément leur *structure cristallisée*.

Comment les rayons X « éclairent » le réseau cristallin et permettent de le débrouiller

Les rayons X permettent, aujourd'hui, de reconstituer les molécules les plus complexes, dans leur forme géométrique, avec la position des atomes aux points caractéristiques de cet espace moléculaire.

Comment en est-on venu à réaliser cou-

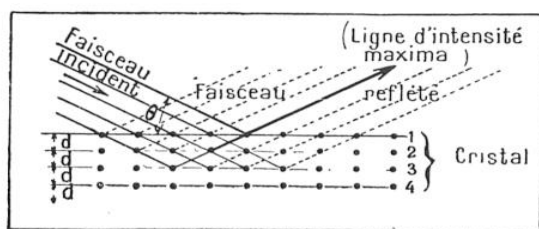


FIG. 2. — RÉFLEXION D'UN FAISCEAU DE RAYONS X PAR UN CRISTAL

Le faisceau incident est réfléchi par les « plans réticulaires » du cristal, contenant les « atomes ». Ceux-ci constituent les nœuds des « mailles » du réseau cristallin. Les rayons X, de longueur d'onde déterminée, sont réfléchis avec d'autant plus d'intensité que le nombre d'atomes (pris en profondeur) participant à leur réflexion est plus grand. (Voir texte.)

ramment cette dissection merveilleuse de la matière ?

L'éveil fut donné, en 1912, par le physicien allemand von Laue qui découvrit ceci : quand on fait passer un mince « pinceau » de rayons X à travers un cristal, le pinceau en ressort « diffracté », c'est-à-dire multiplié en plusieurs branches divergentes, dont les directions angulaires sont caractéristiques du cristal observé. Une pellicule radiographique recevant les impacts des pinceaux diffractés révèle une figure géométrique particulière, une « figure de Laue ».

Plus tard, M. Maurice de Broglie découvrit à son tour que, si l'on dirige un pinceau X sur un cristal à face bien clivée, le pinceau réfléchi se trouve dispersé en un véritable spectre de rayons X, rigoureusement semblable au spectre des ondes lumineuses visibles.

Tout s'expliquait. La diffraction de Laue évoquait ces images curieuses de diffraction que vous pouvez observer, par exemple, en regardant un lampadaire isolé dans la nuit, à travers le fin tissu d'un « pare-brise » de fenêtre : vous verrez la tache lumineuse s'« irradier », suivant des directions privilégiées, en une étoile complexe, mais d'une précision géométrique. Ce sont les fils du tissu de soie, régulièrement disposés, qui créent cette dispersion ordonnée. Semblablement, le fin pinceau incident de lumière X est dispersé par le cristal en figures qui dépendent de la TRAME suivant laquelle est construit intérieurement le cristal.

L'expérience de M. Maurice de Broglie révèle l'existence superficielle de cette trame qui joue alors, vis-à-vis du pinceau X incident, le même rôle que ces « réseaux » de raies parallèles tracées très serrées, au dia-

mant, sur une plaque de verre et qui servent à l'obtention des spectres lumineux, par réflexion — et non plus par réfraction, comme avec un prisme. L'expérience de Laue révèle la même trame, par transparence.

Cette trame, les cristallographes la connaissent depuis cent ans : c'est le « réseau de Bravais ». Un cristal est un filet à trois dimensions dont les « mailles » peuvent être très variées : la plus simple est la maille cubique. Mais avec le « système cubique » coexistent cinq autres systèmes cristallins, se subdivisant eux-mêmes en trente-deux classes. Autant de « mailles », dans ce tissu à trois dimensions que l'on nomme un cristal.

Un savant, dont on ne pourra jamais assez louer l'œuvre, sir William Bragg, a entrepris, depuis 1920, de se servir des symétries cristallines pour pénétrer la structure de la matière non seulement dans cette forme intime, géométrique que nous venons de faire entrevoir, mais encore dans l'agencement des « atomes » sur les nœuds et dans les mailles du réseau cristallin, des atomes qui sont responsables des propriétés physiques et chimiques de la matière. Aujourd'hui, le laboratoire de William Bragg, « des Bragg », — car le fils est venu collaborer avec le père — constitue une sorte d'usine transcendante de laquelle tous les corps possibles et « imaginables » sortent mesurés en leurs molécules. Des molécules organiques à 120 positions atomiques différentes y ont été « dimensionnées ». Et le travail s'y accomplit en série.

Aujourd'hui même, c'est « la formule de

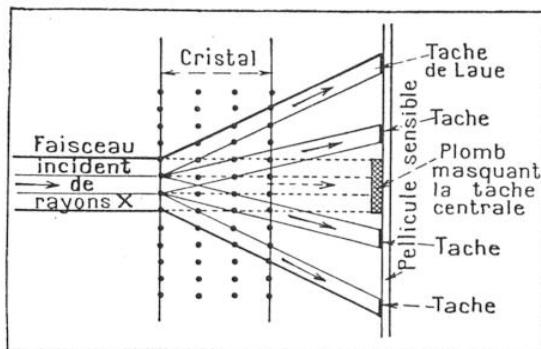


FIG. 3. — DIFFRACTION DES RAYONS X A TRAVERS UN CRISTAL (PHÉNOMÈNE DE LAUE)

Le faisceau (complexe) de rayons X de toutes longueurs d'onde se « diffracte » à travers les « mailles » du réseau cristallin (voir schéma précédent). Cette diffraction se traduit par des taches d'autant plus intenses que les rayons ont rencontré moins d'atomes (circonstance qui dépend de la longueur d'onde λ formant précisément la tache de Laue).

Bragg » qui guide les physiciens modernes dans leurs investigations cristallographiques au moyen des faisceaux de rayons X.

Les deux méthodes d'analyse d'un cristal par les rayons X

Un coup d'œil rapide — et sans en appeler à aucune expression mathématique — va nous permettre de bien comprendre les deux phénomènes sur lesquels s'appuie la technique utilisée.

Entrons par la pensée à l'intérieur d'un cristal (que nous considérons suivant l'un de ses « plans de clivage » pour simplifier). Nous nous trouvons aussitôt en présence du réseau constitué par des plans successifs équidistants sur des intervalles d'égaux, par exemple (sel gemme), à 2,81 dix-millionièmes de millimètre. Sur ces plans, les atomes sont alignés également suivant d'autres intervalles égaux. Ainsi, le cristal nous apparaît comme un arrangement « périodique » d'atomes, dans l'espace.

Un faisceau de rayons X est composé d'une multiplicité de longueurs d'ondes, puisque (nous l'avons dit), il donne un spectre.

Imaginons un tel faisceau pénétrant dans un cristal (expérience de Laue) : les ondes X de longueurs λ , aussi variées que possible, cherchent chacune leur chemin à travers les quinconces d'atomes. Remarquons tout de suite que ces longueurs d'onde sont précisément du même ordre de grandeur que les intervalles du réseau cristallin (par exemple, l'onde de maximum d'énergie du spectre du sel gemme est égale à 1,10 dix-millionième de millimètre). Une image grossière nous montre chaque onde X se faufilant (comme l'indique notre schéma) suivant « l'allée » qui peut la laisser passer. Au sortir du cristal, une sélection s'est donc opérée sui-

vant des directions très variées qui sont comme les perspectives du « quinconce atomique » caractérisant la structure cristalline expérimentée. Au bout de chaque avenue, les photons X affluent (chacun selon sa fréquence) et fournissent une tache de Laue.

Examinons maintenant le cas de diffraction par réflexion.

Ici, le physicien opère, tout au contraire, avec un pinceau de rayons X aussi monochromatique que possible (c'est-à-dire composé d'une seule « onde » X), ce qu'il obtient, d'ailleurs, plus aisément qu'en lumière visible

(1). Lancé sur une face plane du cristal, cette onde X très précise cherche, elle aussi, son chemin vers l'intérieur. Or, il est évident (voir le schéma fig. 2) que, pour une incidence privilégiée θ , le mouvement périodique de l'onde va se trouver accordé avec son parcours entre deux plans successifs du réseau cristallin, figurés par les nœuds ato-

miques. Ces plans vont jouer le rôle de miroirs et réfléchir l'onde avec un « maximum d'intensité » correspondant à cet « accord de phase ». La réflexion suivant une ligne nodale analogue à celle de notre figure comportera un maximum d'intensité — que la pellicule sensible enregistrera.

La « formule de Bragg » (2) indique, en fonction de l'angle d'incidence, la relation qui existe entre les trois dimensions d d'une maille cristalline et la longueur d'onde λ réalisant le phénomène de réflexion maximum (3).

(1) Sans entrer dans le détail, rappelons seulement que le spectre X (étudié par Moseley) présente dans ses raies une précision et un ordre absolument mathématique et infiniment plus rigoureux que celui des raies du spectre visible.

(2) $N\lambda = 2d \sin \theta$ où N est un nombre entier et figure « l'ordre d'interférence » de l'onde λ .

(3) L'incidence se mesure relativement au plan cristallin, non avec la normale, comme en dioptrique classique.

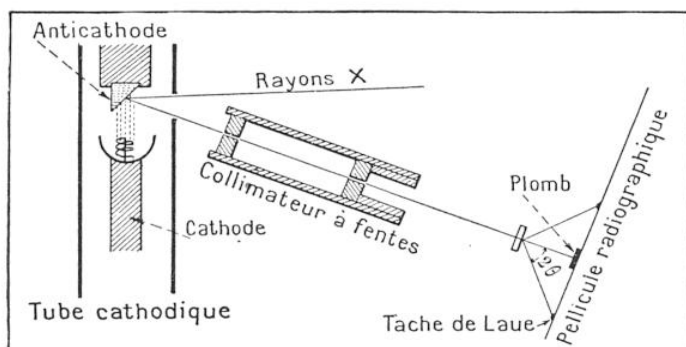


FIG. 4. — SCHÉMA MONTRANT LA TECHNIQUE APPLIQUÉE POUR L'EXAMEN D'UN CRISTAL PAR LA MÉTHODE D'ANALYSE PAR DIFFRACTION DE LAUE

La difficulté consiste à isoler le pinceau X provenant de la cathode spéciale et à le préserver des rayons secondaires qui résultent toujours de leur réflexion par un corps étranger (en l'espèce, le collimateur). Un écran de plomb masque la pellicule sensible pour la préserver du faisceau résiduel (non diffracté) qui lui parvient par simple transparence du cristal. (Le cristal se trouve au sommet du triangle de diffraction.)

Ainsi, par une merveilleuse conjugaison de la *périodicité du cristal dans l'espace* et de la *périodicité de l'onde X dans le temps*, les mailles cristallines se trouvent maintenant rigoureusement mesurées.

Nous dirons un mot de la méthode de Maurice de Broglie dite du « cristal tournant », qui a pour but de fournir le spectre X d'un corps : d'un intérêt purement physico-chimique, cette méthode, qui exige la possession d'un cristal unique *bien fait*, n'est d'aucun secours pour déterminer la structure et la bonne conformation (« eutexie ») d'un métal ou d'un alliage. Le spectre est une indication seulement utile au chimiste, au métallurgiste, pour ses analyses quantitatives (1). M. Fournier, directeur du laboratoire des rayons X du Ministère de l'Air, est plus spécialement chargé de reconnaître les propriétés effectives de cohésion, ou de lubrification, des échantillons inorganiques ou organiques qu'on lui soumet — non de la recherche chimique qui crée ces produits. Il peut avoir, toutefois, à les identifier et, dans ce cas, le spectre X est d'un grand secours.

Les propriétés physiques résultant avant

(1) Nous avons vu le parti que l'on tire, dans ce sens, à l'Institut d'Optique, des spectres lumineux « d'étincelles ».

tout de la structure cristalline des matériaux examinés, on peut dire qu'à l'heure présente les corps échappant à tout arrangement périodique dans l'espace, tels que les *verres* inorganiques, les *gels*, certains liquides, sont extrêmement rares. L'immense majorité des

corps solides ou liquides est donc assimilée aux « cristaux ».

C'est l'analyse de structure qui, pratiquement, domine la technique du laboratoire.

Si nous mettons à part la méthode « électronique » sur laquelle nous avons décidé de ne pas revenir, il reste donc deux méthodes d'utilisation des rayons X pour l'analyse des structures : celle de *Laue* (diffraction par transparence) et celle de diffraction par réflexion qu'on nomme de *Debye et Scherrer*, du nom des physiciens qui l'ont mise au point.

L'utilisation technique de la méthode de Laue

D'après nos explications précédentes, la

méthode de Laue est très simple à mettre en pratique (voir notre schéma fig. 4), du moment que l'on possède l'outillage nécessaire : en l'espèce, un tube à anticathode de tungstène alimenté sous une tension de 70 000 à 80 000 V. Un collimateur à fente opère la formation préalable du *pinceau* étroit sur les rayons X sortant du tube. Ce collimateur se prolonge par un espace cylin-

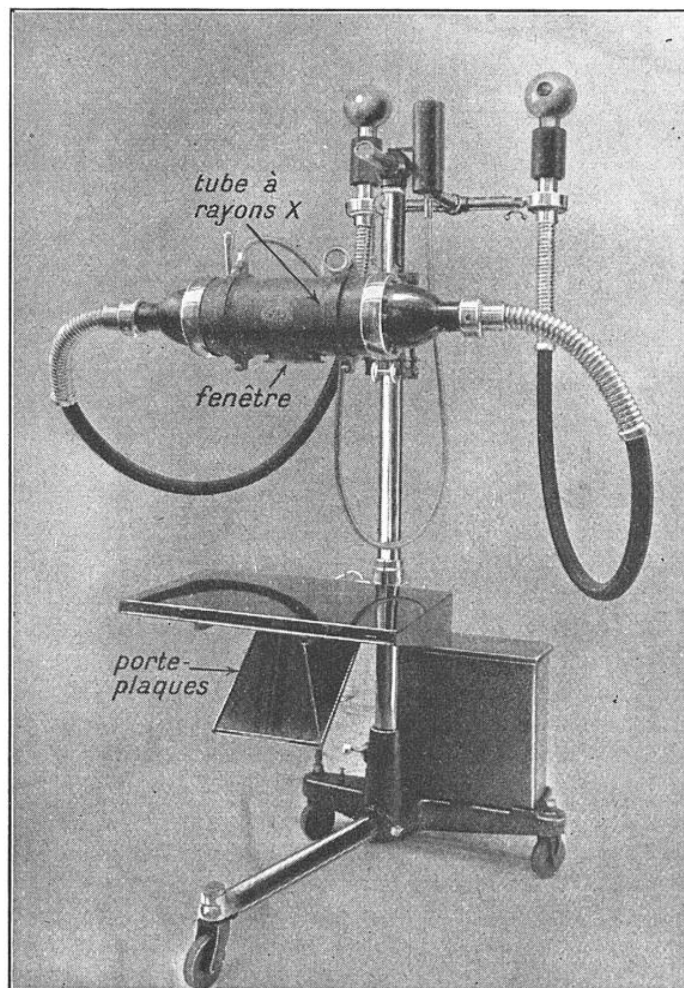


FIG. 5. — VOICI LA SOURCE DE RAYONS X LA PLUS PUISSANTE DU LABORATOIRE DU MINISTÈRE DE L'AIR Elle est formée par un tube cathodique capable de supporter une tension de 220 000 volts et 20 milliampères (environ) d'intensité.

drique chargé de bien protéger le faisceau de tout rayonnement secondaire éventuellement issu de la matière constituant les fentes. La lame cristalline est placée à la sortie du collimateur. Un peu plus loin (tendue sur un châssis demi-circulaire), la pellicule sensible reçoit l'empreinte des taches.

L'interprétation complète des « diagrammes » formés par l'ensemble des taches (voir fig. 8) nécessite une construction géo-

Méthode de Debye et Scherrer

Dans la mise en pratique de la seconde méthode (de diffraction par réflexion), l'échantillon à analyser est, de préférence, réduit à l'état de *poudre* ou de *limaille*. Cela paraît être en contradiction avec la notion d'« ordre cristallin » sur laquelle nous venons de fonder toute l'analyse recherchée. Mais un instant de réflexion nous montre que,

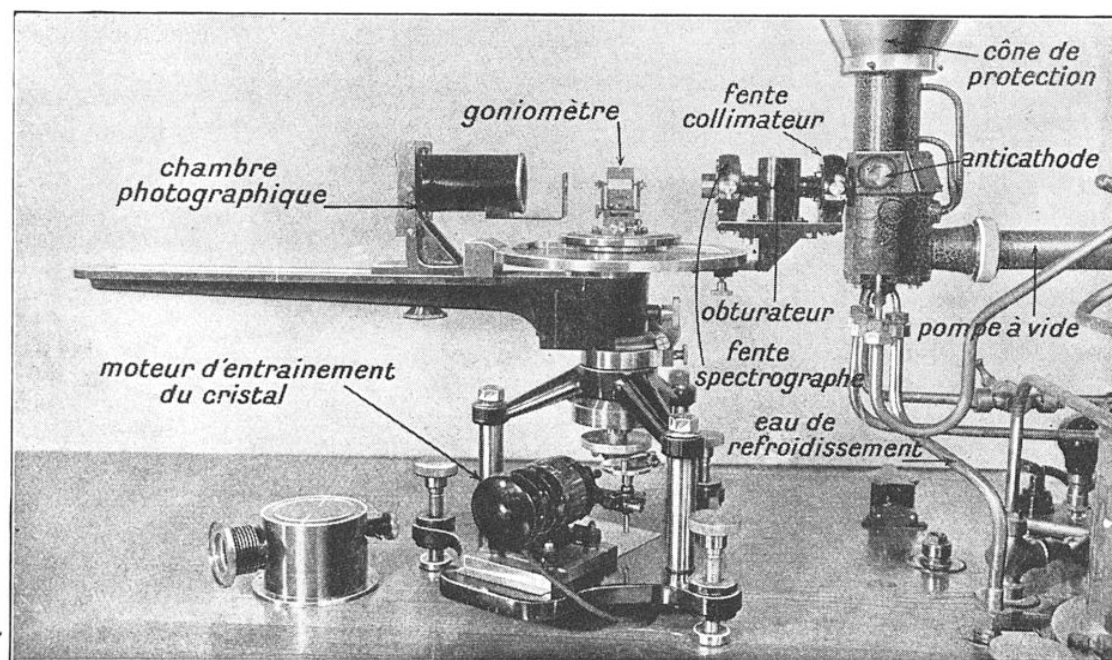


FIG. 6. — NOUVEAU SPECTROGONIOMÈTRE A RAYONS X UTILISÉ POUR OBTENIR AVEC UNE GRANDE PRÉCISION LES DIAGRAMMES D'ANALYSE DE RAYONNEMENT

L'échantillon cristallin est placé sur un « goniomètre » dont l'angle de rotation, soigneusement mesuré avec une grande précision, permet d'interpréter la raie qui lui correspond sur la pellicule sensible. Celle-ci est contenue dans une chambre photographique qui peut, éventuellement, se remplacer par une chambre d'ionisation (mesure des maxima d'intensité). Le faisceau de rayons X est préparé par un collimateur à fentes analogue à celui que représente notre premier schéma (fig. 4).

métrique que nous passerons sous silence. Cependant, dans la plupart des cas, et pour l'usage industriel, on n'a pas besoin d'effectuer cette interprétation complète. Du nombre et du premier examen des taches, le praticien exerce déduit toutes les considérations suffisantes sur le nombre des cristaux traversés par le pinceau X et sur l'état de ces cristaux.

Il en déduit immédiatement (par comparaison avec des diagrammes normaux pris comme étalons), les hétérogénéités de traitements thermiques, telles que des recuits après laminage (voir l'exemple que nous avons choisi).

par raison « statistique », — étant donné précisément l'immensité numérique des *faces cristallines* que la limaille offre au rayonnement *monochromatique* utilisé en l'espèce, — chacune de ces faces ne donnera la tache du *maximum d'intensité* que si le hasard l'a placée suivant l'incidence θ exigée par la théorie. *Rayonnant dans toutes les directions*, ces taches forment, en définitive, un anneau correspondant à l'incidence θ .

A chacun de ces anneaux correspond, en conséquence, une *perspective particulière* de ce que nous avons appelé le « quinconce atomique ».

Autrement dit, la formule de Bragg permet

de calculer, d'après les écarts des anneaux, les dimensions du réseau cristallin. Les anneaux concentriques de Debye et Scherrer obtenus sur échantillons pulvérulents se présentent donc exactement comme ceux que l'on obtient avec ces « rayons d'électrons » (1). Seulement, ils donnent des renseignements sur la masse étudiée dans le sein de laquelle les électrons ne pénètrent pas.

Cette méthode présente, pour le praticien, entre autres avantages, de donner sur l'orientation des cristaux des renseignements assez importants. En effet, si les anneaux présentent des renforcements caractéristiques, on peut en déduire une « structure fibreuse ». Une variation de la même méthode permet même, dans certains cas, de déterminer le nombre des cristaux contenus dans l'unité de volume de la matière étudiée et de reconnaître les phénomènes de « recristallisation » et d'augmentation des mailles en fonction de l'élévation de température : et ceci contrôle éventuellement l'état structural d'un matériau après traitements divers.

Si, au lieu d'un échantillon pulvérulent, on présente au rayonnement incident un échantillon compact, il suffit de le faire tourner sur un porte-objet pivotant pour traiter le problème inverse : on cherche les maxima de réflexion correspondant à une incidence mesurée par le goniomètre solidaire du porte-objet. Dans ce cas, les taches se répartissent encore sur des anneaux de

Debye et Scherrer; mais ces taches fournissent des renseignements sur les couches profondes successives de la matière répartie autour de l'axe de rotation de l'échantillon. On peut ainsi identifier les « phases » d'un alliage ; vérifier la texture de ces « solutions solides » que sont les alliages ; reconnaître si le cristal est « orienté », « tendu », « non tendu », etc.

Par l'une et l'autre méthode (Laue et Debye-Scherrer), on a poussé très loin

l'étude des isolants électriques, des fibres textiles. Les caoutchoucs, dans certains cas, ont été particulièrement bien étudiés dans la répartition des « charges » (matières autres que la gomme permettant de donner au caoutchouc des qualités spéciales) et l'orientation de leur fibre après étirement.

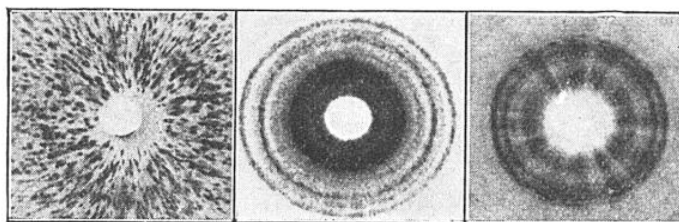


FIG. 7. — DIAGRAMMES DE DEBYE ET SCHERRER

Ces diagrammes sont afférents, de gauche à droite : à un échantillon de magnésium fondu ; au même échantillon après laminage ; au même échantillon après un traitement chimique spécial.

donner au caoutchouc des qualités spéciales) et l'orientation de leur fibre après étirement.

La spectrographie en rayons X

Le problème du spectre X est inverse des précédents. Le cristal récepteur a pour mission non de se faire analyser, mais d'analyser le rayonnement X inconnu qu'on lui soumet à diverses incidences.

Bragg a construit un spectrographe qui permet de résoudre ce problème. Le cristal « analyseur » bien connu dans ses caractéristiques (distances réticulaires) y joue le même rôle que le « réseau » dans un spectrographe de l'optique classique. De l'incidence (qu'on fait varier par rotation) la formule permet de déduire toutes les longueurs d'ondes du rayonnement. Cet ensemble de longueurs d'ondes (ce spectre)

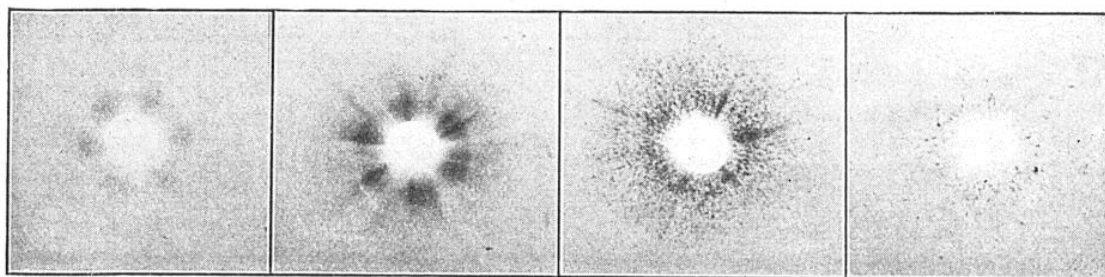


FIG. 8. — QUELQUES EXEMPLES DE DIAGRAMMES DE LAUE

Ces diagrammes sont afférents à différents échantillons de magnésium ; de gauche à droite : 1° magnésium normal ; 2° magnésium laminé en tôle ; 3° recuit ; 4° recuit une seconde fois.

caractérise la matière « anticathode » du tube qui fournit le pinceau analysé.

Les spectres X ont ceci de particulier qu'ils ne sont fonction que de l'état *atomique* de ce corps. Ceci est d'un grand secours lorsqu'il s'agit de déceler des *traces d'impuretés*. C'est ainsi que le chrome dilué dans le fer, à raison de *1 cent-millième*, révèle sa présence au spectrographe de Bragg.

Si l'on substitue au cristal tournant une plaque métallique polie sur laquelle *on a fait orienter un acide gras*, on obtient un spectre

rapide des « diagrammes » de Laue ou de Debye-Scherrer. Le physicien peut, dès lors, organiser ses observations « cinématographiquement » : pendant qu'il fait varier de façon continue la température, le film enregistre, seconde par seconde, l'état cristallin. A l'examen, un ou deux clichés tout au plus suffisent à montrer l'apparition d'une modification brusque correspondant à un « point critique » essentiel pour la structure.

Sous l'effet thermique, on assiste à la dilatation progressive des mailles, à leur

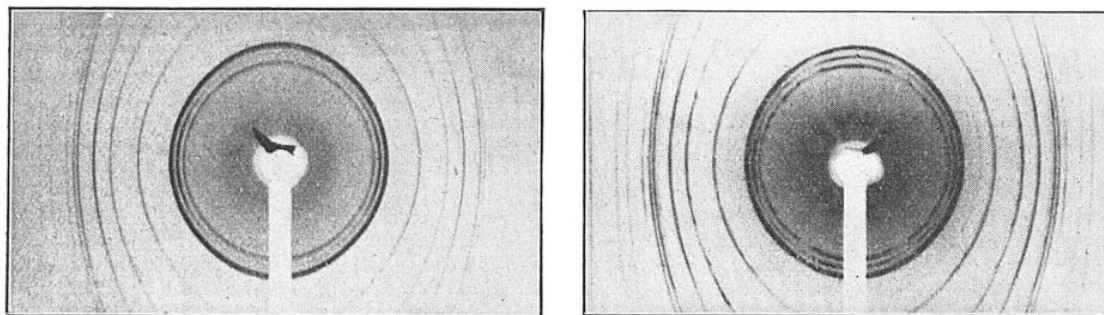


FIG. 9. — DIAGRAMMES DE DEBYE ET SCHERRER AFFÉRENTS A UN ÉCHANTILLON DE MAGNÉSIUM
A gauche : magnésium simplement laminé ; à droite : laminé et recuit. (On aperçoit de petits grains discontinus qui constituent des taches de Laue.)

rigoureusement analogue au spectre provoqué par le cristal, et on trouve que les *distances réticulaires* entre les chaînes d'acide gras caractérisent cet acide du point de vue éminemment pratique du graissage. L'intervention de la température dans ce phénomène est naturellement analysée à son tour.

Si l'acide ne « mouille » pas le métal, l'orientation moléculaire n'apparaît pas. Inutile d'insister pour l'utiliser en lubrifiant.

C'est toute une technique nouvelle qui commence

Les rayonnements de grande puissance permettent de réaliser la photographie très

« dénouement », c'est-à-dire à la liquéfaction...

Cette technique d'analyse a été mise au point pour la première fois d'une manière complète, en France, au ministère de l'Air — dont le laboratoire a été créé grâce à l'initiative du chef des Recherches scientifiques et de M. l'ingénieur en chef Labussière.

Encore plus de puissance pour accélérer le film, encore plus de tension pour avoir des rayons de plus haute fréquence dont l'onde serre la molécule de plus près... Et le physicien ne cessera pas d'avancer dans l'analyse de la matière en action, et dans la surprise de ses secrets les plus cachés.

VICTOR JOUGLA.

Sur les 38 000 communes de France, on ne compte encore, en 1937, qu'une centaine à peine de stations d'épuration d'eaux résiduaires. Moins de trois cents municipalités ont établi des réseaux d'évacuation des eaux résiduaires, dont certains sont très rudimentaires. Ainsi, la plupart des agglomérations urbaines et rurales envoient leurs eaux polluées à la rivière, véritables égouts à ciel ouvert. Quant aux fosses dites « septiques », bien souvent elles sont mal établies et entretenues, et contaminent, par manque d'étanchéité, les nappes d'eau souterraines. Il appartient au ministère de la Santé publique, récemment créé (1^{er} mars 1930), d'intervenir pour supprimer ces foyers d'infection qui compromettent l'hygiène des populations, et accroissent la mortalité en France, où le taux est le plus élevé d'Europe.

L'ÉQUILIBRE D'UN ORGANISME VIVANT FONCTION DES SÉCRÉTIONS INTERNES

Par Charles BRACHET

L'équilibre fonctionnel d'un organisme vivant est profondément troublé lorsque viennent à lui manquer — pour une cause ou pour une autre (manque d'aliments frais, déficience glandulaire) — certains composés chimiques bien définis qui agissent à dose infinitésimale, à partir du millième de milligramme). Parmi ces constituants, d'aucuns sont fournis par l'extérieur : ce sont les vitamines (1). D'autres sont élaborés par l'organisme lui-même : ce sont les hormones (2). Ces dernières sont produites par les glandes endocrines (ou glandes à sécrétion interne) dont la chirurgie sait aujourd'hui, dans certains cas, corriger le fonctionnement anormal, soit qu'elle l'exalte par la greffe, soit qu'au contraire elle le freine par le scalpel. L'étude des sécrétions glandulaires constitue aujourd'hui l'un des chapitres essentiels de la biologie, car les produits endocriniens apparaissent comme les plus actifs et les plus subtils de ceux que fabrique cette grande usine biochimique que réalise, en quelque sorte, un être vivant. En effet, chaque cellule douée de vie joue son rôle élémentaire dans cet ensemble fort complexe, puisqu'elle assimile — en les transformant — les matières nutritives qui lui sont fournies. On peut donc envisager les glandes endocrines, en particulier, comme des assemblages de cellules spécialisées dans tel ou tel travail de transformation chimique. Mais la fonction de sécrétion apparaît aussi comme l'une des plus générales dans tout organisme vivant, puisqu'elle se retrouve non seulement dans les glandes à sécrétion externe ou interne, mais aussi dans les organes musculaires et jusque dans les nerfs, ainsi que l'ont démontré les travaux tout récents de l'Autrichien Læwi et de l'Anglais Sir Henry Dale (tous deux prix Nobel 1936). Muscles (moteurs), glandes (usines biochimiques) et nerfs constituent ainsi un édifice aux éléments étroitement interdépendants, dont les réactions mutuelles assurent l'équilibre des transformations biochimiques, c'est-à-dire des échanges nutritifs.

Les glandes endocrines relèvent maintenant du scalpel

LA vie est, simultanément, énergie et matière. Mais elle est, par-dessus tout, un phénomène *morphologique*. Autrement dit, la vie est caractérisée, en dernière analyse, par des formes spécifiques : une grenouille n'est pas une truite. Et pourtant ces deux animaux peuvent naître et se développer, à partir de leurs œufs respectifs, dans un même milieu nutritif, dans le même aquarium. D'ailleurs, à l'analyse chimique, les deux espèces d'œufs sont pratiquement indiscernables (3).

Distinguer la chimie physique du phénomène vivant pour retomber, aussitôt après, devant leur relation inéluctable constitue la plus grande énigme biologique.

N'est-il pas « phénoménal » (et j'emploie

ce mot, il va sans dire, non dans le sens de la conversation vulgaire, mais dans celui de la science dont toute l'activité converge vers le classement et l'explication des *phénomènes* de la nature), n'est-il pas phénoménal que, du bon fonctionnement d'un organe minuscule — par exemple, la *glande hypophyse* — dépende la taille d'un mammifère ? Si les substances secrétées par l'hypophyse sont, dans le premier âge, surabondantes, le corps tout entier exagère sa taille et devient un géant ; si la sécrétion est insuffisante, l'enfant demeure un nain.

N'est-il pas, tout de même, « phénoménal » que, de l'activité de la *glande thyroïde* dépende le « facies » d'un être humain, toute question de dimension écartée, — ou, encore, que l'activité de nos *glandes surrénales* commande la tension de nos artères, le fonctionnement de notre cœur ?

On comprend, dès lors, que l'étude des sécrétions glandulaires soit un des chapitres essentiels de la biologie (1) et que, de leur

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 77 et n° 238, page 259.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 302.

(3) Voir, à ce sujet, la mémorable leçon d'ouverture donnée à Strasbourg, dans sa chaire de biologie, par le professeur Bounoure que nous rappelions dans notre article de *La Science et la Vie*, n° 225, page 203.

(1) Nous avons déjà traité ici cette question mystérieuse des rapports qui lient les « hormones », sécrétions glandulaires internes, et la vie en général. (Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 302.)

côté, les chirurgiens soient intervenus pour corriger le fonctionnement anormal des glandes endocrines.

Nous avons exposé les demi-succès de la greffe de glandes apportées de l'extérieur dans un organisme déficient. On connaît les opérations retentissantes, mais, hélas ! d'efficacité bien éphémère, réalisées par le docteur Voronof ; ce praticien implante dans les glandes génitales humaines des greffons empruntés aux grands singes. Puis est venue la méthode Dartigues-Kfoury, qui tente de substituer aux greffons de grands singes, animaux rares et chers, des greffons d'animaux inférieurs « humanisés » par traitement préalable au sérum humain. A ce propos, nous avons dû cependant rappeler que le traitement purement médical, consistant à faire absorber au malade des extraits de la glande déficiente, demeurait, jusqu'ici, la ressource la plus pratique — parce qu'elle est, en principe, indéfiniment renouvelable.

Nous compléterons aujourd'hui notre information en exposant un autre aspect de la chirurgie des glandes que nous avons précédemment dû laisser dans l'ombre : la méthode qui consiste à freiner parfois, par le scalpel, l'activité

de certaines glandes fonctionnant *par excès*.

Profitons-en pour élargir notre vue sur ce vaste sujet, sans répéter, autant que possible, ce que nous avons déjà écrit ici sur les glandes (1) — que nous allons, d'ailleurs, envisager d'un nouveau biais, celui de leur *fonctionnement*, et non plus de leur classification ni de l'énumération des produits qu'elles secrètent.

Les glandes sont des usines « biochimiques »

Si les muscles sont les *moteurs* du corps animal, les glandes tiennent dans ce corps le même rôle que les *usines chimiques* dans l'économie sociale.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 302.

Les formes les plus diverses de l'« industrie chimique » sont représentées parmi les glandes. Les unes extraient des déchets (1). D'autres fabriquent des produits alimentaires du genre « épices » (2). Les plus subtiles (glandes endocrines) sont comme des usines de produits pharmaceutiques — des plus violents produits pharmaceutiques. Ces « usines » comme ces « moteurs », nous le montrerons en passant, fournissent, du reste, une même forme d'énergie, la seule que le physicien puisse discriminer nettement dans l'ensemble du phénomène vivant : l'énergie électrique.

Contentons-nous, pour l'instant, de classer, en gros, les *fonctions* des glandes.

Les plus simples sont, naturellement, les fonctions de désintoxication.

Parmi les glandes qui pourvoient à cette tâche, les plus simples sont les *sudoripares* — tellement simples que plusieurs physiologistes leur refusent le titre de

glandes pour ne voir dans leur multitude qu'une différenciation de l'épiderme. Cependant, tout comme les reins (autres glandes-filtres, infiniment plus complexes), ces vésicules « secrètent » vers l'extérieur de l'organisme les substances toxiques qui l'encombraient, et l'on sait

combien il importe de « suer » pour soulager un organisme luttant, par exemple, contre une infection microbienne. Les « produits chimiques » ainsi extraits sont rejetés « à la voirie ».

Dans le même sens de préservation, mais à un niveau plus subtil de « prophylaxie », d'autres glandes travaillent d'une manière préventive. C'est ainsi que le foie excrète dans le tube digestif la bile destinée à prévenir les fermentations indésirables. Et

(1) En les transformant, l'urée, par exemple, « excrétée » par le rein et le foie, est fabriquée par ces glandes à partir de l'ammoniaque toxique contenu dans le sang.

(2) Le « sucre » du foie joue, en effet, par rapport aux produits assimilés par l'intestin, un peu le même rôle que le sucre de table dont on saupoudre, par exemple, un fruit trop acide. C'est un « condiment » d'appoint plutôt qu'un aliment.

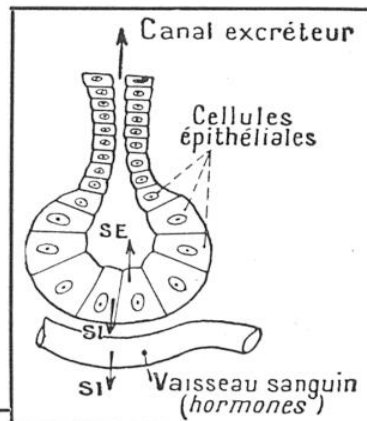


FIG. 1. — FONCTIONNEMENT GÉNÉRAL D'UNE GLANDE (D'APRÈS E. GLEY)

Une artère ramifiée en vaisseaux capillaires suffit à assurer l'alimentation de la glande comme à remporter ses sécrétions internes (hormones). Les sécrétions externes éventuelles s'écoulent par le canal excréteur. La fonction de sécrétion est toujours assurée par des « cellules épithéliales » — dont la différenciation peut atteindre un degré de complexité dont on verra l'exemple plus loin (surrénale). Les glandes innombrables des muqueuses buccale, stomacale, intestinale, sont, en regard, extrêmement simples, du type ci-dessus.

c'est encore une sécrétion « externe ».

Mais le foie fabrique également le *sucré* dont la teneur doit rester constante dans l'organisme. La fonction glycogénique du foie, découverte par Claude Bernard, constitue, cette fois, une sécrétion « interne » : dans cette fonction, la « glande hépatique » n'est en relation qu'avec le sang, auquel elle *emprunte la matière première* de sa fabrication et auquel elle restitue le produit fabriqué, « raffiné » et « pesé », faut-il dire, pour prolonger jusqu'au bout notre analogie avec l'usine industrielle.

Enfin, une troisième fonction glandulaire ne concerne ni la purge ni la nutrition proprement dite de l'organisme. Les glandes *purement endocrines* qui la remplissent sont intimement incorporées à l'organisme : leurs « produits » — fabriqués, comme ceux de toutes les glandes sans exception, à partir du sang, *matière première* — retournent immé-

diatement au circuit sanguin. Cet « aller et retour » s'effectue par la même voie, par le même vaisseau. Les produits « endocriniens » (*hormones*) — dont nous avons présenté ici même un tableau d'ensemble (1), sur lequel nous ne reviendrons pas — sont de beaucoup les plus subtils et les plus actifs de l'industrie biochimique : ils agissent à doses dites *infinitésimales* (de l'ordre du millième de milligramme). Aucun produit pharmaceutique ne saurait leur être

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

comparé sous ce rapport. Dans les rares cas où l'on sait isoler les hormones au laboratoire, il faut des kilogrammes de glandes pour extraire quelques centigrammes d'*hormone pure*. Or, dans la grande généralité des cas, on ne sait pas isoler les hormones, ou, du moins, le produit obtenu est de formule chimique incertaine.

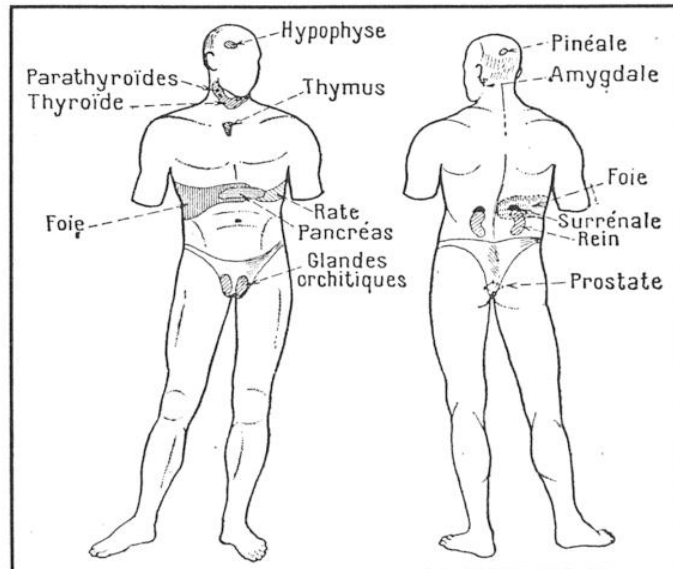


FIG. 2. — L'EMPLACEMENT DES PRINCIPALES GLANDES A SÉCRÉTION INTERNE DANS LE CORPS HUMAIN

DANS LA TÊTE : l'hypophyse et la pinéale, de fonctions bien connues, mais dont les hormones sont mal connues. — DANS LE COU : les amygdales (fonction non entièrement élucidée), la thyroïde, les parathyroïdes (fonctions retentissant sur tout l'organisme ; hormone : la thyroxine et d'autres, inconnues) ; à la base : le thymus (le « ris » du veau, résidu de la vie embryonnaire et infantile). — DANS L'ABDOMEN : le foie (sécrétion interne : sucre ; sécrétion interne : bile) ; la rate (fonction sanguine) ; le pancréas (sécrétion sucrée, insuline) ; surrénales (fonction de régulation de la circulation sanguine ; hormone : adrénaline et dérivés) ; le rein (sécrétion externe : urée et autres antitoxiques ; sécrétion interne : inconnue, mais certaine — tout comme pour le cœur et les poumons). On voit par là combien, dans ce tableau, les glandes endocrines strictement spécialisées (notamment les surrénales) sont la haute exception.

un produit nouveau, *sui generis*. Il y a donc bien eu « transformation ».

Il n'est pas bien malaisé de concevoir que la moindre cellule de l'organisme constitue, dans ces conditions, un centre de semblables « transformations » biochimiques, puisqu'elle « assimile » des matières nutritives relevant *uniquement* de la chimie organique et qu'elle les transforme en matières vivantes. Celles-ci sont passibles, évidemment, de l'analyse chimique, mais aussi, par surcroît, de la *biologie*. C'est ce qui permet à M. Du-

L'organisme tout entier est une usine à sécrétions

Il nous faut insister sur ce phénomène capital, la « sécrétion ».

Le profane se le figure, d'ordinaire, trop sommairement. Une glande lui apparaît assez bien dans l'image d'une éponge qui « absorbe » en se gonflant et qui « suinte » quand on la presse. En réalité, la « sécrétion » est bien, en biologie, l'équivalent de ce qu'on nomme, en chimie, une « réaction ».

Ce que nous venons d'expliquer l'indique, d'ailleurs, nettement : le sang fournit la matière première, la glande restitue

claux, professeur au Collège de France, d'énoncer une vérité que l'on s'efforce en vain de contester, à savoir que la *chimie de la vie*, la « biochimie », dépasse la compétence de la chimie de synthèse la plus subtile. Autrement dit, la « vie » apporte à la matière un facteur que, *jamais*, les laboratoires ne pourront y introduire, quelque merveilles que soient leurs découvertes *in vitro*.

La cellule vivante devient ainsi l'« éprouvette » élémentaire de l'« usine » biochimique totale formée par le corps vivant.

Les glandes endocrines les plus intimement incorporées à l'organisme, ne sont, dans ces conditions, que des assemblages particuliers de semblables « éprouvettes cellulaires » spécialisées dans tel ou tel travail de transformation, c'est-à-dire dans la production de telle ou de telle « hormone » — puisqu'il faut bien donner une étiquette de bocal à ces « produits biochimiques ».

De ces considérations, on tire immédiatement les conséquences suivantes.

Les cellules glandulaires peuvent laisser apparaître, au cours de leur travail, une *énergie* de même nature que celle dont on retrouve la trace dans tous les tissus sans exception : l'électricité. En sorte que le phénomène de l'*électrogénèse* (mis en évidence par d'Arsonval) peut apparaître, dans les glandes, plus intense qu'ailleurs. Effectivement, parmi les « poissons électriques », il en est (le « silure » *malopterus electricus*) dont la chair s'est lardée de glandes analogues à des accumulateurs électrochimiques. En vue de sa défense, ce poisson, électricien de l'école de Planté, a *spécialisé* des glandes particulières dans l'accumulation de l'électricité, rejetant au second plan la transformation biochimique des substances matérielles. D'autres poissons (la torpille, le gymnote) ont préféré fabriquer leur électricité par le mécanisme musculaire. Car,

nous l'avons vu dans un article précédent (1), toute la partie « mécanique » de l'organisme — les muscles, y compris le plus noble d'entre eux, le cœur — fonctionne électriquement.

En résumé, et pour voir les choses dans leur ensemble, on peut dire qu'à partir de l'élément « cellule », la vie s'est donnée deux formes extrêmes d'activité : l'activité musculaire, *dynamogène*, et l'activité biochimique, de *transformation* — avec l'électricité comme résidu, dans l'un et l'autre cas.

C'est la conjugaison de ces deux activités qui constitue ce merveilleux ensemble : l'être vivant.

Les glandes « endocrines » sont les organes les plus nobles de l'activité biochimique

Nous n'éprouvons maintenant aucun étonnement de constater que, si le cœur représente l'appareil le plus noble de l'activité musculaire, c'est parmi les glandes

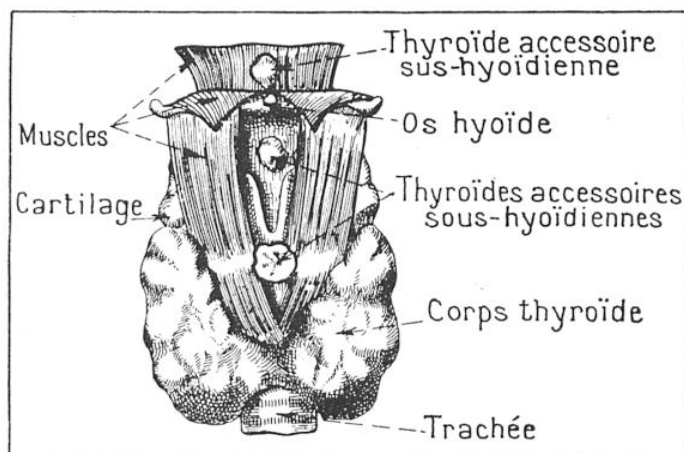


FIG. 3. — LA GLANDE THYROÏDE ET SES « ACCESSOIRES », OU PARATHYROÏDES, SITUÉS CONTRE LE CARTILAGE DU LARYNX, FORMENT UN SYSTÈME EXTRÊMEMENT COMPLEXE. Les fonctions de ce système intéressent tout l'organisme et se conjuguent certainement avec celles des autres glandes endocrines.

qu'il faut rechercher les appareils les plus nobles de l'activité biochimique.

Précisons encore. L'appareil musculaire aboutit à ce chef-d'œuvre : le cœur. L'appareil biochimique aboutit à cet autre chef-d'œuvre : les glandes *endocrines*.

Qu'est-ce à dire ?

Toute cellule ayant une fonction biochimique, il faut s'attendre à assister à la spécialisation cellulaire : la plupart d'entre elles font de la biochimie en vue de nourrir, de développer, de reproduire l'être vivant. Mais ce sont les cellules « épithéliales » (éléments constitutifs des membranes « muqueuses », ainsi que de toute glande quel que soit son emplacement) qui ont pris en charge la fonction de *sécrétion* proprement dite. Aussi bien, la muqueuse de la bouche, tapissée de glandes salivaires, celle de l'estomac et de l'intestin, non moins fournies

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

d'innombrables glandes élémentaires, sécrètent les sucs digestifs (sécrétion externe). Finalement, on l'a écrit, « l'histologiste trouve des glandes partout ».

Nous voyons par là que *les glandes ne sauraient être classées* de manière absolue, en tant qu'organes, la notion de glande étant aussi vague que celle de muscle.

En effet, les deux fonctions « sécrétoires », l'externe et l'interne, se trouvent très souvent assumées *par un même organe*. Nous venons de noter à ce sujet la double fonction du foie. Mais le pancréas, la rate sont, tout de même, des glandes à double face. Le *pancréas* sécrète non seulement des sucs digestifs (sécrétion externe), mais également l'*insuline* (sécrétion interne) dont l'importance est capitale pour l'équilibre sanguin (1).

Le *rein* lui-même, si longtemps considéré comme un « filtre », a révélé des fonctions de sécrétion interne (2).

Ainsi, les glandes relèvent de cette idée générale qui, à travers l'œuvre de Claude Bernard, remonte au grand Lamarck, à savoir qu'en biologie, il n'y a pas d'organes, mais seulement des fonctions. « La fonction crée l'organe », a dit précisément Lamarck.

Plus exactement, *elle le définit*.

Les glandes qualifiées strictement « endocrines » sont donc celles dans lesquelles le physiologiste n'a découvert jusqu'ici, et ne découvrira peut-être jamais d'autre *sécrétion* que la *sécrétion interne*, ni d'autres fonctions que les fonctions hormoniques, les plus *intimes* de la vie.

Le cœur, avons-nous dit, est le plus noble des organes du type « moteur », musculaire. Il était naturel que son fonctionnement soit, à son tour, réglé, « équilibré », par les plus par-

faites, les plus nobles, des glandes endocrines.

Et c'est bien ainsi que les choses se passent. Il existe, d'une part, une hormone sécrétée directement par le cœur (1) et qui assure le tonus cardiaque, et, d'autre part, une hormone sécrétée par les *glandes surrénales*, qui assure la régularité de la circulation sanguine en général et, par là même, la régularité du fonctionnement cardiaque.

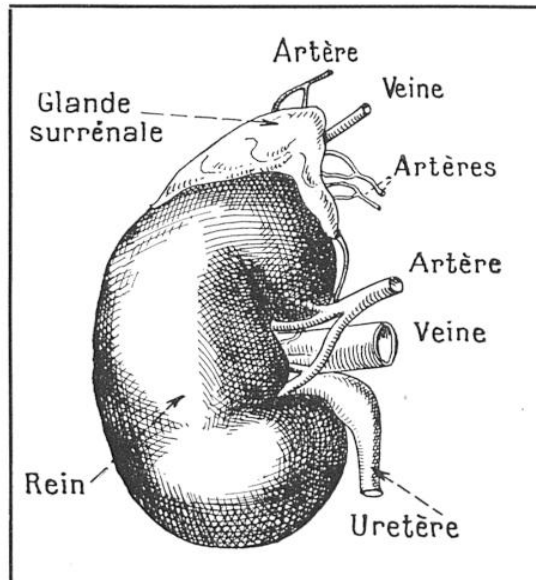


FIG. 4. — LE REIN GAUCHE SURMONTÉ DE SA GLANDE SURRÉNALE

La surrénale est enclose dans son manteau de tissu adipeux : les schémas suivants la représentent en coupe. Le rein lui-même, qui remplit une fonction de désintoxication du sang (et, par conséquent, de sécrétion externe), a été reconnu remplir une fonction endocrine certaine, quoique encore mal définie.

par exemple, influencent de toute évidence et la formation et le fonctionnement de l'organisme. Mais d'autres, comme le *thymus*, ne président certainement qu'à sa *formation* (morphogénèse), à tel point que le thymus s'atrophie dès que, le corps ayant atteint l'âge adulte, son rôle est terminé. Par contre, les *surrénales* sont de pures glandes « d'énergie », aussi sûrement que le

Visite détaillée de l'usine biochimique « surrénale »

L'hormone des glandes surrénales — du moins celle que les chimistes ont pu identifier, l'*adrénaline* — constitue le prototype des hormones dites d'« énergie ». L'adrénaline est un « excitant » de la vie cellulaire.

Ce type d'hormone se différencie de l'autre grande classe de sécrétions internes, dites « régulatrices de croissance » — auxquelles le professeur Gley voulait même qu'on appliquât le nom spécial d'« hormozones » (2) afin de bien souligner leur influence « morphogénétique », c'est-à-dire leur influence sur la forme des organes (3). En fait, beaucoup de glandes, la *thyroïde*,

(1) Car le point de vue exprimé plus haut, séparant « glandes » et « muscles », n'est pas encore assez général : le muscle lui-même *sécrète*, tant est générale la fonction de sécrétion.

(2) Etymologie : *hormone*, du grec *ὁρμω*, j'excite ; *hormozone*, du grec : *ὁρμωζω*, je règle, j'harmonise.

(3) Voir ce que nous disons, au début de cet article, des rapports de la « forme » de la « vie » et de sa « chimie ».

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 303.

(2) En dehors, bien entendu, des glandes surrénales qui lui sont attachées.

thymus est strictement « morphogénétique ».

Comment procède donc cette usine biochimique, la glande surrénale, pour fabriquer son adrénaline ou, plus exactement, sa sécrétion « adrénalinique » (1) ?

Les deux dessins ci-joints (fig. 4 et 5) montrent : l'un, la surrénale en place, au-dessus de son rein ; l'autre, la coupe de cette glande. Dans ce dernier schéma, nous apercevons deux zones de tissus : la « corticale », couche extérieure de la masse glandulaire, et la « médullaire », couche intérieure. Celle-ci entoure le *hile*, sinus spécial contenant les *vaisseaux sanguins* qui apportent à la glande le sang, matière première, et remportent les hormones fabriquées. Le *hile* contient également le *nerf* qui relie la glande au système « neuro-végétatif », généralement appelé « sympathique » (2).

Un troisième schéma nous permet de comprendre le processus par lequel les cellules extérieures de la glande sont en perpétuelle évolution, en « involution », faut-il dire, *puisqu'elles se détruisent lentement* nourrissant la zone médullaire, laquelle *sécrète*, finalement, les hormones « adrénaliniques ». On surprend ici, sur le vif, le processus qui fait, comme nous l'avons annoncé, de *chaque cellule glandulaire* un « organe sécréteur ».

Les cellules *ordonnées* (3) de la zone corticale se fondent progressivement, en se transformant à leur tour pour humecter de sécrétion la veine qui *attend* (au niveau inférieur de la couche médullaire) pour remporter dans le sang les précieux produits biochimiques.

Le rôle prééminent du nerf dans le fonctionnement de la glande

Comme tout organe vivant, la glande est munie d'un nerf et d'un ganglion-

(1) Mot générique destiné à désigner les autres hormones pouvant coexister dans la sécrétion des surrénales, avec l'adrénaline proprement dite.

(2) Comprenant le grand sympathique, le para-sympathique et le nerf vague.

(3) On dirait, en effet, qu'elles se soumettent à une lente « polarisation », avant de commencer leur « involution ».

relais qui lui est spécialement réservé.

L'intensité de fabrication des sécrétions surrénales est donc commandée par le nerf inclus dans le *hile*. Ce nerf est lui-même une ramification du système « végétatif » (sympathique). Plus précisément, ce nerf de la surrénale rejoint le ganglion qui lui sert d'intermédiaire dans ses relations avec le sympathique.

Si l'activité du nerf s'exaspère, la sécrétion devient surabondante et le cœur bat trop vite *parce que la tension artérielle s'élève*. Le médecin se trouve donc en présence d'un

hyperfonctionnement. Si le nerf ne reçoit pas du sympathique une excitation suffisante, l'activité de la glande baisse, et c'est un *hypofonctionnement* qui se manifeste alors chez le malade. Celui-ci présente une *baisse de tension artérielle*, une *asthénie* considérable. Il est abattu.

L'hypertension peut provenir d'une tumeur. Dans ce cas, l'ablation chirurgicale en a raison et, si l'opération réussit, tout est dit. Le cas de l'hyperfonctionnement permanent, dont le système nerveux est responsable, autorise-t-il, semblablement, le chirurgien à intervenir ? Peut-il, par exemple, puisqu'il existe deux glandes surrénales,

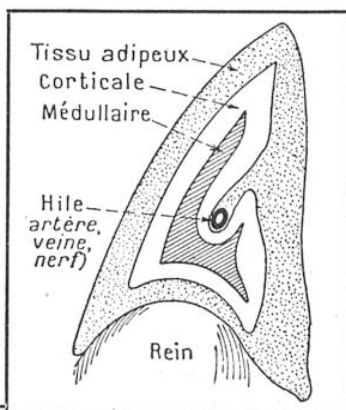


FIG. 5. — COUPE DE LA GLANDE SURRÉNALE
Le tissu surrénal se compose de deux zones bien distinctes : la corticale, extérieure, et la médullaire, intérieure. Les deux zones sont reliées par une « involution » continue (ou dégénérescence cellulaire) de la première dans la seconde. Le nerf, l'artère et la veine qui desservent la glande sont enrobés dans un « sinus » commun, le hile.

enlever l'une d'elles totalement ?

L'ablation totale d'une glande (même quand elle est appariée, comme nous le supposons) est toujours dangereuse. La surrénale droite, avoisinant le « carrefour hépatique », semble, d'ailleurs, plus précieuse que la gauche. Et puis, l'ensemble des glandes endocrines apparaît, de plus en plus, *comme un ensemble interdépendant*. Le chirurgien avisé préfère intervenir sur le nerf directement. Il « énerve » donc la glande sur-excitée en tranchant d'un coup de scalpel le ganglion qui forme son « relais » de jonction avec le système sympathique. Bientôt après, la sécrétion adrénalinique diminue, en effet, et, avec elle, le mal que causait son exaltation. L'hypertension artérielle tombe.

Cette opération, pratiquée pour la première fois par le professeur Leriche, est l'un des chefs-d'œuvre de la chirurgie glandulaire.

Autres interventions chirurgicales contre l'hyperfonctionnement

Avec l'énervation de la surrénale, nous avons pris comme exemple le cas le plus délicat de l'intervention chirurgicale contre l'hyperfonctionnement glandulaire.

Naturellement, des glandes non moins délicates (mais anatomiquement mieux placées, la *thyroïde*, les *parathyroïdes*) donnent lieu à des interventions plus aisées. Le chirurgien enlève alors tout ou partie de la glande coupable de « paroxysme ». C'est ainsi que l'ablation des parathyroïdes guérit certaines affections osseuses. Celle de la thyroïde peut soulager le cœur que les hypersécrétions thyroïdiennes perturbent également.

D'autres glandes, encore plus délicatement placées que les surrénales, puisqu'elles résident dans le crâne (*l'hypophyse*, la *pinéale*), défient, pour l'instant, le scalpel du chirurgien (1).

Enfin, si l'on considère que l'ensemble des glandes endocrines révèle une incontestable solidarité (l'hormone pancréatique freine la sécrétion surrénale; le suc ovarien également), il est toujours prudent de retarder l'intervention chirurgicale autant que possible. Le médecin agit alors par la méthode de l'« opothérapie », qui consiste à administrer au malade soit par la bouche, soit par injection hypodermique, l'« extrait glandulaire » correspondant à la déficience observée (2). C'est ainsi que Yacoël a démontré, en 1927, dans une communication

(1) On signale cependant comme un chef-d'œuvre la réussite de M. de Martel qui, dans certains cas désespérés, a pratiqué l'ablation d'une tumeur de l'hypophyse. Il lui a fallu ouvrir le crâne comme une grenade. Et le malade a été guéri!

(2) On se sert d'un extrait *global* obtenu par « pulpage » de glandes entières. Ainsi l'on est sûr d'administrer toutes les hormones connues et inconnues.

à l'Académie de Médecine, que l'*insuline* (sécrétion interne du pancréas), administrée à doses convenables, peut, à elle seule, mieux que l'ablation d'une surrénale, non seulement améliorer mais guérir certaines lésions d'artères. Des injections d'extraits « parathyroïdiens » guérissent, tout de même, certains cas de rhumatismes. Contentons-nous de ces exemples, à titre de pure indication.

En résumé, la chirurgie des glandes,

d'un succès éphémère, avons-nous dit, quant à l'apport d'un « greffon » de l'extérieur, apparaît beaucoup plus positive dans les cas d'hyperfonctionnement. Mais elle n'en reste pas moins très délicate : on dirait que la nature n'aime pas que le chirurgien touche de trop près à ces chefs-d'œuvre de la vie.

Le système nerveux, « glande endocrine » suprême

Nous avons passé sous silence quantité de *pseudo-glandes*, dont la fonction endocrine est incertaine. Nous avons également omis de distinguer ces « hormones négatives », d'existence douteuse, qu'on a appelées « chalone » — du mot grec qui signifie : « freiner », « ralentir ». Les hormones agissant

sur l'organisme (comme les vitamines d'ailleurs) à la façon de ferments, de « catalyseurs », de même qu'il existe des catalyseurs négatifs (1), il peut fort bien exister des sécrétions hormoniques capables d'assumer une semblable fonction de freinage.

Quoi qu'il en soit, et pour terminer, nous voudrions signaler un tissu « à sécrétion interne », dont on parle rarement, et qui, pourtant, agit, lui aussi, par sécrétion endocrine : le tissu nerveux.

Entre les deux grandes classes de tissus vivants, que nous avons séparés en « moteurs » (ou musculaires) et « chimiques »

(1) Tels que les « antioxygènes ». (Voir *La Science et la Vie* n° 212 page 116.)

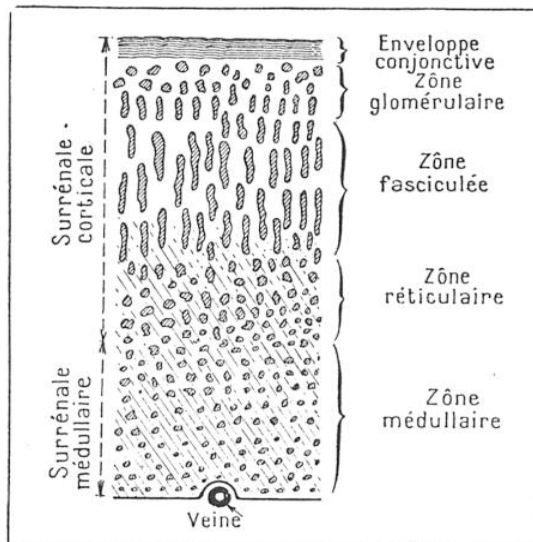


FIG. 6. — COUPE SCHÉMATIQUE D'UNE TRANCHE DE SURRÉNALE

On voit l'aspect de transformation continue qui semble faire couler, tandis qu'elles se transforment à mesure, les cellules de la corticale à la médullaire. La zone corticale se subdivise elle-même, au cours de l'involution, en zones intermédiaires que distingue l'histologiste : « réticulaire », « fasciculée », « glomérulaire » ; il y a là une spécialisation fort remarquable des cellules qui évoque celles des insectes dans une termitière.

(ou sécréteurs), se place l'intermédiaire naturel, chargé de leur correspondance réciproque : le *nerf*.

Quel est, à son tour, le fonctionnement du tissu nerveux ?

Sous prétexte que les nerfs *conduisaient l'électricité*, on a voulu leur faire « porter » un « fluide » analogue au courant électrique : l'*influx nerveux*. Mais ce n'est là qu'un mot qui masque, comme tant d'autres, l'explication réellement « biologique ».

On mesure la vitesse de l'influx nerveux — temps qui sépare, sur le parcours d'un nerf, l'excitation de la réaction musculaire correspondante (1). Mais voici que deux savants, l'un autrichien, le professeur Otto Lœwi, et l'autre anglais, sir Henry Dale (ensemble titulaires du Prix Nobel 1936), ont, par des travaux séparés, et d'autant plus précieux qu'ils concordent, levé un coin du voile. Ils ont démontré que les nerfs *agissent* réellement par sécrétion — et qu'ils *réagissent* également sous l'influence des sécrétions.

Sous l'excitation électrique, un nerf se comporte « comme une glande », énonce le professeur Lœwi — et, précise-t-il, « comme une glande endocrine ». Ce sont les sécrétions *nerveuses* qui agissent immédiatement sur les muscles, non l'imaginaire « influx nerveux ».

Voici l'une des expériences qui fondent cette découverte.

Opérant sur le nerf « pneumogastrique », qui commande la « modulation » du cœur, — d'un cœur de grenouille en l'occurrence, baignant dans l'eau salée, — Lœwi prend cette eau (*dans laquelle il a fait fonctionner le cœur expérimenté par excitation prolongée du nerf « modérateur »*) et il l'injecte à une grenouille vivante. Aussitôt, le cœur vivant se met à *ralentir* son mouvement.

(1) Lapicque et Bourguignon ont méthodiquement étudié l'excitation galvanique des nerfs sous le vocable de « chronaxie » (vitesse de réaction à l'excitation).

Répétant les mêmes expériences en agissant sur le nerf « accélérateur » du cœur (« filets sympathiques »), Lœwi constate que le cœur vivant *s'accélère* par l'injection.

Il découle de là qu'au cours de son *excitation du muscle cardiaque*, le nerf a sécrété une substance *spécifique*. Absorbée par l'eau du milieu opératoire, cette sécrétion semble emporter avec elle la « fonction » *modératrice* ou *accélératrice*. De même, l'*adrénaline* des surrénales, la *thyroxine* de la thyroïde, emportent avec elles la *qualité fonctionnelle* dont ces glandes ont respectivement investies ces « hormones ». Les sécrétions nerveuses de Lœwi et Dale agissent d'ailleurs comme les hormones, à *doses infinitésimales*, que les auteurs évaluent à quelques cent-millièmes de gramme pour un effet sensible.

Nous avons vu quelles relations intimes relient le système neuro-sympathique et les surrénales. Nous aurions pu, réciproquement, signaler que les sécrétions « adrénaliniques » réagissent sur les rameaux sympathiques. Et, puisque l'ensemble des glandes révèle, avons-nous dit, une *évidente solidarité*, bien que cette solidarité ne soit pas encore éclaircie, il est évident *qu'elle ne peut se réaliser que par l'une ou par l'autre de ces deux voies* : ou bien les glandes correspondent en échangeant leurs hormones par circulation sanguine, ou bien elles correspondent par le réseau nerveux — lui-même organe « biochimique » à « sécrétion interne », d'après les travaux de Lœwi et Dale.

Dans un cas comme dans l'autre, la « biochimie » assure à l'organisme vivant une relation d'ensemble absolument merveilleuse. Les *muscles* (moteurs), les *glandes* (usines biochimiques) et les *nerfs* forment une trilogie qui, pour la première fois, donne la vision synthétique de ce phénomène inconnu : la Vie.

CHARLES BRACHET.

Le développement considérable de l'activité relativement récente des aciéries aux États-Unis a amené de récents conflits sociaux, qui viennent de se terminer par un accord avec le « Committee for industrial organisation » stipulant le salaire minimum journalier (5 dollars), la semaine de 40 heures et un sursalaire (50 % pour les heures supplémentaires d'un contrat collectif pour les ressortissants de l'industrie de l'acier. Ces négociations, qui ont jusqu'ici abouti avec l'*United States Steel Corporation*, représentent, pour un demi-million d'ouvriers (au moins), un accroissement de salaires qui atteint près de 2 milliards et demi de francs (au change moyen de 1937). Il est vrai que, depuis le nouvel essor de la sidérurgie américaine, les producteurs d'acier ont réalisé — rien que pour l'année 1936 — plus de 3 milliards de nos francs. C'est la *Carnegie Illinois Steel* qui vient en tête, car sa production est, comme tonnage, la plus forte du monde.

LE DÉVELOPPEMENT DE LA LOCOMOTION AÉRIENNE EST CONDITIONNÉ PAR LA SÉCURITÉ TECHNIQUE

Par A. VERDURAND

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Le problème de la sécurité en aviation se présente sous des aspects différents, suivant qu'on envisage soit le fonctionnement des organes de l'appareil, soit l'équipement du réseau aérien : infrastructure ; soit l'emploi de nouvelles méthodes de navigation plus scientifiques, par suite plus précises : radiophares de guidage (1), radiogoniométrie (2), dispositifs d'atterrissage par temps de brume (3) ; soit, enfin, l'organisation des services d'exploitation : liaisons radiotélégraphiques, prévisions météorologiques, contrôle des mouvements des avions en vol par le « dispatching » (4). La sécurité de la locomotion aérienne constitue un vaste domaine où apparaît, en premier lieu, le problème de la stabilité proprement dite des appareils dans les trois dimensions de l'espace (cabré ou piqué, inclinaison latérale, virages ou lacets) et celui de leur résistance mécanique aux efforts aérodynamiques, parfois excessifs en cas de mauvais temps. D'autre part, comme l'augmentation de la « finesse » (5) des avions a rendu plus délicats l'envol et la prise de contact avec le sol, est apparu comme indispensable l'emploi de dispositifs spéciaux ayant pour but d'augmenter à la fois la « portance » et la « traînée » de l'aile à l'atterrissage : volet d'intrados (6), aile à fente (7), et l'effort de traction au décollage : hélice à pas réglable en vol (8). La régularité de marche des moteurs constitue enfin la condition essentielle à la sécurité de toute traversée ; elle résulte des nombreux et récents progrès réalisés notamment par la métallurgie, le dessin des pièces, la préparation des carburants, la fabrication des huiles de graissage et des nouveaux isolants pour bougies, la lutte contre le givrage (9), etc...

EN 1928, il y a eu, sur le réseau aérien français, 14 morts parmi les équipages et 9 morts parmi les passagers, pour 9 700 000 passagers/km, soit 1 mort pour 420 000 passagers/km et 1 passager tué pour 1 080 000 passagers/km.

En 1935, il y a eu, sur le même réseau, 8 morts parmi les équipages et 1 mort parmi les passagers, pour 38 700 000 passagers/km, soit 1 mort pour 3 870 000 passagers/km et 1 passager tué pour 38 700 000 passagers/km.

Autrement dit, la sécurité est aussi élevée

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 189, page 204.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 192.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 218, page 124.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 228, page 435.

(5) Pendant son déplacement, l'avion est soumis, de la part de l'air, à une résistance dont la composante verticale, la *poussée*, est utilisée pour la sustentation, et la composante horizontale, la *traînée*, s'oppose à l'avancement. La *finesse* aérodynamique est donnée par le rapport de la poussée à la traînée.

(6) Voir *La Science et la Vie*, n° 206, page 97.

(7) Voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 275.

(8) Voir *La Science et la Vie*, n° 183, page 235.

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

dans les transports aériens que dans les transports terrestres et maritimes. Seule, la très large publicité donnée aux accidents aériens (dont la plupart ne concernent d'ailleurs pas les avions de transport public) entretient cette opinion que les voyages aériens exposent à de grands risques.

Il n'entre pas dans le cadre de cet article de décrire les procédés et les organisations mis en œuvre sur les lignes aériennes pour assurer cette sécurité.

Nous nous bornerons à indiquer les dispositions adoptées sur les avions modernes pour assurer la sécurité de vol proprement dite, c'est-à-dire pour assurer la stabilité de l'avion, sa résistance aux efforts auxquels il est soumis, sa facilité de décollage et d'atterrissage, et la régularité de marche de ses moteurs. Ce sont là, en effet, les conditions primordiales de la sécurité de vol.

Stabilité des avions

Lorsqu'un navire se trouve dans la tempête, son pilote n'a pas, sauf cas exceptionnels, à se préoccuper d'assurer sa stabi-

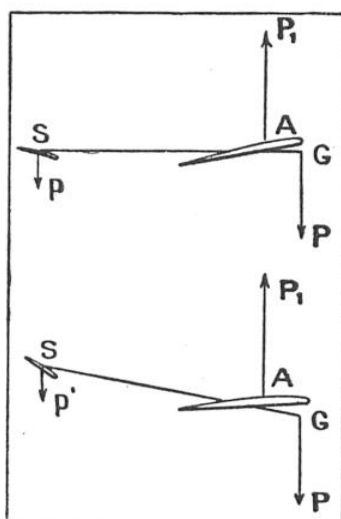


FIG. 1. — COMMENT EST ASSURÉE LA STABILISATION EN PROFONDEUR

Lorsque l'avion tend à piquer, la poussée p sur le stabilisateur arrière augmente. Le poids P de l'avion étant constant, l'équilibre tend à se rétablir.

lité propre que les navires, mais le problème est infiniment plus complexe.

La stabilité d'un avion pose trois problèmes qui correspondent aux trois effets possibles de la houle aérienne :

Le cabré ou le piqué de l'avion (tangage) ;
Son inclinaison à droite ou à gauche (roulis) ;

Ses virages à droite ou à gauche (lacet).

A chacune de ces oscillations correspond une stabilité appelée :

- Stabilité en profondeur pour la première ;
- Stabilité transversale pour la seconde ;
- Stabilité de route pour la troisième.

1° La stabilité en profondeur

La figure ci-dessus représente schématiquement un avion réduit à son aile A et à son stabilisateur S , le fuselage qui les réunit étant représenté par son axe GA .

On voit que le stabilisateur (plan fixe de queue) a une incidence négative, c'est-à-dire de sens opposé à celle de l'aile A . En vol horizontal, l'air exerce donc sur le stabilisateur une poussée p dirigée vers le bas, donc de sens opposé à la portance P_1 de l'aile. Celle-ci équilibre la poussée p et le poids P de l'avion. Le fuselage forme ainsi le fléau d'une balance à bras inégaux, qui est en équilibre dans la position horizontale sous l'action des forces P et p .

lité. Ses formes ont été dessinées de telle façon que, chaque fois qu'il prend une inclinaison sous le choc d'une vague, la poussée statique de l'eau du côté opposé a pour effet de le redresser automatiquement.

Les ingénieurs de l'aéronautique se sont naturellement préoccupés d'attribuer les avions des mêmes qualités de stabilité.

Supposons qu'un remous fasse brusquement piquer l'avion et l'amène dans la seconde position de la figure. En se relevant, la queue de l'avion augmente l'incidence négative du stabilisateur. La poussée p augmente donc et devient p' . Comme le poids P de l'avion n'a pas changé, l'équilibre de la balance est rompu en faveur de la poussée p' qui tend à faire abaisser la queue et à ramener l'avion à l'horizontale.

Le phénomène inverse se produirait si l'avion cabrait.

Ajoutons que le stabilisateur joue en même temps le rôle d'amortisseur, car, pendant ces oscillations, son frottement sur l'air amortit le mouvement oscillatoire.

La position de l'axe du moteur joue également un rôle dans la stabilité longitudinale. Cet axe, suivant lequel s'exerce la traction T de l'hélice, est légèrement dirigé vers le haut (voir figure 2). En sorte que, lorsque le pilote ouvre en grand la manette des gaz, la traction T de l'hélice est assez forte pour cabrer légèrement l'avion. L'incidence de l'aile augmente et, par conséquent, la portance P_1 s'accroît : l'avion se met automatiquement en montée. Si le pilote ferme progressivement les gaz, l'incidence diminue et, en même temps, la pente de montée. Au régime de croisière du moteur, l'avion se met de lui-même en vol horizontal. Enfin, si le pilote ferme les gaz, l'incidence diminue et l'avion se met en descente.

On voit que, sur un avion bien réglé, le pilote n'a pas besoin de toucher aux gouvernes pour mettre l'avion en montée, en vol horizontal ou en descente : il lui suffit d'agir sur la manette des gaz.

2° Stabilité transversale

Cette stabilité s'obtient en relevant les ailes de l'avion de façon à leur donner la forme d'un V.

Quand l'avion vole normalement, les portances P_1 et P_2 produites par chaque aile sont égales (fig. 3). Si l'avion s'incline à gauche, l'incidence de l'aile gauche augmente à mesure qu'elle s'abaisse, tandis que dimi-

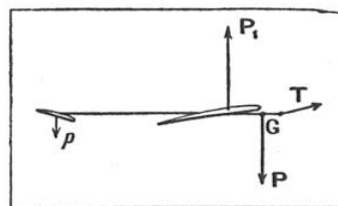


FIG. 2. — LA TRACTION DE L'HÉLICE CONTRIBUE À ASSURER LA STABILISATION LONGITUDINALE DE L'AVION. La traction T de l'hélice, inclinée vers le haut, tend à relever l'avion. Le pilote modifie l'intensité de cette traction en faisant varier le régime du moteur.

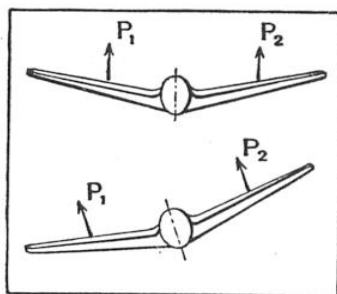


FIG. 3. — STABILITÉ TRANSVERSALE D'UN AVION

Les ailes de l'avion faisant un V, si l'appareil s'incline à gauche, l'incidence de l'aile gauche croît, celle de l'aile droite diminue. La portance P_1 devient plus grande que P_2 et l'avion se redresse.

3° Stabilité de route

Cette stabilité est assurée par le plan de dérive vertical fixé à l'arrière du fuselage. Nous ne saurions mieux montrer son action qu'en exposant la façon dont il stabilise le cap d'un avion bimoteur, en cas de panne d'un moteur.

Sur ces avions, les axes des moteurs convergent sur le plan de dérive, de telle façon que celui-ci reçoit sur chacune de ses faces le souffle d'une hélice (fig. 4).

Quand les deux moteurs sont en marche, ils engendrent ainsi sur le plan de dérive des poussées P_1 et P_2 , qui s'équilibrent. Mais si,

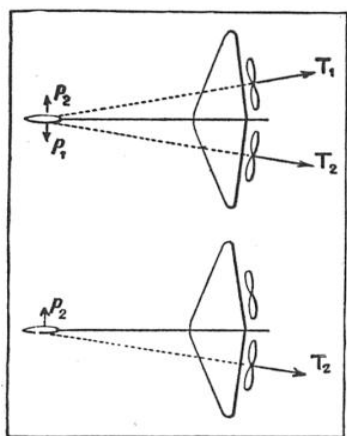


FIG. 4. - STABILITÉ DE ROUTE D'UN AVION BI-MOTEUR
L'arrêt du moteur T_1 ne laisse subsister que la traction T_2 et la poussée P_2 sur le stabilisateur vertical arrière. Ces deux forces opposent leur action sur la direction de l'avion.

nuel l'incidence de l'aile droite qui se relève. La portance P_1 de l'aile qui s'abaisse devient donc plus grande que la portance P_2 de celle qui se relève. Cette différence des portances tend donc à ramener constamment l'avion à sa position d'équilibre.

quelques indications, donner une idée des moyens dont dispose l'ingénieur pour construire un avion qui soit stable à tous les régimes de marche, c'est-à-dire qui revient de lui-même à sa position d'équilibre sans que le pilote ait besoin d'agir sur les gouvernes lorsqu'une cause quelconque tend à détruire son équilibre. En réalité, chacun des trois problèmes de stabilité est extrêmement complexe, et si des progrès considérables ont été réalisés sur les avions modernes, il reste, cependant, quelques inconnues qui n'ont pas encore été déterminées. Ceci explique que l'intervention du pilote soit encore nécessaire en cas de très mauvais temps.

Rappelons d'ailleurs que la stabilité presque parfaite des avions modernes a permis de remplacer le pilote par un stabilisateur automatique actionné par des gyroscopes. Ce stabilisateur suffit pour donner à l'avion désaxé cette impulsion destinée

à accélérer le redressement que la stabilité propre de celui-ci risquerait parfois de réaliser trop lentement. Ainsi, grâce à la stabilité de forme, complétée par le stabilisateur automatique, le pilote d'un avion moderne n'a plus, en croisière, qu'à surveiller le cap de son appareil et à calculer de temps en temps sa position sur sa route.

Résistance des avions aux efforts aérodynamiques

Les efforts anormaux qu'un avion est exposé à subir sont ceux qui proviennent des rafales d'une tempête. Voyons donc comment agissent ces rafales. Représentons une aile d'avion AM en vol normal (fig. 5). L'air frappe cette aile suivant une direction et avec une vitesse représentées par la flèche V , de sens opposé à la vitesse de l'avion. L'angle de cette direction V avec

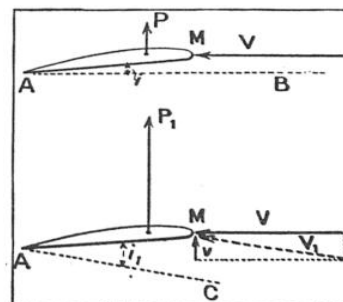


FIG. 5. — DIAGRAMME DES EFFORTS EXERCÉS SUR UNE AILE D'AVION

Une rafale de vent de vitesse v se combine avec la vitesse V due au déplacement de l'avion et donne une résultante V_1 correspondant à une incidence i_1 plus grande que i , d'où une portance P_1 de beaucoup supérieure à P . L'effort supporté par l'aile est accru dans les mêmes proportions.

l'aile de l'avion est l'angle d'incidence i .

En première approximation, on peut dire que la portance P de l'aile est proportionnelle à l'angle d'incidence i et au carré de la vitesse V^2 . Si la vitesse est très grande, il suffira

donc d'un angle d'incidence très petit pour engendrer la portance P , qui est égale au poids de l'avion lorsque celui-ci vole horizontalement en air calme.

Supposons qu'une brusque rafale frappe l'aile de l'avion par-dessous. La direction et la vitesse de cette rafale sont représentées sur la figure 5 par la flèche v . La vitesse v de la rafale, combinée avec la vitesse V due au déplacement de l'avion, imprime au courant d'air qui frappe l'aile une vitesse V_1 , qui est la résultante de V et de v . Cette vitesse V_1 fait avec l'aile un angle d'incidence i_1 , beaucoup plus grand que i . Comme la rafale est très brutale, la vitesse V de l'avion n'a pas le temps de diminuer, si bien que la portance croît brusquement à une valeur P_1 , qui est beaucoup plus grande que P . Pour les petits angles, c'est-à-dire pour les grandes vitesses, la portance est proportionnelle à l'incidence : une brusque rafale peut donc multiplier la portance par 5, par 10 et même par 15. Tout se passe comme si les ailes avaient brusquement à porter un avion 5, 10 ou 15 fois plus lourd. On devra, en conséquence, donner aux longerons d'ailes des dimensions qui leur permettent de résister à ces efforts.

Toutefois, s'il leur fallait résister à un effort égal à 15 fois le poids de l'avion, celui-ci serait si lourd qu'il ne pourrait pas transporter de charge commerciale. Heureusement, la forme des ailes est telle qu'au-dessus d'une incidence de 15 à 20°, suivant les profils, la portance diminue. On a ainsi un moyen de limiter les efforts sur les ailes d'un avion qui vole dans la tempête : il suffit que le pilote réduise sa vitesse. S'il passe d'une vitesse de 300 km à une vitesse

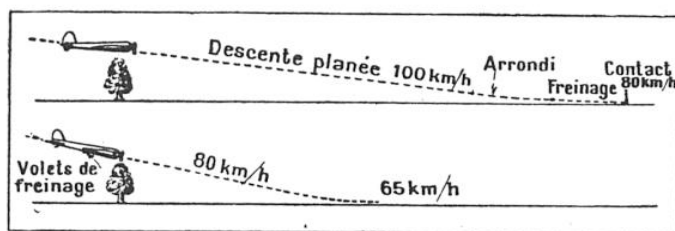


FIG. 6. — EN AUGMENTANT LA PORTANCE ET LA RÉSISTANCE À L'AVANCEMENT (TRAINÉE) D'UN AVION, ON RÉDUIT LA VITESSE ET L'ESPACE NÉCESSAIRE À L'ATERRISSAGE, D'OU UNE SÉCURITÉ ACCRUE

respondant à 300 km était de 2°, l'incidence correspondant à 200 km sera de 4°30' (1). Si l'incidence au delà de laquelle la portance diminue est de 15°, on voit que, à la vitesse de 200 km, une rafale violente pourra, au maximum, tripler l'effort de portance auquel les ailes devront résister.

Ainsi la sécurité de l'avion, lorsqu'il doit résister aux efforts dus aux rafales, est obtenue en le dotant d'un grand écart de vitesse, qui permet au pilote de réduire la vitesse de près de moitié lorsqu'il traverse une tempête, et de limiter ainsi les efforts que les ailes auront à supporter à un maximum très inférieur à leur charge de rupture.

Sécurité au décollage et à l'atterrissage

Pour réaliser des avions économiques qui atteignent une grande vitesse avec une puissance modérée, il a fallu accroître de plus en plus leur finesse.

Les avions très fins ont un défaut connu de tous les pilotes : à l'atterrissage, ils arrivent au sol suivant une pente très faible, puis ils placent longtemps avant de poser leurs roues ; après quoi, ils rouleraient sur une distance considérable si leurs roues n'étaient pas dotées de freins, lesquels, d'ailleurs, n'ont d'ef-

fet que lorsque la vitesse est déjà assez réduite pour que les roues exercent sur le sol une pression assez forte.

De telles conditions d'atterrissage nécessiteraient, si l'on n'avait pas trouvé les moyens de remédier à ces défauts, des aéroports très vastes et bien dégagés et des

(1) Ce raisonnement n'est pas absolument rigoureux, car il a fallu le simplifier pour expliquer de façon simple le mécanisme des phénomènes mis en jeu par les manœuvres de défense contre les rafales.

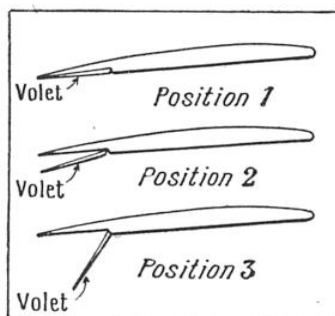


FIG. 7. — LE RÔLE DU VOILET DE COURBURE

1, position de marche. En position 2, il accroît la portance de 70 % sans augmenter beaucoup la trainée. En 3, il accroît à la fois portance et trainée, ce qui facilite l'atterrissage.

pilotes exceptionnellement habiles.

Pour qu'un avion fin atterrisse facilement, même sur un terrain court et entouré d'obstacles, il faut trouver le moyen d'augmenter à la fois sa portance et sa traînée lorsqu'il approche du sol. En augmentant la portance de l'aile, on permet à

l'avion de descendre à une vitesse plus réduite. En augmentant sa traînée — ou, si l'on préfère, sa résistance à l'avancement, — on oblige le pilote à piquer davantage pour conserver à l'avion la vitesse minimum au-dessous de laquelle il ne peut plus se sustenter. De cette façon, l'avion descend suivant une pente plus forte, ce qui lui permet de se poser plus près des obstacles qui entourent le terrain, et il arrive au sol avec une vitesse moins grande, ce qui lui permet de se poser

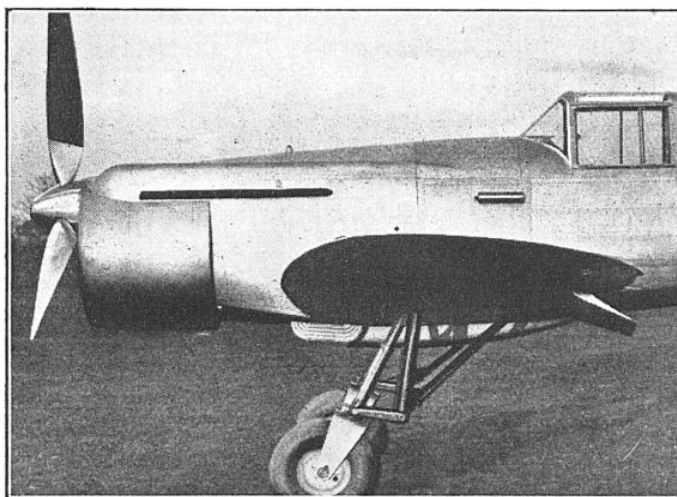


FIG. 8. — VOLET DE COURBURE OUVERT SOUS L'AILE

beaucoup plus tôt et de rouler moins longtemps (voir figure 6). De nombreux dispositifs ont été imaginés pour augmenter la portance et la traînée de l'aile. Celui qui est utilisé sur les avions de transport est le volet d'intrados, situé près du bord de fuite (fig. 7).

En vol normal, le volet

est collé contre l'aile dans la position 1.

Dans la position 2, il augmente la portance d'environ 70 % sans augmenter beaucoup la traînée.

Dans la position 3, il augmente à la fois la portance et la traînée.

La position 2 est utilisée au départ, pour permettre à l'avion de décoller sur un espace plus court et de monter suivant une pente plus forte.

La position 3 est utilisée à l'atterrissage

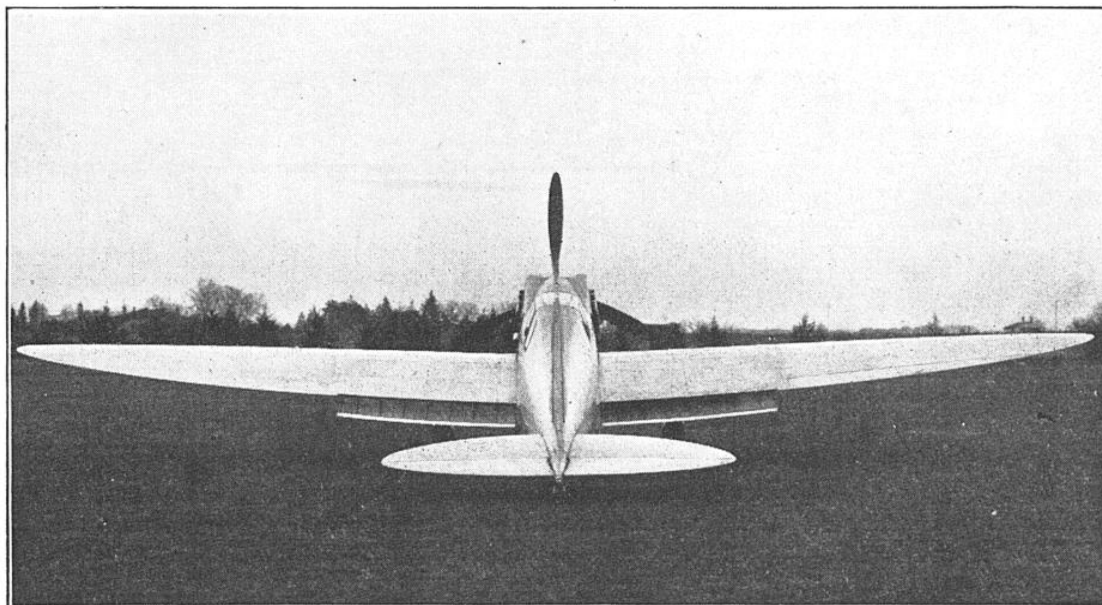


FIG. 9. — VUE ARRIÈRE DE L'AVION-CANON DEWOITINE « D.-513 » MONTRANT LES VOLETS DE COURBURE SITUÉS À L'ARRIÈRE DES AILES PRÈS DU BORD DE FUITE

pour les motifs indiqués plus haut.

Ajoutons que l'emploi d'hélices à pas réglable en vol a contribué, dans de fortes proportions, à la sécurité du décollage. L'hélice à pas constant était adaptée au vol de croisière, de façon à assurer la plus faible consommation de combustible au cours d'un voyage. Il en résultait que son rendement était mauvais au décollage et en montée, parce que son effort de traction est alors trop faible. L'hélice à pas réglable permet d'augmenter, dans de fortes proportions, l'effort de traction au décollage et en montée, et, par conséquent, de décoller plus court et

(bougies, magnétos, rampes d'allumage, carburateurs, culbuteurs, canalisations, etc.) soient visités par un mécanicien spécialisé. Il ne pouvait fonctionner plus de 30 à 50 heures sans être démonté pour décalaminer les pistons et culasses, pour roder les soupapes, pour remplacer les axes, les coussinets et les segments usés, etc. Les moteurs modernes, employés sur les avions de transport, peuvent fonctionner pendant 50 heures sans qu'il soit besoin de visiter leurs accessoires, et pendant 500 heures sans qu'il soit besoin de les démonter ; encore les premières révisions n'entraînent-elles que

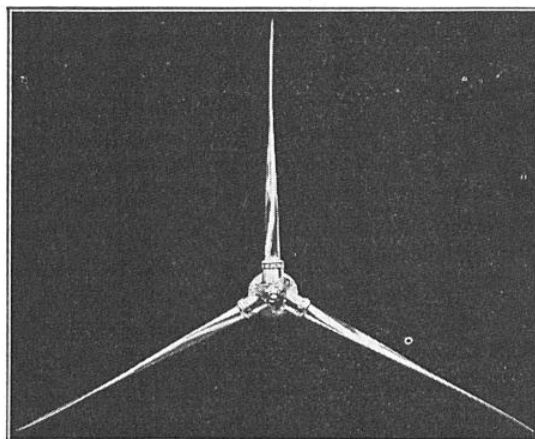
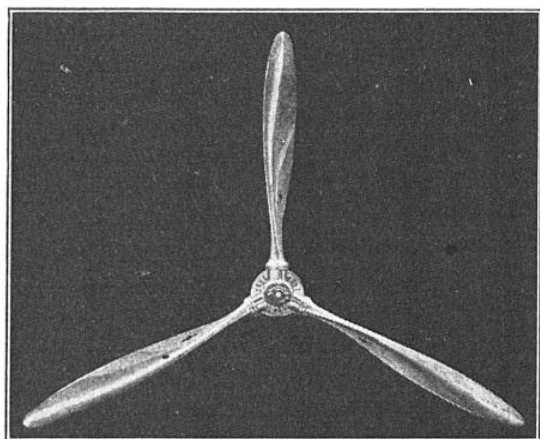


FIG. 10. — HÉLICE « RATIER » A PAS RÉGLABLE EN VOL

A gauche, position normale en vol ; à droite, position dite « en drapeau » où l'hélice est effacée. Cette position est utilisée sur les avions multimoteurs, en cas d'arrêt d'un moteur. On évite ainsi tout effet de freinage déséquilibré produit par l'hélice arrêtée et les efforts sur l'arbre.

de monter plus rapidement. On conçoit combien la sécurité s'en trouve accrue, lorsqu'on doit décoller sur un terrain de dimensions réduites et entouré d'obstacles. C'est pourquoi les avions modernes sont tous dotés d'hélices à pas réglable en vol. Actuellement, on travaille à rendre réversible le pas de ces hélices. Lorsque ce résultat aura été obtenu, le pilote disposera pour la descente et l'atterrissage d'un frein aérodynamique infiniment plus puissant que les volets de freinage et les freins de roues.

Régularité de marche des moteurs

Pour les longues traversées au-dessus des océans ou des zones désertiques, la sécurité repose, avant tout, sur la régularité de marche des moteurs. A la fin de la guerre, malgré les énormes progrès déjà accomplis, un moteur d'avion ne pouvait marcher plus de 5 ou 6 heures sans que ses accessoires

rarement des remplacements de pièces.

Il faudrait un volume pour exposer les progrès réalisés dans la métallurgie, les carburants, les huiles de graissage, les carburateurs, les formes des organes mécaniques et leurs modes d'usinage, les dispositifs de graissage, les isolants, etc., qui ont conduit à ces résultats si remarquables. Nous nous bornerons donc à en indiquer quelques-uns des plus caractéristiques, en même temps que les heureuses conséquences qu'ils ont entraînées.

Dans les moteurs de la fin de la guerre, les parties qui fatiguaient le plus étaient les soupapes d'échappement, qui travaillaient en permanence au rouge sombre, et les surfaces frottantes, spécialement les cylindres, les pistons et les paliers de vilebrequin qui s'usaient alors rapidement. Ce sont surtout ces pièces-là qui imposaient des démontages fréquents.

Pour augmenter les résistances des soupapes et de leurs sièges, on a d'abord recherché des aciers qui conservent leurs qualités de résistance et d'élasticité au rouge sombre ; puis on a dessiné les tulipes des soupapes de façon à supprimer les points faibles où se produisaient des ruptures systématiques ; puis on a amélioré le refroidissement des sièges des soupapes soit par l'eau, soit par l'air, suivant le mode de refroidissement du moteur. On a amélioré le refroidissement de la soupape elle-même en la dotant d'une tige creuse dans laquelle on insère un sel qui fond à la température de fonctionnement, et qui refroidit la tulipe en utilisant comme radiateur la partie de la tige extérieure à la chambre d'échappement. Enfin, on a trouvé le moyen de déposer sur le siège et sur la partie de la soupape un alliage extrêmement dur, qui ne subit aucune usure malgré le martellement continu de ces surfaces. On est ainsi arrivé à établir des soupapes d'échappement capables de fonctionner sans défaillance pendant plus de 500 heures.

L'usure rapide des surfaces de frottement des pistons, cylindres, paliers de vilebrequins tenait principalement à ce que les huiles de graissage se chargeaient progressivement de résines qui obstruaient les canaux de graissage, ou qui se déposaient dans les gorges des segments et les coinçaient, et de particules de charbon qui, à leur passage entre les surfaces en frottement, agissaient comme un abrasif. Ces résines et ces particules de charbon provenaient de certains éléments constitutifs des huiles de graissage qui, aux températures régnant sur les pistons, subissaient une transformation chimique. On a donc étudié en laboratoire les transformations que la chaleur fait subir aux huiles de graissage, et on a recherché les moyens de les

« stabiliser », c'est-à-dire de les rendre insensibles aux effets de la chaleur. On a d'abord cherché à obtenir ce résultat par addition de certains produits qui modifient la composition chimique des éléments sensibles à l'effet de la chaleur de façon à les rendre stables. On a cherché également à modifier leur nature et leurs propriétés par un traitement électrique. Après de longues années de recherches, on a abouti, dans ces deux voies, à établir des huiles stabilisées qui conservent leur pouvoir lubrifiant aux températures élevées existant dans les cylindres. Ces huiles conservent en fonctionnement une

telle pureté que les gommages de segments ont pratiquement disparu, et que les usures des parties frottantes sont devenues extrêmement faibles.

Les progrès essentiels ainsi réalisés sur les soupapes et sur les huiles ont été les plus importants pour réduire l'usure des organes de moteurs et, par suite, pour augmenter dans de larges limites

l'intervalle entre deux visites et entre deux révisions consécutives.

Il faut y ajouter les progrès réalisés en même temps sur les isolants des bougies, qui, elles aussi, sont soumises à des températures extrêmement élevées. Ces progrès ont été indispensables pour permettre les vols de longue durée tels que les vols transatlantiques. Il faut d'ailleurs remarquer que sur les avions transatlantiques les moteurs sont accessibles, et que le mécanicien peut, sans difficulté, remplacer une bougie ou une magnéto.

Un danger sérieux des voyages aériens en saison froide est le givrage (1) du carburateur. Ce givrage consiste en un dépôt de glace qui se produit sur les parois de la buse d'aspiration ou bien autour du gicleur. Naturellement, ce dépôt, qui se forme parfois très rapidement, diminue considérablement

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

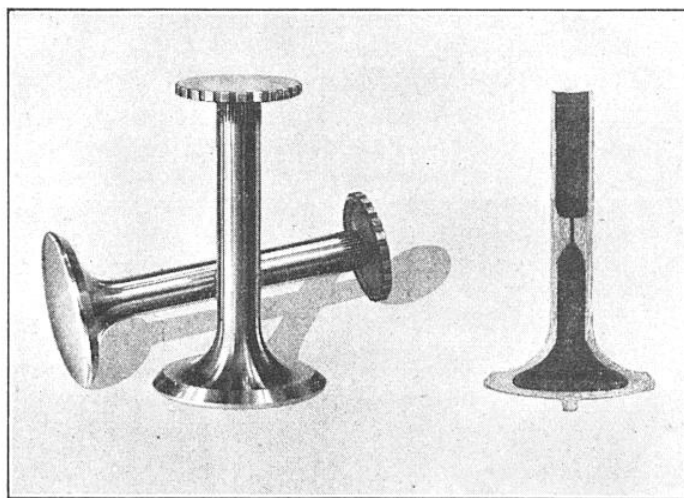


FIG. 11. — VUE ET COUPE DE SOUPAPES STELLITÉES A TIGE CREUSE CONTENANT DU SODIUM MÉTALLIQUE, QUI ASSURE UNE MEILLEURE ÉVACUATION DES CALORIES

la puissance du moteur et peut même provoquer la panne complète. Ce dépôt se produit de la façon suivante. L'aspiration des cylindres provoque une dépression dans la buse du carburateur. Cette détente de l'air abaisse sa température. Mais l'évaporation de l'essence, qui absorbe de la chaleur, diminue encore davantage la température autour du gicleur. Si l'air aspiré est déjà froid et humide, cet abaissement de température provoque un dépôt d'humidité sur les parois de la buse et sur le gicleur, et cette eau peut se congeler si la température s'abaisse suffisamment. Le remède qui vient naturellement à l'esprit consiste à réchauffer l'air aspiré en lui faisant lécher le pot d'échappement. Mais ce remède n'est pas toujours suffisant, car on ne peut pas le réchauffer au delà d'une certaine limite sans réduire dans des proportions excessives le poids d'air aspiré par cylindrée, et par suite la puissance du moteur. Il peut donc arriver qu'un moteur, même à carburateur réchauffé, finisse par givrer s'il fonctionne trop longtemps dans un air très froid et très humide. Ce risque disparaîtra complètement le jour où les moteurs à carburateurs seront remplacés par des moteurs à injection directe dans les cylindres. Déjà plusieurs types de moteurs à injection d'essence sont en essai en France, en Angleterre et aux Etats-Unis. On en attend une diminution importante de la consommation par cheval-heure.

Il faut ajouter que la sécurité de fonctionnement des groupes motopropulseurs a été accrue dans des proportions considérables par les innombrables progrès de détail réalisés sur les accessoires d'équipement : magnétos, canalisations, réservoirs, dispositifs d'alimentation, dispositifs de refroidissement, commandes des gaz, etc. On peut dire que, pendant longtemps, la moitié des pannes de moteurs provenait de ces accessoires dont la mise au point a également demandé de longues années d'expériences et d'efforts. Nous en donnerons deux exemples choisis parmi les plus caractéristiques. Les canalisations d'essence, d'eau et d'huile, fixées le long des membrures et des parois de l'avion, sont soumises à des vibrations continuelles. Pendant longtemps, ces vibrations provoquaient des ruptures de canali-

sations. On y remédia d'abord en plaçant des joints de caoutchouc aux « ventres » de vibrations. Ces joints, à leur tour, provoquèrent des pannes parce que l'essence et l'huile dissolvent peu à peu le caoutchouc et que cette dissolution finit par obturer les canalisations. Ces deux causes de pannes ne disparurent que le jour où l'on sut fabriquer des joints souples insensibles à l'action de l'essence et de l'huile, et où l'on sut déterminer, avec précision, les positions de tous les ventres de vibrations des canalisations.

Une autre cause de panne provient de ce que les parties les plus volatiles de l'essence provoquent, en cas de forte chaleur, la formation de poches de vapeur dans les canalisations et, par suite, le désamorçage des pompes d'alimentation. Pour supprimer cette cause de panne, il a fallu sélectionner les essences de façon à éliminer celles qui sont trop volatiles. Il a fallu également placer les canalisations d'essence et les cuves des carburateurs dans des endroits suffisamment ventilés, et employer de préférence des pompes d'alimentation fonctionnant par refoulement plutôt que par aspiration.

Cette énumération de quelques problèmes intéressant la sécurité ne donne d'ailleurs qu'une faible idée de la somme incalculable de recherches théoriques, d'expériences de laboratoire, d'essais au banc et en vol qui ont été nécessaires pour aboutir au degré de sécurité actuellement atteint. Le travail de l'inventeur ne constitue d'ailleurs qu'une partie de l'œuvre nécessaire ; l'autre partie, non moins importante, étant représentée par la perfection de l'usinage, aussi bien pour la fabrication des matériaux utilisés que pour l'ajustage des pièces assemblées.

Encore n'avons-nous abordé ici qu'une face du problème de la sécurité, celle qui est représentée par le fonctionnement impeccable de tous les organes de l'avion. L'autre face est constituée par l'équipement du réseau aérien, par l'organisation des services d'exploitation, et par l'emploi de méthodes de navigation de plus en plus sûres. Elle représente un domaine de recherches au moins aussi vaste que celui dont nous avons esquissé les lignes principales.

A. VERDURAND.

Pour satisfaire aux besoins d'une Allemagne qui compte plus de 67 millions d'habitants, le ministre de l'Economie du Reich s'efforce de faire passer, par l'artifice des revendications, l'effort révisionniste du plan politique sur le plan économique. Ce programme, en atténuant l'autarchie, diminuerait, par le fait même, les causes « d'explosion d'un peuple étouffant sur un territoire insuffisant pour lui... »

PRENONS L'ÉCOUTE

PROJET D'HYDRAVION TRANSATLANTIQUE FRANÇAIS

Il est incontestable que les Etats-Unis et la Grande-Bretagne ont pris les devants dans l'établissement de la future ligne aérienne transatlantique Europe-Amérique du Nord qu'ils se proposent d'exploiter en « pool ». Avant la fin de l'année courante, cette liaison régulière par voie des airs sera, dit-on, un fait accompli en moins de 20 heures (1). La France, avons-nous dit (2), est en retard à ce point de vue. Nous n'en sommes encore qu'aux projets, en dépit de la commande toute récente du Ministère de l'Air à la Société C. A. M. S. (3), d'un hydravion gros porteur destiné à exploiter commercialement la future ligne transatlantique. Il s'agit d'un appareil monoplan à coque centrale à six moteurs (« 12 Y-21 » sans doute) capables de développer au sol près de 5 000 ch. L'équipement comprendra évidemment tous les dispositifs les plus perfectionnés décrits ici (4), au fur et à mesure de leur mise au point, concernant l'hypersustentation : fente avant, volets arrière, volets avant, ailerons à fente. Au point de vue aérodynamique, sa *traînée* ne sera que de 1,8 (environ) ; son *envergure* de 46 m, sa *profondeur* de 7 m, son allongement de 8 m. Il devra peser au maximum 40 t. Quant au rayon d'action, on estime qu'il sera de l'ordre de 6 000 km (avec vent debout de 60 km/h) à une vitesse de croisière qui ne doit pas être inférieure à 300 km/h (la vitesse maximum étant de 350 km/h) en naviguant pratiquement à une altitude de 5 500 m (plafond). Ainsi, ce futur paquebot aérien pourrait emporter dans ses flancs 20 passagers et 6 hommes d'équipage et un fret d'au moins 2 t. Afin de faciliter (au départ) l'opération souvent redoutable du décollage, les ingénieurs français ont prévu un système de radiateurs qui fonctionnera lorsque les moteurs tourneront « plein gaz » au départ et s'escamotera lorsqu'ils marcheront au régime économique en cours de route, car alors le refroidissement peut être assuré par des radiateurs à air disposés dans le bord d'attaque du monoplan. Tel est le programme de ce puissant et rapide hexamoteur dont le devis atteindra 20 millions au moins. Les études et essais préliminaires nécessiteront de nombreux mois, de telle sorte qu'il ne sera pas prêt à entrer en service avant deux ans peut-être ! A cette époque, les Anglo-Saxons auront sans doute déjà leurs « courriers » réguliers entre Londres et New York, sans oublier les Allemands qui « travaillent » en grand secret les solutions qu'ils estiment devoir le mieux répondre aux problèmes posés par cette entreprise commerciale dont la réalisation marquera une étape mémorable dans l'histoire des transports de l'humanité (5).

(1) Le célèbre aviateur anglais Jim Mollison a déclaré récemment qu'il n'était pas aussi optimiste à ce point de vue. Il a ajouté que les futurs avions transatlantiques devraient assurer une autonomie d'au moins 6 500 km. Il a également critiqué l'organisation actuelle de la météo, qui ne fournit, dit-il, aux navigateurs, que des renseignements insuffisants ou inexacts. Il a enfin insisté sur le facteur déterminant du succès, à savoir celui concernant la connaissance du régime des vents, aux différentes époques, sur l'Océan, soit qu'on le parcoure d'ouest en est ou inversement. Reste aussi à déterminer l'altitude optimum pour ces voyages aériens régulièrement effectués entre les deux continents comme par les paquebots.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 220.

(3) Chantiers aéro-maritimes de la Seine.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 237, et n° 226, page 275.

(5) L'année 1937 enregistre déjà des vols d'expérience poursuivis d'accord avec les compagnies aériennes américaines et anglaises. Certains appareils (avions, hydravions) sont en construction : les

DIRIGEABLES ET AVIONS DE TRANSPORT

Aux Etats-Unis, le docteur Eckener, le célèbre directeur de la firme « Zeppelin », a tenté auprès des autorités américaines d'introduire le dirigeable sur certaines lignes aériennes du Nouveau Continent, surtout qu'il existe depuis peu, à Akron, une Société « Goodyear-Zeppelin » dans laquelle le constructeur allemand possède d'importants intérêts. Il s'est heurté, dit-on, à l'opposition irréductible des compagnies aériennes qui ont démontré aux membres du gouvernement fédéral qu'il valait mieux pousser activement l'exploitation par le « plus lourd que l'air » que de se risquer dans le domaine du « plus léger que l'air ». On sait que certains constructeurs américains considèrent, en effet, que l'avenir des transports commerciaux par voie aérienne reviendra, selon eux, aux hydravions de fort tonnage, allant jusqu'à 100 t et qu'en dehors de là il n'y a pas de salut. Or, la « Société Zeppelin », dont les ateliers de Friedrichshafen viennent d'être agrandis, annonce qu'elle a décidé d'établir un service régulier par dirigeables entre l'Europe et les Indes pendant la belle saison. De telle sorte qu'elle compte avoir, d'ici la fin de 1938, en exploitation trois lignes transcontinentales : Europe-Amérique du Sud (déjà en service) ; Europe-Amérique du Nord ; Europe-Asie (méridionale). La construction des futurs aéro-nefs se poursuit activement de façon à ce qu'avant 1939 la flotte aérienne comporte quatre dirigeables : l'*Hindenburg* actuel et les Zeppelins *L. Z.-130, 131 et 132*, pourvus des derniers perfectionnements techniques apportés dans leur équipement et leur construction, à la suite des expériences concluantes poursuivies ces dernières années, au cours des voyages régulièrement effectués entre l'Allemagne et l'Amérique du Sud. C'est le capitaine Lehmann, le technicien éminent et collaborateur intime du docteur Eckener, qui a établi le programme des futurs paquebots aériens. Quant au *Graf Zeppelin*, déjà ancien (il remonte à 1928) et trop lent, il ne serait plus utilisé pour les grandes traversées au-dessus des océans. Le dirigeable, dont nous avons exposé ici (1) les avantages et commenté les résultats pratiques d'exploitation (économie, capacité de transport, rayon d'action, sécurité, etc.), s'affirme comme un concurrent de l'avion et de l'hydravion commerciaux, en dépit des Américains, qui piètres navigateurs dans ce domaine, perdirent successivement leurs dirigeables dans des catastrophes mémorables.

LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ ET LA RADIO

Le développement de la radio aux Etats-Unis, comme moyen d'information pour diffuser les comptes rendus des manifestations sportives ou autres, est tel que le nombre des récepteurs simultanément « à l'écoute » — surtout les jours de grandes compétitions américaines de sport — exerce de ce fait une forte répercussion sur les réseaux de distribution d'électricité. Ces réseaux ont dû être équipés en conséquence pour répondre à la demande brutale et massive d'énergie non prévue en exploitation normale. Ainsi, à New York, tel match relativement récent entraîna un excès de consommation de plus de 340 000 kW.h en moins de six heures. Lors d'une autre réunion sportive mémorable (d'après les statistiques officielles concernant l'année 1935),

uns sont même assez curieux comme le composite de deux hydravions quadrimoteurs superposés de la Société Mayo. Leurs essais sont en cours et bientôt on pourra se faire une idée, d'après les résultats, des possibilités d'exploitation de la future ligne aérienne. Quant à l'infrastructure, la base de Shannon, en Irlande, est en voie d'aménagement. Les « Imperial Airways » commenceront par exploiter, à titre d'expérience, le tronçon Irlande-Terre-Neuve (*direct*) — le second itinéraire *indirect* passe par Açores et Bermudes — en liaison permanente par radio avec la station de T. S. F. de Foynes (à l'embouchure du Shannon). C'est là que sera établi à Ryauna l'aéroport pour avions et hydravions des lignes trans-atlantiques et que les techniciens britanniques affirment devoir être le mieux équipé du monde. Les expériences en cours sont subventionnées non seulement par l'Angleterre, mais aussi par les Etats-Unis et le Canada pour 200 millions de francs environ. Ryauna doit ainsi devenir sur notre vieux continent un centre de rayonnement de transports aériens en direction des grandes villes d'Europe, vers lesquelles ils draineront les passagers en provenance du nouveau monde. Rappelons que les « Imperial Airways » essaient actuellement un hydravion transatlantique *Short (Combria)* à quatre moteurs « Bristol Pegasus ».

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 27.

en une nuit, l'excédent d'électricité fournie par rapport à la même durée en temps normal avait atteint près de 275 000 kW.h. À la pointe correspondant à vingt-trois heures, on enregistra une consommation supplémentaire de l'ordre de 130 000 kW.h. Il y a lieu évidemment de tenir compte aussi de l'excédent d'éclairage en pareille circonstance, qui s'ajoute à la consommation d'énergie pour les radiorécepteurs. Ceci tend à démontrer que les secteurs ont trouvé, dans les auditeurs de la radiodiffusion, un supplément non négligeable de clientèle, puisqu'il a fallu prévoir des améliorations techniques dans l'équipement des réseaux pour répondre aux exigences de la consommation. Il est vrai qu'aux États-Unis il y a un poste de radio sur cinq habitants, alors qu'en France il n'y en a encore qu'un pour quatorze habitants.

PÉNURIE D'ACIER

La reprise économique dans de nombreux pays industriels et la réalisation en cours des nouveaux programmes d'armement des grandes nations militaires (matériel pour les armées de terre, de mer et de l'air) ont amené une recrudescence de demandes sur le marché des métaux ferreux, et par suite une hausse de la matière dont la Bourse américaine a enregistré la tendance avec la vigueur qui lui est coutumière, « surtout quand il s'agit de spéculation basée sur une tendance aussi marquée ». En Angleterre, le récent budget destiné à la défense nationale a pris au dépourvu les producteurs d'acier, et certains hauts fourneaux gallois ont dû être éteints faute de pouvoir être alimentés en minerai (1). En outre, loin de chercher à exporter, comme par le passé, la *British Iron and Steel Federation* s'efforce d'empêcher même la livraison à l'étranger des déchets de fer, de fonte et d'acier. Bien mieux, le gouvernement britannique a exempté de droits l'entrée des vieux rails importés sur son territoire. Grâce à des accords récents, les sidérurgistes d'outre-Manche espèrent conserver ainsi pour eux leurs matières premières indispensables et insuffisantes (malgré les offres extérieures et à des prix « raisonnables »). Quant aux États-Unis, ils ne sont plus exportateurs — pour l'instant du moins — et, même au chiffre record de 5 millions de tonnes d'acier par mois, ils ne peuvent suffire à leur consommation intérieure. Et il en est de même de l'Allemagne (2), où le marché est réglementé quant à l'emploi des fers et aciers au profit des fabrications de guerre (pour ce motif, l'achèvement du métropolitain en construction à Berlin est suspendu jusqu'à nouvel ordre). L'Italie et le Japon, puissances également militaires, se heurtent aux mêmes difficultés pour s'approvisionner en acier. Quant à la France, si riche en minerai et par suite bien placée sur le marché sidérurgique, nous attendons que le Comité des Forges veuille bien nous faire connaître les résultats obtenus en 1936, ainsi que la politique de production et des prix de la métallurgie française, pour l'avenir immédiat.

(1) À propos de la sidérurgie britannique, il faut mentionner qu'elle éprouve actuellement certaines difficultés pour s'approvisionner en minerais riches qu'elle mélange à ses propres minerais, assez pauvres, extraits de son sol. Privés des fournitures de l'Espagne notamment, les métallurgiques anglais ont cherché la matière première nécessaire sur d'autres marchés. Les pays scandinaves étaient tout indiqués, mais l'Allemagne y avait déjà devancé la Grande-Bretagne. Aussi les Anglais ont-ils décidé de remettre — ou de mettre — sur leur propre territoire (métropolitain ou colonial) en exploitation des gisements de fer de qualité même médiocre. Ceci leur permettra de trouver le minerai indispensable sans trop s'adresser à l'étranger et sans subir, par suite, les exigences de producteurs et la hausse des frets si brutale depuis la reprise des marchés de matières premières, due non seulement à l'activité industrielle du moment mais aussi à l'épuisement des stocks dans le passé sans négliger le facteur spéculatif.

(2) L'industrie allemande cherche à s'approvisionner en vieux fer (ribbons, ferrailles, vieux rails) dans tous les pays d'Europe, en dépit des prix exagérément élevés à l'heure actuelle (aux Pays-Bas notamment et aussi un peu en Espagne). À l'intérieur du Reich, c'est depuis longtemps la conscription. Mais l'Allemagne va maintenant s'approvisionner jusqu'en Asie (Singapour, Rangoon, via Shanghai pour Hambourg en dépit de la hausse des frets). Quant au minerai de fer, nous avons signalé les difficultés pour s'en procurer. Cependant des contrats récents assureront à l'Allemagne des fournitures appréciables au cours de 1937-1938 (Norvège, Yougoslavie). Pour le manganèse, indispensable à la sidérurgie moderne, le Reich a également des conventions avec l'Asie (Indes), l'Afrique (Sud), etc. L'effort de l'économie allemande dans ce domaine de la sidérurgie portera ses fruits d'ici un an en la prémunissant contre la disette qui la menace actuellement.

CONSTRUCTION NAVALE ET MAIN-D'ŒUVRE SPÉCIALISÉE

Avec l'entrée en service du croiseur *Dunkerque*, la marine française va être la première à posséder à flot un navire de ligne moderne construit en tenant compte de toutes les exigences nouvelles du combat naval. Ce navire doit-être capable de faire face aux attaques des navires de surface, des sous-marins, des avions.

L'expérience acquise sur ce bâtiment, qui renoue la tradition avec la flotte de haut-bord dont les derniers éléments datent de 1915-16, va servir à accélérer la construction du *Strasbourg*, qui, mis en chantier le 26 novembre 1934, a été lancé le 12 décembre 1936. On sait que, d'après les prévisions, il devrait être remis à la Marine par les chantiers constructeurs au mois d'août 1937. Mais, d'une part, les grèves et, d'autre part, l'introduction de la semaine de 40 heures ont exercé une influence retardatrice ; malgré cela, le *Strasbourg* doit faire ses essais à la fin de 1937 (où, au plus tard, au début de 1938).

Reste le problème de la main-d'œuvre qualifiée (recrutement des spécialistes). De récents débats à la Chambre des Communes nous ont appris que le retard de livraison des appareils du plan d'extension de l'aviation britannique était, pour une bonne part, imputable au manque de main-d'œuvre spécialisée.

On a aussi constaté une augmentation dans les délais de livraison des machines auxiliaires que l'Angleterre construisait jusqu'ici pour un certain nombre de marines étrangères. Pour faire face à l'insuffisance en nombre des ouvriers spécialistes et faciliter simultanément le recrutement de son armée, les Anglais ont institué, dans un certain nombre de régiments, des organismes de formation professionnelle ; les hommes sont admis à en suivre l'entraînement dans les six derniers mois de leur service militaire, et l'on a constaté que, dans une proportion de 85 %, ces hommes trouvaient du travail dès la sortie du régiment. Les Anglais comptent ainsi reconstituer peu à peu les effectifs de leur main-d'œuvre spécialisée et en faire profiter tout d'abord leurs chantiers de constructions navales.

Les Allemands se heurtent aussi à de semblables difficultés. Dès novembre 1934, le général Goering a pris des mesures en vue d'éviter l'appauvrissement de certaines régions en main-d'œuvre spécialisée pour la métallurgie. Ces mesures se sont montrées insuffisantes et, au mois de novembre 1936, de nouvelles ordonnances étaient prises ; enfin, à partir du 11 février 1937, aucun ouvrier métallurgiste ne peut être embauché sans autorisation de l'Office du Travail. Les Allemands visent à éviter ainsi la concurrence entre les entreprises pour se procurer cette main-d'œuvre « de qualité » et rare.

Les chantiers de constructions navales français se trouvent dans une situation plus critique encore et, en outre, ils sont les seuls à appliquer la semaine de quarante heures, ce qui réduit considérablement leur capacité de production.

A PROPOS DU NOUVEAU CROISEUR ALLEMAND « ADMIRAL HIPPER »

Le croiseur *H*, le premier des croiseurs de 10 000 t allemands construits en violation du traité de Versailles, mais en conformité avec l'accord naval anglo-allemand du 18 juin 1935, vient d'être lancé le 6 février 1937, aux chantiers « Blohm und Voss », à Hambourg. Il fait partie d'un ensemble de trois croiseurs *G*, *H* et *I* du même type que les Allemands désignent sous le vocable de « croiseurs lourds » (*schwere Kreuzer*). Les deux croiseurs *G* et *H* ont été mis sur cale dès 1935 et font partie du programme de 1935. Ces unités seront armées de 8 pièces de 203 mm en quatre tourelles doubles, 8 canons de 105 mm antiaériens, et 8 pièces de 47 mm (il se peut d'ailleurs que l'armement secondaire subisse quelque modification). Elles porteront en outre des tubes lance-torpilles, et l'on a même cité le chiffre de 12 tubes de 500 mm. Enfin, elles recevront deux avions. Ces « croiseurs lourds » seront munis d'une légère cuirasse latérale de 100 mm d'épaisseur. L'appareil éva-

poratoire comprendra des chaudières tubulaires à haute pression et la propulsion sera assurée par des turbines à engrenages. La vitesse prévue est de 33 nœuds (1).

STRATÉGIE ET BASES NAVALES

La Grande-Bretagne va consacrer plus de 1 500 000 000 livres sterling pour les besoins de sa défense nationale au cours des cinq années à venir. Sa marine est évidemment favorisée au point de vue du budget qui sera consacré à la mise en chantier de quelque 500 000 t de bâtiments modernes (2) ! D'ici 1942, elle compte ainsi avoir construit 5 cuirassés de 35 000 t, 14 croiseurs (4 de 9 000 t et 10 de 5 000 t), 4 navires porte-avions (20 000 t), 36 destroyers (de près de 2 000 t), 16 sous-marins (800 à 2 000 t). Mais il y a un chapitre sur lequel l'Amirauté a porté également son effort : c'est celui des bases navales. Or, les manœuvres récentes de la flotte anglaise aux alentours de Singapour (où la fortification de Seletar est en cours), Hong-Kong, Capetown, démontrent péremptoirement comment la stratégie navale doit évoluer (3) depuis que les progrès de l'avion, du sous-marin, de l'artillerie à longue portée ont notablement accru le rayon d'action des bases navales susceptibles aussi bien d'interdire les routes maritimes que de contrarier le mouvement des flottes de combat. La bataille sur mer tend à se rapprocher des côtes (fronts à garder) et des bases. C'est pour cette raison que les Amirautés recherchent, de plus en plus, des points d'appui pour leurs escadres (manœuvres récentes de la flotte française de l'Atlantique devant Dakar et Conakry). C'est aussi dans cet ordre d'idées que l'on a décidé de créer une nouvelle base en Méditerranée orientale, à Mers-el-Kébir (à 7 km N.-O d'Oran), qui complètera efficacement en Afrique du Nord la seule base déjà existante de Bizerte (4). Notre empire colonial, à ce point de vue, exige aussi pour sa défense des bases mieux aménagées, car, actuellement, certains points d'appui — tout désignés — ne sont pas en mesure de rendre les services sur lesquels la marine française devrait pouvoir compter (Diego-Suarez, par exemple). Les récentes manœuvres de l'Angleterre en Extrême-Orient, sur les routes de Chine et du Japon, appellent notre attention sur la nécessité de mieux défendre notre Indochine où les spécialistes préconisent la création d'une base moderne (fortification, flottilles à grand rayon d'action, station de sous-marins, camp d'aviation, dépôt de carburant), à Camranh (dans la baie de Saïgon, cap Saint-Jacques), précisément à mi-chemin entre Singapour et Hong-Kong et également à la même distance de Formose-Isthme de Kra. C'est un projet qui mériterait d'être examiné à brève échéance.

VERS UN NOUVEAU PROGRAMME NAVAL BRITANNIQUE

Dans un récent discours, Sir Thomas Inskip, ministre de coordination de la Défense Nationale en Grande-Bretagne, a déclaré que le réarmement britannique ne s'arrêterait pas après l'exécution des programmes en cours, mais se poursuivrait à un rythme encore plus rapide. Déjà, dans les dernières semaines de 1936, le gouvernement britannique a soumis au Parlement une demande de crédit pour la mise

(1) Le nouveau croiseur a reçu au lancement, le nom de *Admiral Hipper*.

(2) Les 500 000 t mis en chantier en 1937-38 représentent plus du tonnage de la marine française actuelle ! N'oublions pas que l'Allemagne a droit, d'après ses accords avec l'Angleterre de juin 1935, à 35 % de ce tonnage.

(3) Le système Singapour-Hong-Kong fait partie du même système défensif-offensif, que les Anglais désignent sous le terme de « naval control », à grand rayon d'action et pourvu de navires de surface, de sous-marins et d'aviation agissant en liaison et s'appuyant sur la fortification terrestre.

(4) A l'est de Bizerte, la France ne possède actuellement aucune base maritime dans la Méditerranée orientale susceptible de recueillir une escadre en cas de conflit. Depuis fin 1936, la Syrie et le Liban ne sont plus sous son mandat et, par suite, Tripoli de Syrie ne peut plus devenir une base fortifiée pour elle. Si l'on fait un tour d'horizon sur le bassin méditerranéen, on constate qu'à l'est comme à l'ouest du canal de Suez — point de jonction des grandes routes maritimes — l'Angleterre possède les points d'appui de Gibraltar, Malte, Alexandrie, Haïffa, Suez, Aden, sans oublier l'île de Chypre dans la Méditerranée orientale où l'Amirauté a décidé de créer une base pour la marine et l'aviation, et l'Italie les ports de Tarente, Brindisi, Messine, Tripoli (en Tripolitaine ou Afrique septentrionale), Tobrûck, sans oublier les rades fortifiées de la Grèce et de la Turquie.

en train d'un programme supplémentaire de constructions navales qui dépassait considérablement les limites d'un programme ordinaire, et qui comprenait notamment les deux premiers bâtiments de ligne (cuirassés) que les Anglais mettent en chantier depuis 1922, date de construction des cuirassés *Rodney* et *Nelson*, il y a déjà plus de quatorze ans !

Alors que les ordres de mise en chantier pour les nouveaux navires n'ont pas encore été tous confiés aux intéressés, voici que le Cabinet de Londres annonce — dès à présent — un nouveau projet de constructions navales qui dépasserait encore le dernier en importance.

En effet, il ne s'agit rien moins que de commencer prochainement la construction de trois nouveaux cuirassés de 35 000 tonnes, du type *King George V* et *Prince of Wales*. Ces derniers doivent entrer en service, suivant les prévisions, en 1940 (1).

LA COURSE AUX ARMEMENTS

Les armements entrepris en 1937 par les grandes puissances militaires d'Europe (et aussi par les Etats-Unis d'Amérique qui vont augmenter leur flotte de combat) ont considérablement accru les budgets de la Défense nationale, d'où une reprise — assez fictive du reste — de l'activité industrielle, et aussi un renchérissement excessif de certaines matières premières (l'acier, le cuivre, notamment). M. W. Churchill a estimé récemment que le Reich avait dépensé, rien qu'en 1936, l'équivalent de plus de 100 milliards de nos francs actuels. Quant à la Grande-Bretagne, elle a prévu un budget de 150 milliards de francs à épuiser en quatre ans. La France a, de son côté, consacré à ses dépenses militaires, en 1936, plus de 27 % de ses dépenses totales au cours de la même année, soit approximativement 6 milliards de francs (11 milliards pour 1937). Quant à l'Italie, pour l'exercice 1936-1937 (1^{er} juillet 1936 au 30 juin 1937), ses dépenses ont été de 2 291 000 000 liras pour l'armée de terre, 1 544 000 000 liras pour la marine, 970 000 000 liras pour les forces aériennes, soit un total de 4 805 000 000 liras sur un budget général de 20 291 000 000 de liras. Rien n'est encore prévu pour le prochain exercice. Dans ces évaluations, il faut incorporer non seulement les dépenses de matériel, mais aussi celles de personnel. L'Angleterre ne va-t-elle pas, en 1937, recruter plus de 10 000 marins ? Les Etats-Unis eux-mêmes envisagent pour 10 milliards de constructions navales, ce qui nécessitera aussi le recrutement d'un personnel supplémentaire (spécialistes ou autres). La France cherche actuellement à favoriser les engagements dans son armée, — surtout pour les spécialistes, — car il ne suffit pas d'avoir de puissantes fortifications terrestres, il faut « occuper » le terrain pour le défendre efficacement contre l'invasion, de plus en plus rapide de par l'introduction du moteur comme moyen de transport et de combat pour les troupes en campagne.

LA SITUATION DES CHARBONNAGES FRANÇAIS

L'année 1936 aura marqué, pour les charbonnages français, une reprise de la consommation : celle-ci, en 1936, a dépassé de plus de 2 millions de tonnes celle de 1935. Mais, simultanément, la production des houillères françaises a baissé (2) et la différence entre la demande sur le marché intérieur et la capacité de livraison s'est traduite par un déficit d'environ 3 millions de tonnes ! D'où prélèvement sur les stocks, importation de charbon étranger. Or, celui-ci vaut en moyenne 125 francs la tonne. Comme il a fallu importer environ 1 500 000 t, c'est près de 200 millions de francs qu'il a fallu régler aux fournisseurs extérieurs, d'où sortie d'or de France ! Si la situation ne s'améliore pas en 1937, et que notre consommation en houille

(1) Le Japon envisage la construction de cuirassés de 50 000 t munis de canons de 14 pouces (406 mm).

(2) En 1935, nos houillères ont extrait environ 50 millions de tonnes ; actuellement moins de 45. En janvier 1937, l'importation (2 467 000 t) a dépassé, en houille, celle enregistrée en janvier 1936 soit 730 000 tonnes.

augmente encore, il faut déjà envisager plusieurs centaines de millions à verser aux producteurs de l'étranger. Ce sont ces importations de houille (en provenance de l'Angleterre, de la Belgique) qui ont, pour une part, accru le nombre de wagons chargés sur les réseaux français depuis la fin de 1936.

L'ACTIVITÉ DES INDUSTRIES DU PÉTROLE AUX ÉTATS-UNIS

L'industrie des pétroles aux États-Unis a enregistré, au cours de 1936, une activité record (même par rapport à 1929) que le premier trimestre de 1937 ne fait que confirmer : la demande en produits pétroliers a dépassé, en effet, la production et il a fallu entamer récemment les réserves — de 25 millions de barils (1) — à tel point qu'actuellement il ne reste plus en stock que trois mois à peine de consommation. En effet, dès l'année dernière, la production a atteint 1 milliard et 100 millions de barils (157 millions de tonnes), soit environ plus de 18 millions de barils qu'en 1929. Il va de soi que les compagnies exploitantes annoncent d'ores et déjà une hausse appréciable des produits. Les cinq plus grandes régions pétrolières : Texas, Oklahoma, Californie, Louisiane, Kansas, ne peuvent suffire, pour l'instant, à la demande des raffineries.

NAVIGATION AÉRIENNE AUX BASSES TEMPÉRATURES

L'aéronautique italienne — dont nous avons tracé au jour le jour l'évolution dans les différents domaines de son activité créatrice — attache, comme on sait, une grande importance aux vols à très haute altitude. Elle fait étudier tout particulièrement, dans ses centres spécialisés à cet effet, les conditions dans lesquelles doivent fonctionner les moteurs destinés à la navigation dite stratosphérique par exemple. Les ingénieurs de l'Ecole Supérieure de l'Aéronautique de Turin (2) se préoccupent actuellement de réaliser des installations scientifiques et techniques pour leur permettre notamment d'examiner les répercussions des températures très basses auxquelles seront soumis les moteurs des avions dans les couches élevées de l'atmosphère. C'est un point qu'on a trop négligé dans leur établissement, car il ne faudrait pas s'imaginer qu'un système propulseur construit pour naviguer à 6 000 m, par exemple, soit capable d'assurer parfaitement le même service à 10 000. La résistance des matériaux, la lubrification, la combustion, le rendement, etc..., constituent autant de problèmes délicats à résoudre lorsqu'il s'agit pour un moteur à explosion (à carburation à essence) de fonctionner normalement dans l'air raréfié (turbo-compresseur) et à température extrêmement basse (de l'ordre de 50° au-

(1) Le baril américain vaut 159 litres. En poids, pour un pétrole brut de qualité moyenne (densité, 0,85), il représente, à 15° C, 135 kg.

(2) A Turin, la Station d'essais Fiat pour moteurs d'aviation fonctionnant entre le niveau de la mer et 10 000 m d'altitude (voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 270) comporte l'étude systématique des systèmes propulseurs à refroidissement direct par l'air jusqu'à la puissance de 5 000 ch de 0 à 5 000 m (à puissance constante) ; de 5 000 à 10 000 m (à puissance décroissant en fonction de l'altitude). Il en est de même pour les essais de moteurs à refroidissement par liquide jusqu'à 1 000 ch ; puis pour ceux d'une puissance de 500 ch conservant la puissance constante jusqu'à 10 000 m. Cette installation, la plus perfectionnée qui soit actuellement en service, comprend : chambre d'essais de 24 m³ étanche et isotherme ; usine frigorifique pour absorber les calories de l'air à l'intérieur de la chambre, et de l'air alimentant le moteur, et des gaz d'échappement.

Il existe en outre : un groupe turbo-moteur réducteur de pression et un régulateur automatique de l'altitude correspondant à une valeur déterminée ; une soufflerie à courant d'air de 45 m/s (soit 160 km/h) pour pression correspondant à 5 000 m d'altitude ; un appareil pour humidifier l'air (état hygrométrique) destiné à être introduit dans le moteur, etc. Cette station d'essais surclasse celle de Washington (« Standards »), qui ne dispose pas de tous les perfectionnements réalisés à Turin pour obtenir à volonté une pression définie dans une atmosphère déterminée avec une température également définie et un degré hygrométrique voulu, et cela dans les conditions de vitesse du vent variables au gré de l'opérateur. De minutieuses précautions sont prescrites pour éviter les accidents dans la chambre d'essais (mélanges explosifs automatiquement décelés, tuyauteries totalement indépendantes pour les différents fluides d'alimentation du moteur en expérimentation, etc.). La station d'essais Fiat pour moteurs à toutes altitudes constitue un véritable laboratoire de recherches sur lequel nous aurons l'occasion de revenir, car nous estimons qu'il contribuera à enrichir nos connaissances dans ce domaine — encore peu exploré — de la technique aérienne pour le vol à haute altitude.

dessous du zéro centigrade). Il sera intéressant de suivre les travaux en cours à Turin, comme dans les autres centres de recherches et d'études que l'Italie a si intelligemment créés pour faire progresser scientifiquement la locomotion mécanique aérienne.

LA « BATAILLE » DU LAIT

Parmi les produits alimentaires d'origine agricole, le lait tient, avec le blé et le sucre, une importance telle qu'en temps de crise économique (sous-consommation entraînant leur dévaluation) l'Etat doit intervenir pour réglementer le marché. C'est là l'origine de la création de l'Office du Blé, et de celui — éventuel — du Sucre. Quant à la production laitière, qui, à elle seule, représente quelque 10 milliards de francs de 1936 — et tient la première place dans l'activité rurale, — il s'agit avant tout de l'organiser, c'est-à-dire de réglementer cette industrie et ses dérivés en vue d'améliorer la qualité des produits, d'où contrôle scientifique des procédés de récolte et de traitement de la matière première et mesures appropriées pour développer consommation intérieure et exportation des excédents (loi du 2 juillet 1935). Contrôle, pasteurisation, vente constituent donc les points essentiels sur lesquels doit porter l'effort technique des pouvoirs publics. Nous nous proposons du reste de consacrer ultérieurement aux industries du lait une étude documentée, car, dans ce domaine comme dans tant d'autres, l'intervention de la science a contribué puissamment à leurs progrès. Au cours des années qui suivirent immédiatement la guerre de 1914-1918, ce produit de base était forcément raréfié sur le marché : en particulier, l'agglomération parisienne devait aller « collecter » à plus de 500 km de distance le lait nécessaire. Mais, progressivement, la production augmenta : en 1930, elle a atteint en France 140 millions d'hectolitres par an (20 % de plus que pour l'année précédente). De 1932 à 1936, Paris a consommé moins qu'on ne lui offre et, dès lors, le déséquilibre est apparu, d'où baisse des prix : 1 f 10 l'été et 1 f 40 l'hiver, pour le litre vendu au détail (1).

Le producteur est comme toujours le plus sacrifié, puisqu'il est obligé de vendre aux « ramasseurs » le litre à moins de 0 f 40 (juillet 1936) ! C'est la crise des produits agricoles avec toutes ses graves conséquences, puisque la vente du produit ne rémunère plus le travail qui l'engendre. Actuellement (2), le cultivateur français, pour un litre de lait vendu au consommateur 1 f 60, ne reçoit que 0 f 70, pas même la moitié ! Afin de remédier à cette situation anormale (à défaut d'Office du Lait), il a fallu réglementer le marché, aussi bien pour les laits que pour les beurres et les fromages, de façon à ce que le producteur y trouve enfin son compte et que le profit n'aille pas exclusivement aux intermédiaires. Si les pouvoirs publics parviennent à réaliser équitablement un tel aménagement du marché, le fermier, et aussi le consommateur, ne seront plus sacrifiés. Il importe donc qu'au stade de la *production* les frais d'exploitation (prix de revient) soient scientifiquement calculés ; et à celui de la *transformation*, il faudrait obligatoirement éliminer les laits renfermant moins de 36 g de matière grasse pour 1 000 cm³, contrôler la pasteurisation rendue obligatoire ainsi que la mise en bouteilles (comme cela se pratique dans de nombreux pays étrangers) pour la *distribution* à la clientèle. Le Parlement se doit donc de réglementer rapidement les conditions d'achat du produit, la limitation du bénéfice des intermédiaires, le contrôle scientifique avant et au cours de la distribution, enfin les conditions de vente. Le gouvernement a inscrit à son programme la revalorisation des produits de la terre ; en conséquence, il lui appartient de prendre les mesures indispensables pour que le travail agricole soit, lui aussi, équitablement rémunérateur pour les cultivateurs qui constituent la classe la plus nombreuse et la moins exigeante de la nation.

(1) Les détaillants reçoivent, en outre, une rétrocession de 0 f 20 au litre.

(2) Au début de 1937 (1^{er} trimestre).

LE SALON DE L'AUTOMOBILE DE BERLIN NOUS A MONTRE OU EN ETAIT L'INDUSTRIE AUTOMOBILE ALLEMANDE

Par Jean HIRSAC

Au cours de l'an dernier, l'industrie automobile allemande n'a pas construit moins de 463 000 véhicules routiers à traction mécanique (motocyclettes comprises) contre 100 000 seulement en 1932. Ces chiffres rapprochés ici suffisent à mettre en valeur l'essor impressionnant de la locomotion routière en Allemagne, sous l'impulsion d'une politique constructive aussi bien dans la conception que pour la réalisation : avantages fiscaux au profit des voitures neuves, contrôle rigoureux du marché de l'automobile et de la revente des voitures usagées, modernisation du réseau routier existant, établissement d'un réseau d'autostrades de 7 000 km au total dont plus de 1 000 km sont déjà en exploitation, etc. Le Salon de l'Automobile de Berlin (février-mars 1937) a mis aussi en évidence l'effort imposé aux constructeurs par le « Vierjahresplan » (plan de quatre ans) en vue de réduire au strict minimum la consommation des matières premières que le Reich doit acquérir de l'étranger et cela à prix d'or, puisqu'en devises appréciées (1). Pour les trois principales d'entre elles, l'essence, les huiles de graissage, le caoutchouc, la synthèse industrielle, si féconde grâce aux savants chimistes du Reich, doit — d'ici deux ans au plus tard — pouvoir subvenir intégralement aux besoins de l'économie nationale.

L'ANNÉE 1936 a marqué dans l'industrie automobile allemande un essor considérable dont il ne faudrait pas méconnaître la portée et les conséquences.

Le Salon de l'Automobile de Berlin (février-mars) coïncidait précisément avec le terme du premier plan quadriennal du III^e Reich et le début du second, et permettait ainsi de faire le point dans le développement du programme de « motorisation » de toute la nation.

(1) Au fur et à mesure que la hausse des métaux s'affirme sur les marchés du monde (en Angleterre comme en Amérique, principaux détenteurs des matières premières, le cuivre valait fin-mars 1936 £ 36-10-0 la tonne et £ 73-10-0 fin mars 1937 ; le zinc est passé pendant la même période de £ 15-5-0 à £ 33-10-0 ; le plomb de £ 16-10-0 à £ 31-15-0), les industriels allemands pour l'automobile, les fabrications de guerre, l'aviation, les constructions navales éprouvent des difficultés de plus en plus grandes pour leurs approvisionnements en matières premières. L'Allemagne et l'Italie — deux grandes puissances militaires et industrielles — sont, en effet, particulièrement désavantagées à ce point de vue puisqu'il leur faut régler leurs importations avec des quantités d'or croissantes, c'est-à-dire des devises appréciées sur les marchés internationaux. Aussi, pour un tonnage égal de cuivre importé, l'Allemagne doit déboursier deux fois plus de livres sterling actuellement qu'il y a un an. On se demande même si cette hausse des matières premières dans le monde ne contribuera pas à limiter l'extension des programmes d'armement qui risquent d'absorber des quantités énormes de matières dont les cours suivraient ainsi une courbe ascendante et inquiétante.

Rappelons ici que, de 100 000 véhicules routiers à traction mécanique construits en 1932 (l'Allemagne était alors au quatrième rang dans le monde après les Etats-Unis, la Grande-Bretagne et la France), la production a atteint quatre ans plus tard (1936) le chiffre record de 463 000 véhicules, y compris 138 000 motocyclettes (1).

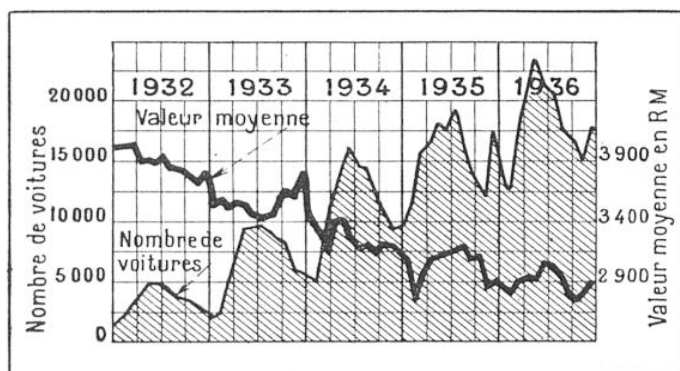
L'Allemagne passe ainsi au troisième rang, après les Etats-Unis et l'Angleterre et avant le Canada et la France (2). Le nombre des voitures en circulation augmentait parallèlement : 1 600 000 à la fin de 1932 contre 2 700 000 à la fin de 1936 (3).

Cette rapide évolution est due surtout à ce que l'Allemagne semble avoir touché en 1932-33 le « fond » de la dépression économique, et aussi aux mesures efficaces pour encourager le développement de la locomotion mécanique : détaxe des voitures neuves, amélioration du réseau routier existant, réalisation d'un réseau d'autostrades prévu pour 7 000 km et dont plus de 1 000 km

(1) Ce chiffre est actuellement le plus élevé du monde entier pour la production de cette catégorie de véhicules.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 293.

(3) Voici, par ordre alphabétique, les principales marques allemandes les plus répandues à l'intérieur et les plus connues à l'étranger : Adler, Audi, B M W, D K W, Hanomag, Hansa, Horch, Maybach, Mercedes-Benz, Opel, Wanderer, et quelques autres de moindre importance actuellement.



(D'après A. T. Z.)

FIG. 1. — NOMBRE DE VOITURES DE TOURISME IMMATRICULÉES EN ALLEMAGNE DE 1932 A 1936

Depuis 1932, ce nombre n'a cessé de croître, en moyenne, marquant la progression du chiffre des ventes. Pendant la même période, la valeur moyenne d'une voiture de tourisme n'a cessé de décroître, atteignant 2 900 RM fin 1936.

ont déjà été livrés à la circulation. Voilà pour le marché intérieur.

Au point de vue du commerce extérieur, l'industrie allemande, se plaçant sous le signe de la qualité, conquiert chaque jour de nouveaux débouchés à l'étranger. Elle a pu ainsi exporter en 1936 pour 70,3 millions de reichsmarks de véhicules de toutes catégories, contre 46,9 millions seulement en 1935 (soit, pour le mark au change de 8 f, 562 millions de francs contre 376 millions).

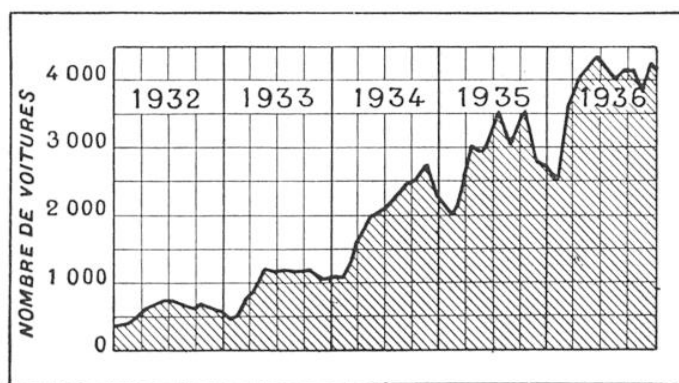
On sait que les ventes d'automobiles dites « de tourisme » sur le marché intérieur allemand étaient tombées, en 1932, à 41 118 unités, représentant seulement une valeur de 160 millions de RM. Par contre, en 1936, elles ont porté sur 213 119 unités, correspondant à 620 millions de RM. Ainsi, quatre années ont suffi à quadrupler les ventes en valeur et à les quintupler en nombre ! Aussi, la valeur moyenne par unité pour les automobiles de tourisme vendues en 1936 est-elle notablement moins élevée qu'en 1932 : 2 900 RM environ contre 3 900 RM (voir le graphique de la figure 1). Il est évident qu'une telle diminution dans le prix de vente provient pour une large part de l'abaissement général des prix de revient (rationalisation de la production, emploi de procédés de fabrication plus économiques, etc.). Elle résulte aussi du fait que la clientèle préfère, de plus en plus, les automobiles à consommation et à frais d'entretien les plus réduits.

En effet, pour 1936, 46 % des ventes ont porté sur des voitures de cylindrée comprise entre 1 litre et 1,5 litre. Celles de 2 litres de cylindrée et plus ne représentent déjà plus que 8 % du total, contre 16 % en 1932.

Cependant, le Salon de Berlin ne nous offrit aucun modèle allemand nouveau dans la catégorie des petites cylindrées (moins de 1 litre), et on a même constaté la disparition de quelques voitures de cette catégorie, parmi les anciens modèles. Et, fait paradoxal, du moins en apparence, sont apparues de récentes créations dans le domaine des voitures plus puissantes de 1,5 à 3,2 litres de cylindrée.

Passons aux véhicules industriels. Là, on constate que la « reprise » (comme le montre la figure 2) n'a commencé qu'en 1934. Elle s'est poursuivie ensuite à un rythme particulièrement rapide : 45 731 véhicules industriels et autobus vendus en 1936 contre 7 030 seulement en 1932 (soit plus de six fois plus) ! C'est actuellement la catégorie des véhicules de 2 à 4 tonnes de charge utile qui rencontre le plus de faveur auprès de la clientèle. Quant au nombre des véhicules de plus de 5 tonnes, on en a cependant vendu plus de 2 500 en 1936, ce qui est remarquable. Dans ce dernier cas, il s'agit presque exclusivement de camions à moteur à combustion interne à huile lourde (genre Diesel) tandis que, pour les plus faibles puissances, c'est encore le moteur à carburation à essence qui l'emporte.

Signalons enfin que, pour les motocyclettes et les bicyclettes à moteur, les ventes, en



(D'après A. T. Z.)

FIG. 2. — NOMBRE DE VÉHICULES INDUSTRIELS IMMATRICULÉS EN ALLEMAGNE DE 1932 A 1936

1936, ont porté sur 176 000 motos et bicyclettes à moteur, contre 56 000 en 1932, soit une progression de plus du triple. Ajoutons que sur 176.000 motos, 87 500 (soit plus de la moitié) concernent des engins de 100 à 200 cm³ de cylindrée, c'est-à-dire ceux qui sont le plus économiques tant à l'achat qu'à l'entretien et pour lesquels le permis de conduire a été supprimé. Les machines puissantes sont donc, évidemment, de moins en moins demandées. Par contre, plus de 50 000 bicyclettes à moteur auxiliaire ont été vendues en 1936, ce qui représente près de 30 % de la catégorie des véhicules mécaniques à deux roues.

A la recherche de la « voiture populaire »

Ainsi, à la fin de 1936, 2 700 000 véhicules de toutes sortes en circulation ont porté l'Allemagne au quatrième rang dans le monde (après Etats-Unis, France et Angleterre). Ces deux derniers pays possèdent approximativement deux fois plus de voitures que l'Allemagne. On compte en France une voiture pour 20 habitants, en Angleterre une pour 23 et en Allemagne une pour 54 habitants. On voit que le marché allemand est encore loin d'être saturé malgré la production intense au cours de ces dernières années.

Aussi bien, le gouvernement du III^e Reich se préoccupe-t-il de mettre l'automobile à la portée de nouvelles « couches sociales » auxquelles leurs conditions de vie ne permettaient pas jusqu'ici de supporter les frais d'achat et d'entretien d'une automobile. Entre la voiture moyenne dont nous parlions tout à l'heure, de 1 à 2 litres de cylindrée, et la voiture de dimensions plus réduites — telle qu'elle est représentée actuellement en Allemagne par Adler, Fiat et surtout D K W (38 000 voitures vendues en 1936), — il y a donc place pour la voiture populaire, le « Volksauto », dont on attend

la création prochaine. Au récent Salon de Berlin, le chancelier a adressé aux constructeurs un pressant et fervent appel dans ce sens. Construite en très grande série, en plus grande série qu'aucune firme allemande ne l'a encore fait — donc avec un prix de revient minimum, — elle doit logiquement amener une nouvelle et vaste clientèle à l'automobile utilitaire.

Industrie automobile et autarchie

Le Salon de Berlin dénote avant tout une étape importante dans le développe-

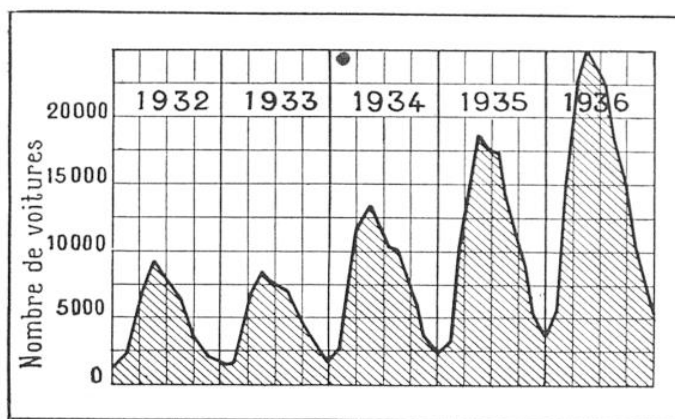
ment de la locomotion routière outre-Rhin grâce à une politique de l'autoroute, mais est placé d'autre part sous le signe des restrictions nécessitées par le plan de quatre ans.

L'autoroute a posé au constructeur allemand des problèmes inédits ; le « Vierjahresplan » exige de lui des solutions neuves en vue de réduire au strict minimum l'emploi

des matières premières dont le Reich est dépourvu et qu'il doit acheter (en devises appréciées) à l'étranger. Aussi l'industrie allemande cherche-t-elle à créer partout des succédanés au pays où l'« Ersatz » est roi. Ce terme n'a rien de péjoratif, car il faut reconnaître que, dans la plupart des cas, les produits de remplacement, dus au génie créateur des techniciens allemands, possèdent des qualités supérieures — à certains points de vue — à celles des « matériaux » jusqu'ici employés. Le caoutchouc synthétique « Buna » (1), pour ne prendre qu'un exemple, ne résiste-t-il pas mieux que le caoutchouc naturel à l'usure par frottement et à l'action de l'essence et des huiles de graissage ?

Mais revenons à l'économie allemande au point de vue de la locomotion mécanique à moteur à combustibles liquides. *Essence*,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 414.



(D'après A. T. Z.)

FIG. 3. — NOMBRE DE MOTOCYCLETTES IMMATRICULÉES EN ALLEMAGNE DE 1932 A 1936

Sur cette courbe, où l'influence saisonnière est particulièrement marquée, on remarquera la très forte progression depuis 1934. En 1936, 176 000 motocyclettes et bicyclettes à moteurs ont été vendues, ce qui représente la plus forte production du monde pour cette catégorie de véhicules.

huile de graissage, caoutchouc, voilà les trois produits essentiels. Pour les deux premiers, les ressources naturelles du III^e Reich sont notoirement insuffisantes et, pour le troisième, elles sont rigoureusement nulles.

Mais la synthèse industrielle allemande sait aujourd'hui les fabriquer tous les trois à partir de matières premières dont elle dispose en abondance : l'eau, le charbon, la

acier doux de très faible épaisseur (le tube pouvant se plier ainsi facilement), recouvert à l'intérieur et à l'extérieur d'une couche protectrice très mince de cuivre ou de laiton, ou encore des tubes en caoutchouc synthétique inaltérable à l'huile. Dans le même ordre d'idées, l'Allemagne a su mettre au point des aciers de remplacement (ce qui ne veut pas dire de moindre

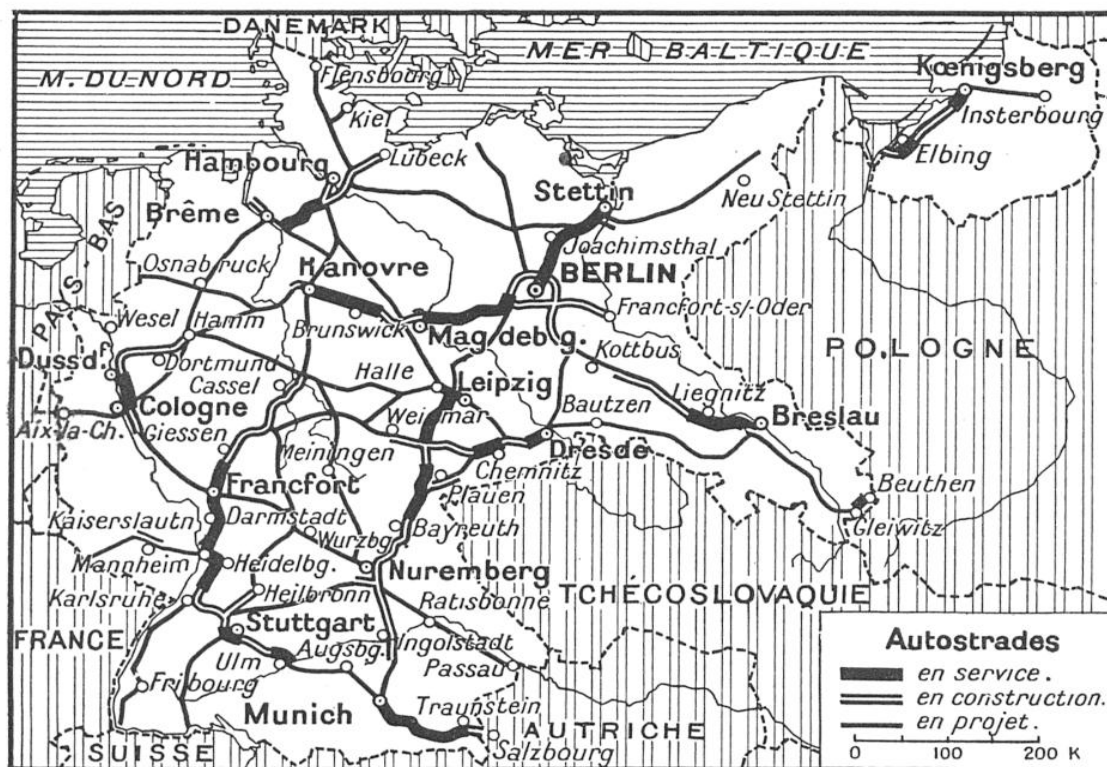


FIG. 4. — CARTE DES AUTOSTRADES ALLEMANDS MONTRANT LES DIVERS TRONÇONS EN EXPLOITATION, EN CONSTRUCTION ET EN PROJET A LA DATE DU 1^{er} JANVIER 1937

A cette époque, 1 000 km d'autostrades étaient livrés à la circulation. Au mois de janvier dernier, le tronçon compris entre Magdebourg et Brunswick (ici représenté en construction), a été achevé, ce qui réalise la liaison ininterrompue par autostrade entre Berlin et Hanovre.

chaux et aussi grâce à cet esprit qui anime l'Allemand et au travail qu'il produit. Dans son discours d'inauguration du Salon de Berlin (20 février), le Führer a proclamé que l'Allemagne serait entièrement affranchie de l'étranger pour l'essence et l'huile de graissage d'ici dix-huit mois, et pour le caoutchouc dans deux ans au plus tard !

Dans tous les domaines, les savants du Reich se sont attelés au problème des produits de remplacement. On réalise aujourd'hui des canalisations d'huile en aluminium pur — pour se passer le plus possible du cuivre importé — ou encore en

qualité), à teneur réduite en chrome et en nickel, et des aciers au chrome-molybdène pour remplacer les aciers « nickel-chrome ».

Il ne faut pas oublier non plus que l'Allemagne vient au premier rang dans le monde pour la fabrication de ce précieux métal, l'aluminium (1). Aussi l'industrie automobile utilise-t-elle abondamment de nombreux alliages légers pour réduire le poids du véhicule, d'où économie de matière, de consommation de carburant, moindre usure des pneumatiques, etc.

(1) Elle importe par contre son minerai (bauxite, etc.) de France, de Hongrie, etc.

Rappelons enfin que les résines synthétiques (1) pour tableaux de bord, engrenages silencieux, poignées, garnitures de freins, volants, etc. ; les laques diverses (2) ; le cuir et les crins artificiels ; les verres organiques (3) de sécurité, etc., ont trouvé de multiples applications dans la construction automobile en Allemagne, comme du reste dans bien d'autres pays industriels.

Pour les carburants (4), le Reich a, là encore, accompli un effort considérable et unique au monde. L'essence de synthèse a été introduite sur le marché où on la trouve couramment aux mêmes prix que l'essence extraite du pétrole brut (naphte). Les carburants de remplacement abondent, qu'il s'agisse du gaz pauvre fabriqué par gazogène sur la voiture même à partir du bois, du

- (1) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 74.
- (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 202, page 322.
- (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 236, page 103.
- (4) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 218.

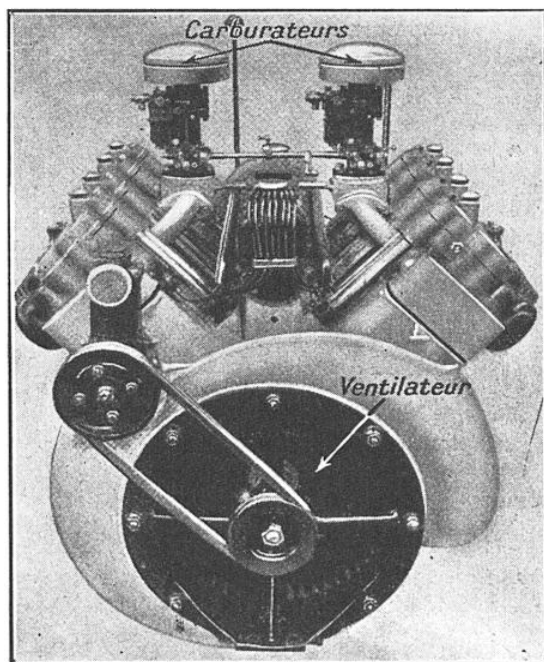


FIG. 5. — MOTEUR « KRUPP » A CARBURATION A ESSENCE, HUIT CYLINDRES EN V, DE 125 CH, A REFROIDISSEMENT PAR AIR

Krupp construit maintenant toute une série de moteurs à refroidissement par air pour véhicules industriels : moteur type Diesel de 55 ch, moteurs à carburation à essence de 65 et de 125 ch (6,4 litres de cylindrée), et aussi moteur de 60 ch à carburation pouvant brûler soit de l'essence, soit du gaz combustible liquéfié fabriqué par les usines de synthèse de Leuna.

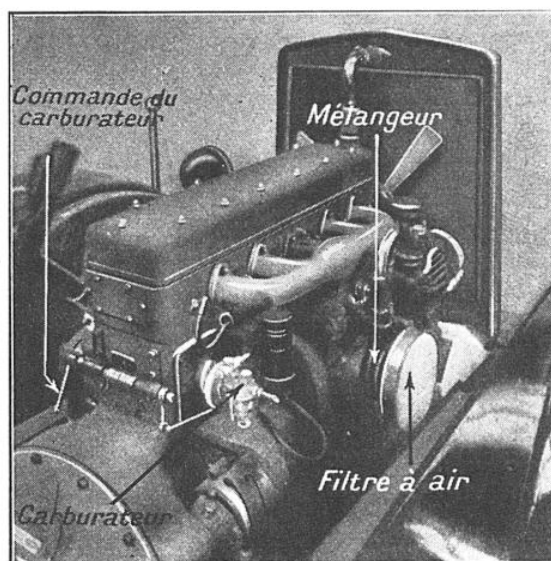


FIG. 6. — MOTEUR « MAN » DE 100 CH, SIX CYLINDRES, CAPABLE DE FONCTIONNER SOIT AU GAZ D'ÉCLAIRAGE A HAUTE PRESSION, SOIT AU MÉLANGE ESSENCE-BENZOL

charbon de bois, du coke de tourbe, du semi-coke ou même de l'anthracite, ou bien encore de gaz en bouteille — « Flashengas » — gaz comprimé comme le gaz d'éclairage, le gaz de fours à coke, le méthane, ou gaz liquéfié comme le propane ou le mélange à base de propane connu sous le nom de « Ruhr-gasol » (1).

Il n'y avait pas, au Salon de Berlin, une seule firme fabriquant des véhicules dits « poids lourds » au-dessus de 3 tonnes de charge utile qui n'ait exposé au moins un modèle capable d'utiliser les carburants de remplacement, sans manquer de souligner le nombre relativement élevé de moteurs dits « universels », c'est-à-dire capables d'utiliser à volonté l'un ou l'autre des carburants de remplacement ou même l'essence ordinaire en changeant simplement quelques pièces d'importance secondaire.

Nouveaux perfectionnements techniques dans la construction automobile allemande

L'influence des autoroutes sur la construction automobile commence à se manifester non seulement au point de vue du développement des véhicules industriels et commerciaux, mais aussi en ce qui concerne les voitures dites de « tourisme ».

Celles-ci sont, en général, conçues et

- (1) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, page 483.

exécutées dans le type classique, car les solutions d'avant-garde (traction avant ou moteur à l'arrière) demeurent sur leurs positions sans gagner de terrain. Notons seulement la généralisation des boîtes de vitesse synchronisées, des roues indépendantes, des servo-freins à pression d'huile. Pour les moteurs, plus rapides que l'an dernier, on enregistre la généralisation des culasses en alliages légers déterminée par l'accroissement des taux de compression.

Il faut signaler à ce sujet un emploi fréquent de l'oxydation anodique des pistons en alliages légers (procédé *Eloxal*) donnant naissance à une couche protectrice *très dure* que l'on sait rendre, dans une certaine mesure, *poreuse* pour absorber de l'huile de graissage, ce qui réduit l'usure des cylindres en facilitant le graissage lors des départs à froid. Dans le même ordre d'idées, on parvient aujourd'hui à recouvrir les pistons (même ceux en alliages légers à base d'aluminium) d'une couche d'étain qui fait disparaître les inégalités superficielles et dont l'onctuosité facilite également les départs à froid. La « vie » du moteur s'en trouve ainsi augmentée.

C'est dans ce même but d'économie d'entretien résultant d'une usure moins rapide que l'on tend de plus en plus, aussi bien sur les moteurs type Diesel à injection d'huile lourde (gas oil) que sur les moteurs à carburation (essence), à purifier aussi parfaitement que possible tous les fluides qui pénètrent dans le moteur. Des filtres ont été ainsi installés sur les canalisations de carburant, de combustible, de lubrifiant et d'air.

La circulation sur les autoroutes a mis au premier plan la question de l'économie, tant pour ce qui concerne la consommation de carburant (ou de combustible), que du point de vue de l'usure du matériel roulant, soumis à des parcours prolongés et à grande vitesse, c'est-à-dire à des « contraintes » mécaniques et thermiques maxima.

Ce qui importe pour l'usager, c'est la vitesse moyenne qu'un véhicule donné est capable de soutenir sans que ses organes essentiels en souffrent trop et sans imposer au conducteur comme aux passagers une fatigue excessive. La *suspension* et la *tenue de route* prennent ainsi une importance de plus en plus grande.

Si nous envisageons la sécurité du moteur, signalons les téléthermomètres pour eau de refroidissement, pour huile de graissage, qui sont devenus indispensables de même que les radiateurs d'huile et les régulateurs automatiques pour carburateurs, afin d'em-

pêcher de trop grandes vitesses et d'éviter ainsi l'usure prématurée des organes mobiles du moteur et de la transmission.

Le moteur à huile lourde (genre Diesel) est maître de la locomotion industrielle routière en Allemagne

Au Salon de Berlin, on a constaté une extension considérable des applications du moteur « Diesel » à la locomotion routière. A côté des moteurs pour véhicules industriels et commerciaux allant de 1 tonne à 6 tonnes (4 et 6 cylindres), pour dirigeables (16 cylindres en V), pour automotrices sur rails (12 cylindres), on a pu voir les nouveaux moteurs « Diesel » pour autobus, à 12 cylindres opposés et horizontaux, peu encombrants et permettant de récupérer, par rapport aux autres dispositions, une place utile au profit de la carrosserie (augmentation du nombre de voyageurs).

Si, dans le domaine de la voiture de tourisme, les constructeurs sont encore hésitants (1), par contre, pour les véhicules industriels (2), le « Diesel » s'impose de plus en plus pour le « poids lourd » de plus de 2,5 à 3 tonnes, effectuant de longs parcours à vitesse moyenne élevée. On dépasse maintenant couramment des puissances unitaires de l'ordre de 150 ch, et certains modèles atteignent même 300 ch.

Les techniciens allemands expliquent cette évolution récente par des raisons d'économie dans l'entretien et l'usure des moteurs. Le « Diesel » exige en effet de la matière de haute qualité, par conséquent chère. Une voiture légère circulant relativement peu ne pourrait, par suite, amortir dans des conditions normales (même en tenant compte de la consommation réduite par rapport au moteur à essence) son prix d'achat et ses dépenses d'entretien relativement plus élevées (par comparaison). C'est là, du reste, une question encore controversée. Peut être, un jour, les progrès de la métallurgie aidant, le moteur Diesel *léger* sera-t-il susceptible de conquérir une place importante dans le domaine des véhicules de puissances moyennes et même petites, où le moteur à carburateur s'est imposé depuis l'origine, et où il demeure — pour l'instant du moins — inexpugnable.

JEAN HIRSAC.

(1) A côté des moteurs « Mercedes-Benz » et « Hanomag » de l'an dernier, qui ont été perfectionnés, seul Hanomag présente un nouveau modèle plus puissant. Il s'agit d'un 6 cylindres de 2,8 litres de cylindrée tournant à 4 000 tours/mn.

(2) On noterait plutôt un recul pour les petits tonnages et les voitures de livraison légères.

LA FRANCE A LA RECHERCHE D'UNE POLITIQUE DES CARBURANTS

LE Parlement se préoccupe actuellement du problème d'approvisionnement de la France en carburants et combustibles liquides, dont *la Science et la Vie*, à maintes reprises (1), a entretenu ses lecteurs. Dans les commissions comme dans les ministères qualifiés, on est à la recherche d'une politique de carburants de remplacement : bois pour gazogènes, schistes bitumineux pour l'extraction d'essences, huiles d'origine végétale (cultures industrielles coloniales), houilles et lignites (du Midi de la France) traités par les différents procédés d'hydrogénation pour l'obtention d'essence de synthèse, gaz de ville comprimé, etc. Mais l'effort industriel semble s'orienter vers l'utilisation de nos charbons et de nos lignites, bien qu'au point de vue ressources en houille nous soyons très limités (par rapport à l'Allemagne ou à l'Angleterre, entre autres). Dans un rapport récent présenté à la Commission de la Chambre des Députés, l'auteur, M. F. Gouin, envisage que l'hydrogénation des houilles et lignites pourrait fournir annuellement à notre pays 300 000 tonnes d'essence à haut indice d'octane (voisin de 70 au minimum). Toujours d'après le rapporteur, une telle quantité représenterait à peu près 10 % de notre consommation. C'est peu. Mais cela n'est pas cependant négligeable, si l'on tient compte de la *qualité* du produit qui correspond précisément à celle exigée par les essences d'aviation. C'est dans ce but qu'ont été entreprises, à titre d'expérience, les fabrications par voie de synthèse d'essence dans les installations d'hydrogénation de la houille de Béthune (procédé Valette, mis au point en 1934) et de Liévin (procédé Audibert, mis en fonctionnement en 1936). Ces usines fonctionnent maintenant en vertu du décret du 10 juillet 1936, qui reconnaît comme d'intérêt national le contrat passé entre les Compagnies houillères et l'Office des Combustibles Liquides (O. N. C. L.) et toutes sociétés d'huiles, goudrons (et dérivés), carburants, produits de synthèse, et la Compagnie de Raffinage (pétrole). En présence de ces initiatives, l'opinion française — quelque peu alertée par la publicité concernant la rapide extension des procédés de synthèse à l'étranger (notamment en Allemagne, en Angleterre, en Italie) — se trouverait apaisée en présence de ces tentatives officielles. En vue de la réalisation de cette fameuse tranche du programme ainsi envisagé (300 000 tonnes de

carburant synthétique), 1 milliard de francs étaient nécessaires pour la construction de trois usines, dont deux consacrées à des procédés français (1), après avis d'une commission spécialement formée à cet effet (2).

D'autre part, devant la Commission des Mines de la Chambre, un autre rapporteur, M. H. Gerente (ancien élève de l'Ecole Polytechnique), a exposé de son côté ce qu'il fallait penser de l'utilisation du bois pour les gazogènes de traction (route, rail, etc.). L'auteur attribue (par rapport à l'essence à laquelle on donne l'indice 100) 71 pour l'aggloméré de charbon de bois, 20 pour le charbon de bois ordinaire, 12 seulement pour le bois sec employé directement à la production de gaz pauvre dans les divers dispositifs à gazogène. Ceci permet de se faire une idée approximative de la quantité d'énergie mécanique produite par la combustion de ces différents carburants solides (3) en comparant ces différents indices.

(1) Le troisième procédé envisagé serait étranger — c'est celui (bien connu en Allemagne comme en Angleterre), qui appartient à l'*International Hydrogenation Patent* (brevets Bergius, etc.). L'usine d'hydrogénation de Billingham, en Angleterre, qui traite, pour l'obtention synthétique de l'essence, la houille et le goudron primaire, utilise précisément les procédés de l'I. H. P. (brevets Bergius) et est déjà en plein fonctionnement. Elle produit actuellement 160 000 tonnes d'essence commerciale, depuis un peu plus d'un an qu'elle a été mise en exploitation. Le Bulletin de l'*Institution of Mechanical Engineers* du 9 juin 1936 et le numéro du 19 décembre 1936 du *Petroleum Times*, renferment une documentation inédite sur la production et l'épuration de l'hydrogène, la fabrication et l'entretien des tubes d'hydrogénation, etc. Pour la France, ce système, mis au point en Angleterre, se complique de la question des matières premières (charbon, lignite, schiste, goudron primaire, résidus pétrolifères, asphalte, etc.) qui sont loin d'être abondantes comme en Grande-Bretagne. Au problème technique se juxtapose le problème économique (approvisionnements, prix de revient). Actuellement, la production annuelle d'essence synthétique est de l'ordre de 75 millions de tonnes (1936) contre plus de 240 millions (1936, année record) de pétrole naturel (naphte) qui fournit à peu près 1 tonne d'essence pour 3 tonnes de brut (cracking). Il reste, par contre, un poids à peu près égal de produits lourds (fuel oil ou mazout) qui ne trouve pas d'écoulement sur le marché français : 50 millions de tonnes restent donc à placer annuellement ! Cette question a été envisagée dans *la Science et la Vie* d'octobre 1936, lorsque a été analysé l'ouvrage de M. Audibert sur les carburants (tome I). Nous y reviendrons en temps opportun pour comparer les avantages et les prix de la calorie liquide par rapport à la calorie solide. A ce propos, remarquons que le moteur Diesel ne peut utiliser ces produits trop lourds et qu'il exige du lampant ou du gas oil, qui, précisément, peuvent aussi servir à la fabrication de l'essence.

(2) L'inspecteur général des Mines Crussard (de Nancy) en est le président.

(3) Il y a lieu de rappeler également que ces carburants sont exempts — jusqu'à nouvel ordre — de taxes, alors que l'essence importée en supporte pour près de 150 francs à l'hectolitre !

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 216, p. 491, n° 218, p. 135, n° 225, p. 228 et n° 231, p. 211.

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.

CE QUE DONNE EN AVIATION L'UNION DE LA MACHINE ET DE LA VOLONTÉ

LA SCIENCE ET LA VIE a été l'une des premières en France — sinon la première — à exposer l'œuvre grandiose de l'aviation italienne qui est encore à la tête du progrès dans le domaine de la technique aérienne. Un exemple nous suffit à le démontrer, — que nos lecteurs connaissent bien (1), — c'est la création du centre de Guidonia (en mémoire du général Guidoni, qui fut, dès 1923, fondateur, aux côtés du Duce, de la nouvelle aéronautique italienne). Cette cité des « ailes » constitue en effet un centre d'études expérimentales unique au monde, tant au point de vue de l'aménagement des bâtiments qu'à celui du perfectionnement de l'outillage mis en œuvre pour les essais comme pour la recherche dans les laboratoires. Ceux-ci, spécialisés, embrassent l'ensemble des différentes branches de la construction des appareils modernes. C'est, suivant l'expression même de Guido Mattioli, auteur du bel ouvrage qui vient de paraître sur *Mussolini aviateur* et son œuvre dans l'essor de l'aviation (2), « le centre de vibrations de la vie aérienne en progression » où s'accomplissent tous les travaux d'expérimentation, d'analyse, d'essais concernant les prototypes envisagés dans leurs différents éléments, dans leur rendement au point de vue vitesse, dans la longueur nécessaire au décollage, dans l'autonomie (rayon d'action), dans la vie (durée) des moteurs et dans leur puissance (thermodynamique), dans l'étude des hélices, dans les conditions d'atterrissage (sécurité), dans l'établissement des accessoires, trains escamotables, volets d'intrados, etc. (résistance à l'avancement). Ce n'est que lorsqu'il a reçu la consécration de Guidonia que l'avion peut alors s'élancer dans l'espace, où toutes les possibilités lui sont désormais permises pour accomplir une glorieuse destinée. Ce magnifique centre d'études a été créé il y a douze ans seulement, après la constitution du Commissariat de l'Aéronautique à Rome (en 1923). L'aviation allemande s'en est

inspirée récemment pour établir près Berlin l'Académie de Gatow, dont nous parlerons ici ultérieurement. Ainsi, grâce à Littorio et Guidonia (1), — manifestations les plus démonstratives de l'activité créatrice aérienne de l'Italie nouvelle, — les Caproni, les Savoia, les Marchetti, les Fiat ont pu réaliser les cellules métalliques et les moteurs les plus perfectionnés, dont certains surclassent la construction étrangère. Signalons aussi les Alfa Romeo (moteurs à refroidissement par air), les Isotta Fraschini, les Breda, etc. Il est maintenant courant d'enregistrer, pour la plupart de ces appareils livrés par ces firmes réputées, des vitesses de translation dépassant 400 km/h et des « plafonds » de l'ordre de 10 000 m avec des vitesses ascensionnelles remarquablement élevées. A ce propos, il faut mentionner les récents bombardiers ultra-rapides, les nouveaux avions de chasse et d'« interception » où figurent, parmi les premiers, les *Savoia S.-79*, et *S.-81 B* (bimoteurs et trimoteurs), les *Caproni Ca.-135*, les *Fiat B R.-20*, les *Cant Z.-1011*. Parmi les seconds, citons les *Breda-65*, les *Fiat G.-50* et le fameux *Libraio*, multimoteur à grande vitesse utilisé pour l'entraînement au « Cantieri Riuniti dell' Adriatico ». A l'origine de toute conception de ces modernes appareils italiens (de bombardement ou de reconnaissance lointaine), il importe de réaliser tout d'abord le transport à grande distance d'un *fort chargement de bombes à une vitesse du même ordre que celle atteinte par les plus récents avions de chasse*. Dans ce but, le centre de Guidonia a plus particulièrement « travaillé » les solutions fournies par l'affinement aérodynamique des éléments : fuselage, carénage des moteurs, train escamotable, et jusqu'aux moindres détails relatifs aux nouveaux dispositifs d'hypersustentation (volets de courbure, volets système « Handley Page ») qui améliorent les caractéristiques de sécurité : les premiers, en autorisant une réduction de vitesse à l'atterrissage ; les seconds, en accroissant la stabilité transversale de l'avion dans les fortes incidences pour éviter les

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 149.

(2) *Mussolini aviateur*, par G. MATTIOLI, traduction française de E. Andesio. Prix franco : France, 27 fr ; étranger, 30 f 60.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 202 et 224.

glissades d'aile et aussi les pertes de vitesse (amélioration de la portance aux faibles vitesses). Certains constructeurs italiens ont — depuis longtemps déjà — adopté l'aile monoplane à profil épais (profondeur et épaisseur allant en décroissant vers les extrémités) et, sur certains avions, l'établissement en une seule pièce entièrement en bois — *S.-79 B*, par exemple (1).

Nous avons seulement esquissé ici l'évolution technique de l'aviation italienne pour ne pas trop alourdir cet exposé ; mais nous invitons les initiés à lire le chapitre intitulé

(1) La structure de ce type d'aile est constituée par trois longerons à double T reliés entre eux par des nervures et cloisons en contreplaqué. Le recouvrement extérieur, également en contreplaqué, complète cette structure cellulaire, qui offre ainsi le maximum de résistance dans les différentes conditions de charge. Le dispositif est plus étanche, d'où flottaison de l'appareil en cas d'accident sur l'eau. Le fuselage est en tubes d'acier soudé ; l'avant seul est recouvert de duralumin. Les Italiens estiment en effet que, grâce aux enduits, entoilages, aux aciers inoxydables, les avions ainsi construits sont supérieurs, au point de vue de la durée et de la solidité, à ceux utilisant les alliages légers. Par contre, les hélices sont en duralumin (pas variable) à commande hydraulique ; le démarrage s'effectue par l'air comprimé. Ainsi a été établi le monoplan *Caproni-125* à aile surbaissée à deux moteurs « I F Asso-XI R C » à grande puissance (refroidissement par liquide), qui se révéla comme l'un des meilleurs bombardiers au cours de la campagne en Afrique Orientale et ne donna lieu à aucune défaillance pendant sept mois d'opérations dans des conditions climatiques et atmosphériques défavorables. Par contre, le remarquable *Fiat B R.-20* est entièrement métallique et représente l'un des appareils les mieux conçus et les mieux construits du genre.

« la force de l'aviation fasciste multipliée » pour se rendre compte, par certains détails, du soin et des perfectionnements apportés par les ingénieurs italiens dans la construction aéronautique. Nos collaborateurs, qui ont visité notamment les ateliers de Turin (où la Société Fiat emploie près de 50 000 ouvriers pour réaliser les plus beaux avions métalliques les plus perfectionnés et les plus réguliers moteurs de notre époque), reconnaîtront que cette affirmation n'est pas reproduite ici à la légère. C'est à des hommes comme Agnelli et le professeur Valletta que la Société Fiat doit de tels résultats spécifiquement industriels.

L'ouvrage de Guido Mattioli, scrupuleusement traduit par Emmanuel Andesio, est instructif et aisé à lire. Il constitue, en quelque sorte, un hymne à la grandeur des ailes de l'Italie moderne, où l'aviation — matériel et personnel — apparaît comme une synthèse de la machine et de la volonté. Ce sont là — de toute évidence — des manifestations de l'activité créatrice d'un peuple jeune, que l'on doit méditer en toute objectivité en dehors de toute considération politique. Concevoir sans agir et oser sans réaliser *industriellement*, ne sont, en effet, que des vaines tentatives de velléitaires. Pour les hommes d'action, les seules qui comptent ce sont les tentatives audacieuses, persévérantes et méthodiques qui aboutissent aux réalisations tangibles.

G. B.

LA SIBÉRIE N'EST PLUS TERRE INHUMAINE

QUAND on prospecte le sol de l'immense Sibérie, — jadis considérée par de nombreux esprits superficiels comme terre inhumaine et inutile, — on est frappé de l'abondance des richesses de son sous-sol, dont la « fertilité » géologique est l'une des plus remarquables du monde. Qu'on en juge par cette rapide énumération : fer, cuivre, étain, manganèse, aluminium (bauxite), nickel, or, platine, titane, tungstène (wolfram), molybdène, antimoine, glucinium (beryl), cobalt, bismuth, diamant, spath-fluor (fluorine), spath d'Islande (calcite), graphite, micas, phosphates (apatites), sans oublier tous ces minéraux — plus ou moins connus — dont on tire les « terres rares », et d'autres moins répandus mais aux applications possibles, tels que khibinite syénite, kondrikite, lovtchorite, loparite, mourmanite, phosphorites, pyrrhotine, que recèlent ces monts prestigieux de l'Oural où le géologue comme le minéralogiste trouveront longtemps matière à alimenter leurs précieuses collections. C'est en commençant intentionnellement par ce rapide et massif

inventaire que nous avons voulu signaler aux lecteurs de *La Science et la Vie* l'ouvrage tout récent, et particulièrement documenté, de Ch. Steber sur *la Sibérie et l'Extrême-Nord soviétique* (1), afin qu'ils puissent se faire une idée plus exacte de l'importance économique de ces régions et du développement industriel auquel elles seront un jour appelées, de par la mise en valeur de ces immenses contrées aux possibilités incalculables, dont la superficie est plus de vingt-deux fois celle de la France (2). Qu'ils méditent ce fait indiscutable : la Sibérie — véritable colonie de peuplement de l'U. R. S. S., l'un des plus riches réservoirs de matières du monde — fait partie d'un « empire » qui compte près de 180 millions d'individus, dont le rythme d'accroissement annuel de la

(1) CHARLES STEBER, *La Sibérie et l'Extrême-Nord soviétique*, Paris 1936. Prix franco : France, 19 f 60 ; étranger, 22 f 40.

(2) Les territoires sibériens actuels de l'U. R. S. S. (tenu compte des amputations des traités) représentent tout le nord du continent asiatique soviétique, de l'Oural à l'océan Pacifique. L'ensemble des territoires étudiés dans l'ouvrage de Ch. Steber représente donc environ 12 millions de km² !

population est de plus de 4 millions d'habitants (soit à peu près la population de la Suisse). Cette Sibérie, aux images légendaires... et erronées, constitue, en quelque sorte, le formidable pont reliant l'Europe à l'Asie — que nos contemporains connaissent si mal et dont ils ignorent jusqu'à son récent éveil économique... A ce titre, l'enquête de M. Steber — qui passa de longs mois dans ce pays pour en étudier la structure géographique, géologique, agricole, industrielle — sera pour eux à la fois une révélation et une initiation. Ils y apprendront que la Sibérie d'aujourd'hui n'est plus comparable, à aucun point de vue, ni à celle que, vers 1850, décrivait Dostoïevski, ni à celle qu'évoquait vers 1905 Anatole France dans un discours qui fit quelque bruit à l'époque, mais qu'elle est devenue — en moins de vingt ans — le pays d'avenir qu'entrevoyait déjà l'explorateur Nansen. La vaste documentation de Ch. Steber embrasse aussi ce que nous désignerons sous le vocable d'Extrême-Nord, encore plus méconnu que la Sibérie proprement dite (orientale et occidentale). Les problèmes que soulèvent, en effet, ces régions polaires présentent un intérêt aussi réel qu'inattendu : champs nouveaux de l'agriculture boréale, route maritime du nord plus que jamais à l'ordre du jour par le fait même de l'évolution des

circonstances politiques. L'examen de ces différentes questions offre un vif attrait pour tout esprit cultivé soucieux de suivre — au jour le jour — la marche de l'humanité, dans le temps comme dans l'espace, vers le progrès indéfini de la science appliquée à la vie : les explorations arctiques, les brise-glaces dans la navigation polaire, l'aviation et la radio dans l'Arctique, l'océanographie, l'hydrographie, la météorologie, la prospection minière, l'élevage dans ces régions, il y a peu d'années encore, réputées inaccessibles et désertes, ne constituent-ils pas des exemples démonstratifs de ce que la recherche scientifique peut conquérir pour mettre en œuvre et exploiter les richesses naturelles. C'est ainsi que sont nées — de par l'audace et le génie inventif des savants — ces stations polaires, à l'activité diversifiée, qui apportent déjà, et apporteront plus encore, des moyens précieux et puissants d'investigation dans le domaine de l'exploration maritime, terrestre, aérienne de ces territoires déserts et sans fin situés au nord du 62° parallèle. Qui nous dit, par exemple, que, dans un avenir prochain, la liaison aérienne des U. S. A. et de l'U. R. S. S. ne s'effectuera pas régulièrement par la route arctique... Tout ce qu'un homme est capable d'imaginer, d'autres hommes sont capables de le réaliser.

La prospérité économique et l'équilibre social d'une nation dépendent, entre autres facteurs déterminants, des conditions d'existence respectives des populations agricoles et industrielles. Dans un pays comme la France, où le monde rural constitue l'élément prédominant, cette constatation élémentaire ne se vérifie pas toujours dans les faits. Ainsi, l'Office national du Blé en 1936 a, comme l'on sait, fixé le prix de vente de cette céréale, dans le but d'améliorer le sort du producteur au moment où les cours étaient tombés si bas dans le monde. Mais la valeur des produits agricoles s'étant relevée dans la plupart des pays, voici qu'en France le cultivateur vend maintenant son blé bien meilleur marché que si la loi de l'offre et de la demande avait continué à jouer librement. Qu'on en juge : l'Office national a fixé aux environs de 140 francs le prix du quintal avec des augmentations compensées par ailleurs par des réfections (1). Or, si dès l'été dernier le commerce du blé était demeuré libre, le blé serait vendu maintenant à raison de 192 f le quintal, puisque son prix mondial a atteint 102 f auquel il faut ajouter les 80 f de droits de douane et 10 f de transport, soit au total 192 f : le paysan français qu'on a voulu protéger contre la crise reçoit donc, en 1937, 45 f de moins que si cette loi de protection n'était pas intervenue pour réglementer la vente du blé en France. La loi qui dépasse le but est comme celle qui n'atteint pas — pourrait-on dire en paraphrasant l'aphorisme de Goethe.

(1) Réductions proportionnelles aux droits de douane aux marchandises avariées.

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.

Les gazogènes à l'étranger

L'ALLEMAGNE, bien que très riche en houille et en lignite, cherche à développer l'utilisation du bois pour l'alimentation des moteurs de ses véhicules automobiles, les premiers combustibles devant fournir, grâce à l'hydrogénation, plus de 850 000 t d'essence fin 1937 (1). Actuellement, plus de 2 000 voitures fonctionnent au gaz de bois, dont une centaine d'autobus. La distribution des carburants forestiers est organisée sur les routes par plus de 1 000 stations, indiquées sur une carte et signalées de loin aux usagers. Une puissante propagande favorise cet essor du gazogène (lignes d'autobus, concours, etc.). Au point de vue économique, on estime que l'amortissement (réparti sur trois ans) et les frais fixes (entretien) reviennent à environ 900 RM par an ; les frais d'exploitation pour 25 000 km par an également à 900 RM, soit 1 800 RM au total. Pour une voiture analogue à essence, cette somme atteint 4 200 RM, et pour un véhicule à Diesel un peu plus de 1 800 RM.

L'ITALIE, pays pauvre en houille, a tout d'abord exempté, dès 1932, les camions neufs à gazogène des droits de circulation. En 1934, elle a créé des primes d'achat atteignant jusqu'à 9 000 livres par véhicule et réduit de 40 % les droits de circulation des voitures usagées fonctionnant à gazogène. Le décret de Bolzano a stipulé ensuite que tous les véhicules de transports en commun devraient, à partir du 10 janvier 1938, être équipés de gazogènes. D'importantes manifestations ont eu lieu (rallye Rome-Bruxelles-Paris et circuit de Milan en 1935, concours de Milan et de Padoue, concours de tracteurs, course des 1 000 milles en 1936). Aussi les compagnies d'autobus de Rome,

Milan, Gênes, Reggio, Calabrio, Turin ont-elles adopté le gazogène, de même que les sociétés exploitant certaines lignes touristiques ou intercommunales (Côme-Menaggio, Milan-Pavil, etc.). Les services d'Etat (Milice forestière, Ministère des Communications, etc.) font également appel au gazogène.

En AUTRICHE, particulièrement riche en forêts par rapport aux autres pays d'Europe (7 000 000 m³ de bois disponibles pour la carburation forestière), toutes les entreprises possédant un certain nombre d'automobiles doivent en avoir un sur dix fonctionnant au bois.

En TCHÉCOSLOVAQUIE circulent plus de trois cents camions ou autobus à gazogènes et quatre firmes en ont entrepris la construction. L'U. R. S. S., elle-même, riche en pétrole, a prévu la construction de cent vingt camions et cent trente tracteurs à gaz de bois. Au JAPON, les essais effectués sur des automobiles « Datsun » ont montré que l'économie réalisée, par rapport à l'essence, atteint 75 %.

En FRANCE également, l'on cherche à développer le véhicule à gazogène (achats par les services de l'agriculture, qui prêtent des véhicules aux départements pour essais ; formation de conducteurs et techniciens, etc.). Une seule firme a vendu, en 1936, plus de huit cents gazogènes.

Seule l'ANGLETERRE, ne possédant pas de bois, n'a pu orienter ses efforts dans ce sens. Elle a cherché, par contre, à développer la fabrication de carburants de synthèse à partir de la houille (1).

Les ondes courtes aux Etats-Unis

CERTAINEMENT, on se préoccupe actuellement de l'utilisation des ondes courtes pour les communications radio-électriques, à cause des faibles puissances qu'elles exigent et de leur dirigeabilité. Dans ce domaine, une intéressante installation vient d'être réalisée entre New York et Philadelphie, distants de 150 km. Les ondes utilisées, de l'ordre de 3 m, se propagent en ligne droite, de sorte que, par suite de la courbure de la Terre, il a fallu prévoir deux

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 216, page 474, n° 230, page 143, n° 231, page 211, n° 232, page 330.

postes relais : l'un à New Brunswick, l'autre à Arney's Mount (1). Chaque station comprend un récepteur et un émetteur, celui-là connecté directement aux bornes de celui-ci. L'originalité de l'installation réside dans le système automatique mis au point pour éviter de laisser constamment en fonctionnement émetteurs et récepteurs, ce qui élèverait par trop le coût de l'exploitation. Seuls, les récepteurs restent allumés en permanence (l'énergie qu'ils consomment est faible). Si New York, par exemple, a besoin de la ligne, il émet une note musicale — 595 périodes par seconde — qui, au poste relais, traverse un filtre sélectif et actionne un dispositif mettant en marche l'émetteur de ce poste. Celui-ci transmet à son tour le signal-pilote qui, de proche en proche, parvient à Philadelphie pour revenir enfin, de la même façon, à New York, ce qui prouve que toute la chaîne Nord-Sud et Sud-Nord est en fonctionnement normal pour la transmission désirée. Lorsque celle-ci est terminée, il suffit de couper l'émission du signal-pilote pour remettre les émetteurs au repos. La R. C. A. (« Radio Corporation of America »), qui a procédé à cette installation, a prévu plusieurs communications simultanées : deux transmissions d'images, deux par télétypes, une de télégraphie ordinaire, et cela dans chaque sens.

En Belgique, progrès technique pour l'automobile

L'INDUSTRIE automobile belge procède en effet, actuellement, aux essais d'une nouvelle voiture (« Minerva-Impéria ») pour laquelle des solutions originales ont été conçues en ce qui concerne la transmission du couple-moteur aux roues. Ainsi, en attelant sur le maneton d'un moteur classique une bielle transmettant le mouvement de rotation du vilebrequin, au moyen d'un mécanisme d'entraînement à sens unique (roues libres), on peut obtenir les variations de vitesse en faisant varier l'amplitude de l'arc décrit par l'extrémité de la bielle. La réalisation présentée possède la propriété de transmettre une vitesse rigoureusement constante (et non par à-coups) pour une vitesse constante du moteur. Cette solution supprime donc l'embrayage, la boîte de vitesses et le pont des voitures. Une simple manœuvre, automatique, permet d'obtenir toutes les vitesses depuis le point mort jusqu'à la surmultiplication désirée. La meilleure vitesse déterminée par la charge et la pente de la route est toujours réalisée avec le minimum de tours du moteur correspondant à la puissance requise, d'où une économie dans la consommation. Le conducteur n'a donc qu'à s'occuper de la direction et à actionner l'accélérateur de la voiture.

(1) Les distances à franchir sont ainsi de 50, 60 et 40 km.

Le Japon et le coton

IL est incontestable en effet que pour lutter contre la concurrence japonaise et défendre leur industrie cotonnière, certains pays ont pris des mesures énergiques : la Belgique a sévèrement contingenté l'importation des tissus de coton ; l'Australie a porté de 70 à 110 % les droits *ad valorem* ; l'Égypte a imposé un droit de 40 % ; les États-Unis ont accru de 42 % les droits sur les tissus japonais, etc. Comme le Japon ne produit pas de coton, mais en transforme 5 millions de balles par an, il a cherché à obliger ses fournisseurs en matière première à se pourvoir chez lui des produits fabriqués. Ainsi ses achats de coton aux États-Unis, en Australie, en Égypte, à Haïti, etc., ont-ils considérablement diminué, alors que le Pérou, l'Argentine, le Brésil, l'Afrique Occidentale, la Chine, etc. ont au contraire intensifié leurs rapports commerciaux avec le Nippon. Celui-ci espère d'ailleurs s'affranchir, d'ici cinq ans, de ses importations en provenance des États-Unis, grâce au plan actuellement en voie d'exécution concernant la culture de ce textile en Corée et dans le Mandchoukouo.

Les trains automoteurs américains

AUX États-Unis, les trains à moteurs, à essence ou à huile lourde, ont été développés en vue de réaliser une exploitation plus économique rendue nécessaire par la concurrence automobile qui avait fait désertir les lignes de petits parcours. La diminution du coût d'exploitation, par rapport aux trains à vapeur, varie de 50 à 60 % suivant les lignes. En dehors des trains automoteurs ordinaires (trois voitures et un moteur à essence de 600 ch, il faut citer le train « Pullman » de six voitures (900 ch) et deux rames à neuf voitures (1 200 ch) établies pour l'« Union Pacific ». Ce dernier type a circulé à 200 km/h. En dehors de l'emploi des alliages légers qui ont permis d'établir une « carrosserie » dont le poids est inférieur à 12 % du poids total (ce qui, d'ailleurs, paraît une limite si l'on ne veut pas compromettre la sécurité), les trains articulés américains ont donné lieu à d'intéressantes recherches concernant l'aérodynamisme. Celles-ci ont fait ressortir notamment la puissance consommée pour vaincre la résistance de l'air suivant le « carénage » des véhicules. On sait que, pour une surface frontale de 1 m², cette résistance est proportionnelle au carré de la vitesse en mètres par seconde, le facteur de proportionnalité variant avec la « forme » du véhicule. Pour un rapide ordinaire, il est égal à 0.002 4. Dans ces conditions, la résistance de l'air, qui, à 60 km/h, absorbe 5,5 ch, nécessite, pour être vaincue, 198 ch à 200 km/h (soit 36 fois plus pour une vitesse 3,3 fois supérieure seu-

lement. Cependant, sur les trains automoteurs, on est parvenu à abaisser ce coefficient à 0,000 8, de sorte que la puissance nécessaire à la pénétration dans l'air passe de 1.87 ch (à 60 km/h) à 66 ch (à 200 km/h), toujours pour 1 m² de surface frontale, soit, en tenant compte du rendement de la transmission, une centaine de ch sur l'arbre moteur. C'est donc une puissance de 600 ch environ qui est ainsi dépensée sur un train aussi bien profilé que possible (6 m² de surface frontale), uniquement par suite de la présence de l'air, pour rouler à 200 km/h. C'est pourquoi les trains de 600 ch n'ont guère dépassé 160 km/h il a fallu doubler la puissance (1 200 ch) pour gagner 40 km/h.

En ce qui concerne le mode de propulsion, les Américains (qui ne paient l'essence guère plus cher que le gas oil) estiment que l'automotrice à essence est plus économique que celle à moteur Diesel à huile lourde, à cause du prix de construction plus élevé du Diesel. Cependant la tendance reste en faveur de ce dernier pour les longs parcours, par suite de sa faible consommation en combustible.

Le développement de la production d'énergie électrique aux Etats-Unis

IL est exact que, malgré les grands travaux entrepris — Boulder Dam (1), Tennessee (2) — la production d'énergie électrique n'a augmenté, aux Etats-Unis, depuis 1932, que de 72 000 kW. Actuellement, plus de 10 millions de kW sont produits par les centrales hydrauliques contre 9,8 millions en 1932. Par contre, la puissance fournie par les centrales thermiques a diminué de 56 000 kW environ c'est-à-dire qu'elle est tombée à 27 millions de kW. Quant à la consommation, elle s'est accrue de 151 % depuis 1914, par suite notamment de la grande diffusion des appareils ménagers et du prix de vente aux particuliers qui n'a augmenté que de 51 % depuis la même époque (environ 1,07 f le kW.h).

Le gouvernement américain s'est préoccupé, on le sait, de développer l'aménagement des centrales hydrauliques dont les barrages doivent assurer également la régulation de cours des rivières. Cependant, ces usines du gouvernement, situées dans des régions peu industrielles, ne desservent directement aucune grande ville, sauf pour Los Angeles — Boulder Dam. Aussi, les centrales thermiques sont-elles encore nécessaires. On a construit peu de centrales à vapeur depuis 1932. Signalons celle de Baltimore, qui comporte deux turbines et deux chaudières de chacune 36 000 kW ; celle de Milwaukee, avec une seule chaudière et une seule turbine de 80 000 kW, dont le ren-

dement atteint 30,5 %. Par contre, d'anciennes usines ont été modernisées par la substitution aux chaudières à 15 kg/cm² de nouvelles à 40 kg/cm² et en ajoutant de nouvelles unités. Ainsi la centrale de la « Detroit Edison Co », qui développait 180 000 kW, verra sa puissance portée à près de 400 000 kW. C'est grâce aux progrès de la métallurgie, qui ont autorisé l'emploi des pressions élevées (jusqu'à 100 kg/cm²) et de températures de la vapeur atteignant 500° C (contre 350° C avec les pressions de 15 kg/m²) que le rendement a progressé (1).

A propos de la lumière jaune pour les automobiles

IL est certain que les nombreux étrangers qui séjourneront à Paris à l'occasion de l'Exposition Internationale remarqueront, parmi les applications de la technique à la vie moderne, les heureuses conséquences de l'arrêté du 3 novembre 1936 (2) qui a rendu obligatoire en France l'emploi d'ampoules jaunes d'un type agréé pour les phares d'automobiles. Si les Allemands, les Hollandais, les Belges, les Autrichiens, les Hongrois, les Estoniens, les Tchécoslovaques, les Danois, les Suédois, les Norvégiens, les Suisses seront surpris de constater le manque de réglementation concernant les indicateurs lumineux de changement de direction fixés sur les véhicules, si les Américains ne comprendront pas pourquoi toutes les voitures ne sont pas équipées de deux feux rouges à l'arrière, par contre ils ne manqueront pas de reconnaître les bienfaits de la lumière jaune et peut-être leur opinion autorisée entraînera-t-elle leurs pays à adopter la solution française au problème de l'éblouissement, cause de tant d'accidents.

Avion rapide japonais

LE nouvel avion construit au Japon qui vient de relier Tokio à Londres en 94 h 13 mn (3), a été construit par les usines Mitsubichi. C'est un monoplane entièrement métallique à deux places et à ailes basses, monomoteur (550-650 ch à 9 cylindres en étoile). L'appareil est d'une envergure de 12 m, sa longueur de 8 m 30, sa hauteur de 2 m 80 avec une surface portante de 20 m². Le poids total est de l'ordre de 2 tonnes. La vitesse moyenne, sur 900 km environ de base, a donné aux essais près de 460 km/h. Sa vitesse maximum atteint 500 km/h ; autonomie de vol, 2 500 km.

(1) Il faut citer aussi la plus grande centrale à moteurs Diesel (Vernon, Californie), qui comporte cinq moteurs de 7 000 ch à deux temps, dont la consommation aux essais n'a été que de 168 g de gas oil par ch.h, soit un rendement de 25 %.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 219.

(3) Soit 158 km/h de vitesse commerciale. Le temps réel de vol, 51 h 48 mn, correspond à 287 km/h de vitesse moyenne.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 6.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 5.

CONSEILS AUX SANS-FILISTES

Par Géo MOUSSERON

Sous cette rubrique, notre collaborateur, particulièrement qualifié, expose à nos nombreux lecteurs sans-filistes les nouveautés les plus intéressantes susceptibles de porter au maximum le rendement des radiorécepteurs modernes et l'agrément des auditions.

Quelques mots sur l'« Ultraméric-IX »

Il est curieux de constater que, pour une série de récepteurs sensiblement égaux, il en est un parfois qui connaît une vogue particulière sans que l'on en comprenne tout d'abord la raison. C'est après mûre réflexion que l'on comprend enfin les raisons de cet engouement : chaque détail

répond à un désir maintes fois exprimé par des centaines de sans-filistes n'ayant jamais été en rapport entre eux. Ce dernier trait montre combien certains points s'avèrent indispensables pour toutes les catégories d'auditeurs.

L'« Ultraméric-IX » est un de ces récepteurs qui a connu la grande vogue dès son apparition sur le marché. Il s'est montré, dès le

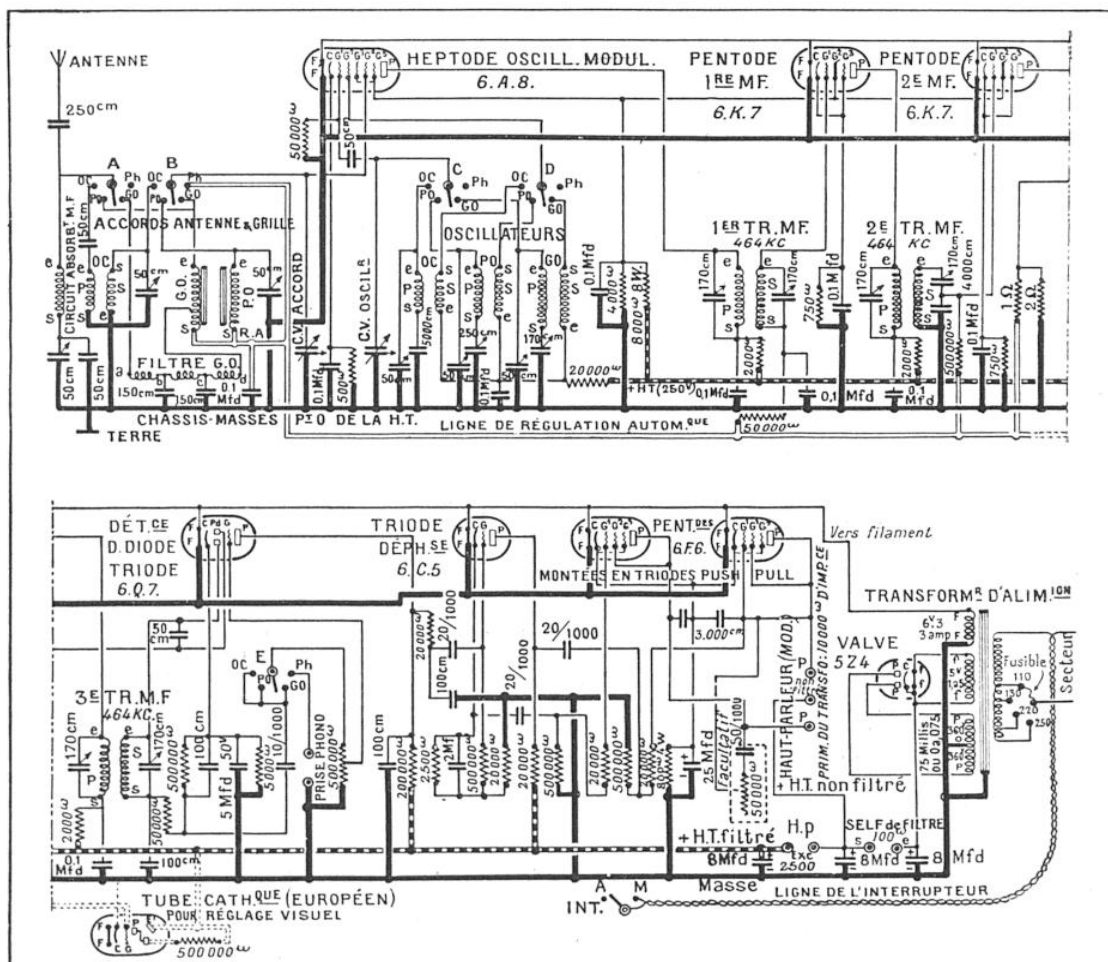


FIG. 1. — SCHÉMA DU MONTAGE DE L'« ULTRAMÉRIC-IX » TOUTES ONDES

début, sous le jour d'un appareil de belle classe, muni des tubes les plus modernes et de taille à satisfaire les désirs toujours plus grands des sans-filistes. La gamme d'ondes courtes est obtenue par des bobinages montés sur Trolitul, matière reconnue comme la meilleure pour les O C, tant comme isolant électrique que comme support remarquable dans une atmosphère humide.

L'accord des transformateurs est fait sur la fréquence de 464 kilocycles. Un circuit absorbant M F, accordé sur cette fréquence, permet la suppression de la fréquence, image qui nuit à la sélectivité.

En dehors de multiples détails qui font de ce poste un des plus modernes de l'année, il faut signaler le montage basse fréquence équilibré, réalisé avec deux tubes 6 F. 6 et utilisant un courant haute tension peu filtré, afin d'avoir une tension plus élevée aux anodes.

Le poste étant muni d'un dispositif de régulation automatique contre l'évanouissement, un tube cathodique est nécessaire pour le réglage visuel. Ce tube, la valve et les sept lampes de réception forment un total de neuf tubes dont huit métalliques américains et un de la série rouge européenne.

Enfin, pour les sans-filistes que la question intéresse, son constructeur peut adresser le plan de montage grandeur réelle et tous détails de construction utiles.

L'heptode européenne

Nous avons, jusqu'ici, deux techniques différentes en ce qui concernait le le changement de fréquence. Le tube européen à 7 électrodes, dont 5 grilles, et le tube européen octode à 8 électrodes, dont 6 grilles.

L'apparition de la EH.-2, lampe européenne série rouge, fait apparaître la première heptode européenne dont voici les caractéristiques :

Tension filament	6,3 V
Intensité filament	0,2 A
Tension plaque	250 V
Tension écran	100 V
Tension G'	3 à 25 V
Intensité plaque	1,85 à 0,015
R. Interne	2 mégohms

En parlant de lampe moderne, il est bon d'ajouter également qu'une nouvelle lampe duo-diode-pentode, la EBL.-2, nous donne la facilité d'effectuer certains montages que permettait seule, jusqu'ici, la 6 B 7.

Les lampes minuscules

On sait que des résultats excellents sont obtenus, aujourd'hui, sur des longueurs d'ondes allant jusqu'à 0 m 50. Tous les jours, des liaisons sont effectuées sur 5 m à plusieurs dizaines de kilomètres.

Il reste à voir l'application utile. Il vaudrait mieux dire « les applications utiles »,

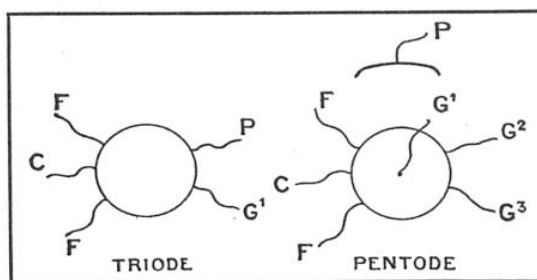


FIG. 2. — COMMENT SE PRÉSENTENT LES SORTIES D'ÉLECTRODES SOUS LES LAMPES DE FAIBLES DIMENSIONS TRIODE ET PENTODE. Ces lampes ne possèdent pas de « culot » ; les sorties d'électrodes sont constituées par de simples fils, ce qui réduit la capacité entre électrodes.

car elles sont nombreuses. Liaison entre avions ou entre voitures automobiles, entre trains en marche, l'armée, la marine, etc. Sur des fréquences qui atteignent 600 000 000 on conçoit que la création de lampes spéciales s'imposait.

Il existe depuis peu des tubes dont les dimensions sont celles d'une noisette. N'ajoutons pas « culot compris », car ce culot n'existe pas. Les sorties d'électrodes sont faites par des simples fils, ce qui réduit considérablement la capacité entre électrodes.

Il existe deux modèles de tubes : le triode et le pentode. La disposition est faite d'après les figures jointes et les tensions et intensités de fonctionnement sont données ci-dessous :

TRIODE .	Tension filament	6,3 V
	Intensité filament	0,150 A
	Tension plaque	180 V
	Intensité plaque	4,5 millis
PENTODE	Tension filament	6,3 V
	Intensité filament	0,150 A
	Tension plaque	250 V
	Tension écran	100 V
	Intensité plaque	0,5 milli

L'Ecole Française de Radioélectricité

Le développement industriel de la radio-électricité exige chaque jour un nombre plus grand de techniciens capables non seulement de comprendre les progrès de cette science relativement jeune, mais encore de les appliquer et de susciter de nouveaux perfectionnements. Le temps n'est plus où il suffisait de connaissances rudimentaires en physique, en électricité, pour « bricoler » un poste, assurer le service d'un émetteur. Il faut aujourd'hui des bases supérieures, enseignées par des maîtres compétents. C'est pourquoi nous resterons ici dans le cadre de nos « conseils aux sans-filistes » en signalant l'Ecole Française de Radioélectricité, déjà bien connue des spécialistes, mais que les jeunes — futurs ingénieurs de la radio —

doivent aussi apprécier. Et s'il est vrai que « l'Ecole, c'est le Maître », il nous suffira de nommer son directeur, J.-E. Lavigne, qui, vrai pionnier de la radio, fonda, dès 1919, une école de T.S.F. et qui reçut son premier diplôme officiel en 1910.

Une petite anecdote suffit à le faire connaître. A cette époque, le silence d'Amundsen donnait les plus légitimes inquiétudes.

J.-E. Lavigne vint offrir ses services au regretté Charcot et partit alors avec lui. Amundsen revenu, le *Pourquoi-Pas* dut s'occuper d'une mission danoise de six hommes, commandée par Bjerrieng, perdue dans les glaces depuis deux ans. Bjerrieng mort, restaient les cinq hommes incapables de se servir du récepteur de radio. Et quand Charcot les rencontra, ils refusèrent de monter à bord du navire français, ne voulant rentrer dans leur pays que sur un navire danois. Il fallait donc avertir Copenhague. C'est alors que, par des artifices techniques et par « les moyens du bord », J.-E. Lavigne parvint à atteindre la station côtière de Rekjavick, située à une distance plus grande que la portée normale de l'émetteur du *Pourquoi-pas*. Ce dernier, devant lever l'ancre dans les trois heures pour n'être pas pris par les glaces, devait abandonner la mission danoise. En moins de trois heures, notre génial radio imagina un code factice et simpliste, régla le poste des Danois et, pendant des semaines, communiqua avec eux après son départ, les tenant au courant de tout ce qui était fait de Copenhague pour venir au secours des abandonnés.

Voilà l'homme, voici l'école. Située sur la montagne Sainte-Genève à Paris, son

emplacement a été volontairement choisi dans un des coins les plus calmes de la capitale, dans une « zone de silence » favorable aux études théoriques d'électricité, de magnétisme, de radiotélégraphie qui permettent d'obtenir les certificats de 1^{re} et de 2^e classe ou les certificats spéciaux (radiotélégraphiste d'aéronefs) aboutissant à un avenir stable et rémunérateur dans la T. S. F., sans oublier les cours supérieurs d'ingénieurs. Cependant, voulant parfaire son œuvre, M. Lavigne a créé, en plein centre de Paris, une section industrielle où les monteurs, dépanneurs, aligneurs et techniciens spécialisés peuvent, chaque soir, se perfectionner sans cesse. A cette annexe, bien reliée aux principales gares de Paris, peuvent se rendre aisément les habitants de la banlieue.

Et voici, pour terminer, quelques indications sur les débouchés de cette carrière. Sait-on, notamment, qu'il manque actuellement quelques centaines d'officiers radios de la Marine marchande et que les spécialistes vraiment qualifiés sont toujours demandés par l'industrie, l'armée, l'aviation? Notre réseau colonial est à améliorer, l'industrie a besoin de dépanneurs évitant le retour au fabricant d'un poste défaillant; la télévision, la télémechanique, l'emploi des ondes courtes et ultra-courtes se développeront sans cesse, offrant de nouvelles carrières à l'activité de ceux qui auront su prévoir l'avenir des sciences radioélectriques et s'y préparer sous la conduite de chefs éclairés qui insufflent à leurs élèves le véritable esprit d'équipe scientifique qui conduit au succès.

GÉO MOUSSERON.

SANS-FILISTES, avant d'acquérir un appareil récepteur, n'hésitez pas à consulter le service technique de « La Science et la Vie ». Il vous renseignera impartialement sans tenir compte de considérations commerciales qui, trop souvent, faussent le jugement.

Le Congrès des Etats-Unis a voté un crédit spécial de 900 millions, dont une partie sera employée aux secours immédiats et une autre à l'exécution d'importants travaux de protection : constructions de levées et de barrages, reboisements, etc. Le programme de ces travaux prévoit, par exemple, la construction de 400 barrages et réservoirs, ainsi que des milliers de kilomètres de levées de terre.

Si on l'exécute intégralement, il faudra y consacrer une somme de 4 milliards de dollars environ. Mais l'exécutera-t-on? Le gouvernement fédéral a exigé que les différents Etats paient, sur leurs propres fonds, les terrains nécessaires à l'établissement des réservoirs projetés. Or, on constate que l'Etat de New York, par exemple, ne met aucun empressement à engager de si grosses dépenses pour la protection des habitants de la Pensylvanie, et que le New Hampshire s'intéresse peu au sort du Massachusetts... De plus, les ingénieurs estiment que régulariser absolument le cours de grandes voies fluviales comme l'Ohio et le Mississippi est un projet difficile — sinon impossible — à réaliser; ce que l'on peut espérer, c'est réduire progressivement l'étendue d'un tel fléau. Ce programme partiel est déjà considérable.

LES MÉTAUX LÉGERS A L'EXPOSITION DE 1937

Le programme des organisateurs de l'Exposition des Arts et Techniques peut se résumer en peu de mots : « Effort de recherche, effort de nouveauté. » Cette manifestation doit donc réunir les œuvres *originales* des artisans, des artistes, des industriels. Elle se propose d'être *créatrice*, éducatrice, et même de provoquer des réalisations qui semblaient être encore du domaine de l'avenir. Les métaux légers, tant par leurs qualités propres que grâce à l'initiative prise par les producteurs qui ont organisé un concours de l'Aluminium, devaient donc prendre une place importante, remarquable par la diversité d'emploi, surtout pour la décoration (revêtements extérieurs ou intérieurs, ensembles comportant des tubes, tôles, profilés, motifs moulés, toitures, éléments de portes, etc., mobiliers et objets d'art, etc.). On sait que les traitements des surfaces permettent aujourd'hui de présenter ce métal sous les aspects les plus variés, soit poli, brillant ou mat, satiné ou sablé, soit traité anodiquement (aluminium) et même coloré dans les teintes les plus diverses.

Voici quelques-unes des réalisations les plus remarquables de l'Exposition où les métaux légers sont utilisés.

Tout d'abord, au point de vue des ouvrages d'art : on sait que le *pont de l'Alma* devant être laissé libre pour la circulation, a été doublé par une passerelle à 15 m en aval du pont lui-même, de façon à assurer le passage des visiteurs d'une rive à l'autre et éviter de leur imposer la traversée soit par la passerelle Debilly, soit par le pont Alexandre III. Sa longueur est de 125 m et elle comporte deux étages d'une largeur totale de 16 m. L'étage inférieur, qui sert de passerelle d'accès au pavillon du Tourisme

situé sur la rive gauche, a une largeur de 6 m. Des boutiques sont disposées sur un côté du passage et le toit de ces boutiques constitue l'étage supérieur de la passerelle d'une largeur de 10 m. Il communique de plain-pied avec la plate-forme de la porte d'entrée d'honneur de la place de l'Alma.

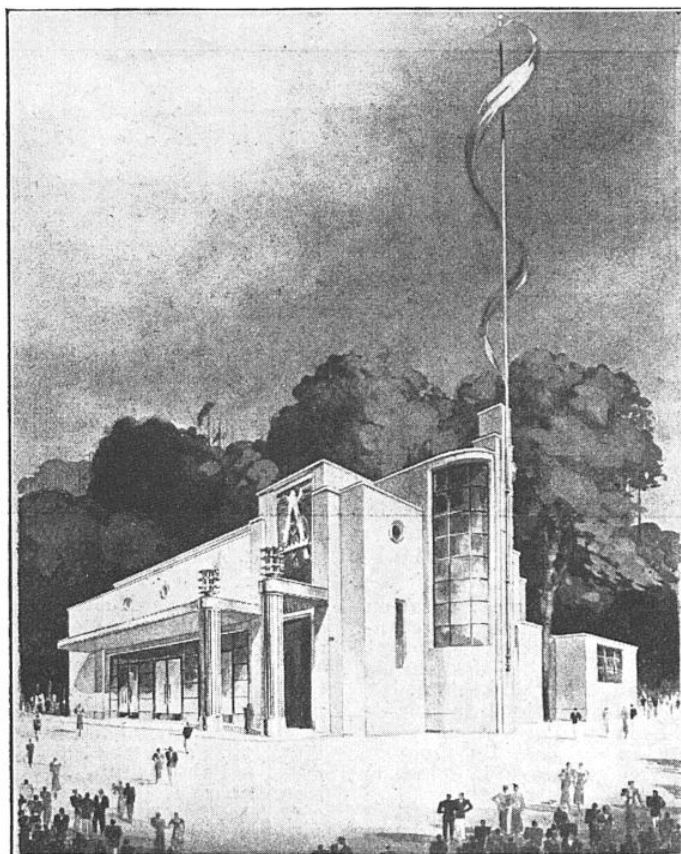
Cette passerelle, véritable pont, établie sur des piles en béton armé, comporte une ossature

en charpente métallique habillée d'aluminium. Ce métal est également utilisé pour les gouttières lumineuses, la décoration des baies des magasins disposés d'un côté du passage, les plinthes, les mains courantes, etc. Le métal des revêtements doit même être aluminé et coloré en vue de favoriser les jeux de lumière. Bien que n'étant prévue que comme un ouvrage provisoire de l'Exposition, cette passerelle devrait, semble-t-il, en raison des frais que la constitution du gros œuvre a entraînés, être conservée, afin de servir par la suite à l'élargissement de l'actuel pont de l'Alma.

Quant à la passerelle Debilly, située en face des musées d'Art contemporain, vieille de cinquante ans, réservée également

aux communications entre les deux rives de l'Exposition, il avait été question de la décorer entièrement, afin de la cacher aux yeux du public. En fait, elle aura été sommairement pourvue d'une décoration en métaux légers comportant principalement un motif central formé de tubes d'aluminium poli pour l'éclairage indirect, des bacs à fleurs sur toute la longueur, des balustrades en tubes d'aluminium.

Sur le *pont Alexandre-III* lui-même, l'aluminium, poli ou sablé, contribuera à faire valoir la lumière, grâce à ses propriétés réfléchissantes et à son bel aspect.



LE PAVILLON DE L'ALUMINIUM A L'EXPOSITION DE 1937

Enfin, pour plusieurs passerelles au-dessus des voies publiques, les métaux légers sont utilisés. Celle notamment qui assure les communications du quai d'Orsay, de part et d'autre du pont de l'Alma, est revêtue de métaux légers, en particulier son pylône central et ses culées.

Voici maintenant les palais et pavillons :

Le *Palais du Froid* (1), entièrement conçu par les techniciens français du froid et réalisé par l'industrie française, situé à l'entrée du pont Alexandre-III, comporte, on le sait, une Tour de Neige. Celle-ci est constituée par une série de vasques en aluminium superposées dont les parois, refroidies par un liquide réfrigérant circulant dans des canaux appropriés, congèlent la vapeur d'eau de l'atmosphère souvent humide des bords de la Seine.

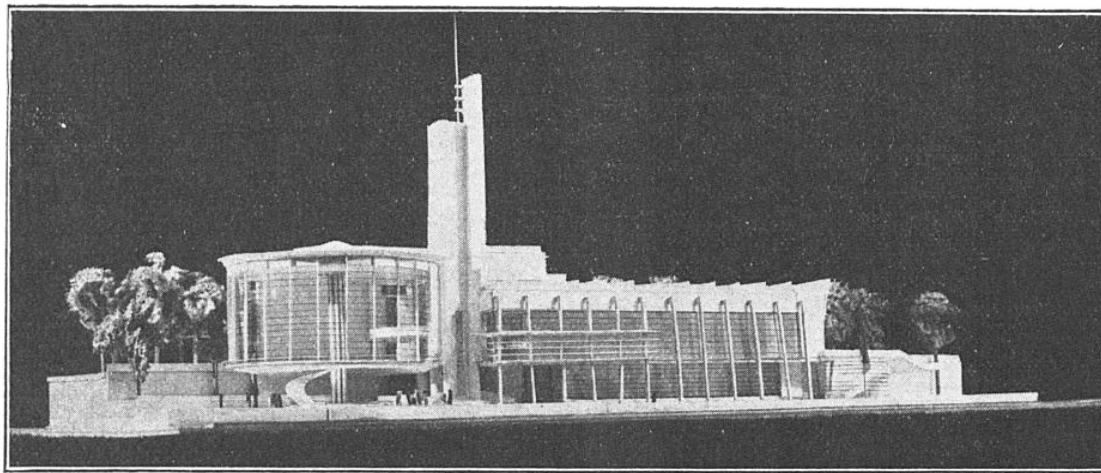
L'aluminium, utilisé pour cela sous forme de moulages, a été choisi non seulement en raison

comportent aussi des tubes d'aluminium, de même que le cloisonnement intérieur de la rotonde, constitué par des tôles d'aluminium.

Au *pavillon de la Société des Architectes*, il faut signaler l'emploi des métaux légers pour la porte d'entrée de 6 m de haut et 3,5 m de large, repliable en « accordéon » suivant cinq panneaux. Le tambour de la porte, diverses rampes d'escalier et barres d'appui sont en alliages légers. Ce pavillon, situé sur le quai d'Orsay entre le pont de l'Alma et les Invalides, comporte, à l'étage inférieur, une exposition technique.

À la section des Transports, le *pavillon de la Voile et de l'Avion* présente une façade revêtue de tôles d'aluminium avec rivetage apparent et un aménagement intérieur où ce métal (baies encadrées de tôles aluminées, etc.) a été heureusement utilisé.

Citons encore la section de l'*Enseignement*



VUE D'ENSEMBLE DU PAVILLON DU MÉTAL A L'EXPOSITION DE 1937

de sa conductibilité thermique, mais aussi en raison de son bel aspect lorsque la neige ne recouvrira pas la tour, aspect qui se conservera durant toute l'Exposition. La décoration des stands intérieurs a fait appel aussi à l'aluminium.

Le *pavillon du Métal* (expositions de ferronnerie, quincaillerie, bronzes d'art et métaux), synthèse de l'exposition de tous les métaux, est situé sur la berge rive gauche de la Seine, en amont du pont de l'Alma, l'entrée du pavillon se trouvant au niveau de la chaussée du quai d'Orsay, une deuxième entrée étant ménagée du côté du pont de l'Alma. Le pavillon se compose essentiellement d'un hall en forme de rotonde et d'une galerie de 46 m parallèle à la Seine et placée à cheval sur la voie du chemin de fer et sur la longueur d'accès à la Seine. Il s'étend sur une longueur totale de 93 m et sur une largeur variant de 20 à 30 m. L'aluminium y est utilisé sous deux formes. Tout d'abord, une œuvre décorative de 4 m de hauteur sur la façade ; puis, à l'intérieur, le plafond et les revêtements muraux d'une partie du hall, y compris deux des salles d'expositions attenantes, sont décorés de carrés de tôle d'aluminium sablé, de 42 cm de côté, séparés par des couvre-joints d'un autre métal formant quadrillage. Plafonds et revêtements muraux de la grande galerie

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 236, page 141.

Technique où la décoration des halls est réalisée au moyen de tôles d'aluminium aluminées et non colorées (1 200 m² de tôles).

Enfin, le *pavillon de l'Aluminium*, sur le Cours la-Reine, forme une synthèse des applications modernes les plus marquantes des métaux légers, que l'on trouve rassemblées dans une galerie d'exposition. Si sa construction a fait un large appel à l'aluminium, deux points sont intéressants à signaler. Ainsi, d'une part, tous les staffs sont recouverts d'une couche de peinture à l'aluminium, assurant leur conservation et facilitant l'application d'autres couches de peinture (1). D'autre part, la toiture du pavillon est constituée par des feuilles d'aluminium collées à l'aide de produits à base de bitume. C'est là une nouveauté démonstrative de l'utilisation de l'aluminium en feuilles minces dans les travaux d'étanchéité du bâtiment.

Ce rapide exposé, où nous n'avons mentionné que les applications les plus importantes de l'aluminium et de ses alliages, montre que ces matériaux, d'usage industriel relativement récent, ont conquis la faveur des architectes aussi bien pour la construction proprement dite que pour les aménagements intérieurs et la décoration.

(1) Déjà, à l'Exposition de Chicago, la peinture à l'aluminium s'était révélée comme la meilleure couche de fond.

RÉFLEXIONS SUR LA PRODUCTION ET LA DISTRIBUTION DE L'ÉLECTRICITÉ

Le prix de revient de l'énergie électrique

ON a beaucoup discuté sur le prix de revient de l'énergie électrique et, dans l'ardeur de la discussion, on en a oublié le plus souvent les principaux éléments. Il importe de les avoir présents à l'esprit et de connaître leur importance respective.

Dans toute entreprise, le prix de revient est fonction du coût de production, des frais généraux afférents à cette production, c'est-à-dire de la matière première et de la main-d'œuvre d'une part, de l'amortissement et de la rémunération des capitaux d'autre part.

Il en est de même dans l'industrie électrique. Mais, pour elle, les frais généraux de production sont extrêmement élevés et presque sans proportion avec le coût de production proprement dit, parce qu'elle fonctionne dans des conditions techniques et juridiques tout à fait particulières. Pour une production intensive de l'énergie électrique, il faut des installations aussi perfectionnées que coûteuses. Et elles sont d'autant plus onéreuses qu'à tout moment le progrès technique rend nécessaire le renouvellement de machines non encore amorties.

Ces installations sont financées par des capitaux privés, confiés surtout par la petite épargne, le nombre des porteurs de titres de l'industrie électrique dépassant le million. Ces capitaux, il faut les rémunérer et les amortir ; et l'amortissement est d'autant plus lourd que nous sommes presque toujours en présence d'entreprises concédées : au bout de soixante-quinze ans, au plus tard, en vertu du contrat de concession, les installations *payées* avec des capitaux *privés* reviendront *gratuitement* à la collectivité.

Chaque kW.h vendu doit donc contribuer à l'amortissement industriel et financier, et à la rémunération des capitaux engagés ; chaque kW.h se trouve donc grevé d'une quote-part très lourde de frais généraux de production : elle s'élève en moyenne à 900 francs par kW de puissance disponible pour les usines hydrauliques, et à 400 francs pour les usines thermiques. Mais, pour ces dernières, le coût de production proprement dit est plus élevé, puisque ces usines consomment du combustible qu'il faut acheter. Les composantes du prix de revient varient en importance, mais le prix de revient aux bornes de l'usine est à peu près le même pour les usines thermiques et

hydrauliques ; de toute façon, on voit que ce prix de revient aux bornes de l'usine est bien loin d'être « nominal ».

Ce prix de revient est considérablement augmenté par le transport. D'abord, les lignes de transport sont très coûteuses et doivent être amorties elles aussi. Ensuite, comme tout conducteur offre une certaine résistance, l'énergie transportée se perd en partie. Dans l'ensemble, on peut dire que par le transport, avec toutes les installations de sécurité qu'il comporte, le prix de revient est triplé ou quadruplé par rapport à ce qu'il était aux bornes de l'usine.

C'est pourquoi l'interconnexion, dont nous avons exposé récemment tout l'intérêt technique, n'a pas permis un abaissement massif des prix de vente de l'énergie. On comprend en effet, que, pour les transports à grande distance qu'elle a rendu possibles, les frais d'amortissement des lignes et les pertes d'énergie dues au transport soient très considérables.

Enfin, il faut considérer que la distribution d'énergie n'obéit pas exclusivement à la considération du rendement, et qu'elle est soumise à des sujétions spéciales et coûteuses. Le distributeur, en effet, ne peut choisir à son gré son client ; il ne peut refuser ceux dont le service exige un renforcement de réseau hors de proportion avec la recette qu'il est susceptible d'apporter.

L'abonné, d'autre part, a la faculté à tout moment d'utiliser le maximum d'énergie prévu à son contrat. Il faut donc, comme nous l'avons vu, avoir des installations capables de fournir, dès qu'il est besoin, une production maximum ; mais, en fait, elles ne fonctionnent à plein rendement que durant les quelques heures de « pointe » quotidienne. Elles doivent néanmoins être amorties et entretenues autant que si elles travaillaient sans arrêt.

On ne peut donc dissocier un tarif ou un prix de vente donné dans une distribution ; on est obligé de considérer l'ensemble des charges et des recettes du service électrique. L'abaissement du prix de ce service ne peut résulter que du développement de l'usage des appareils électriques susceptibles, en augmentant la consommation du courant, de la mieux répartir.

C'est d'ailleurs dans cette voie que les industriels français se sont engagés.

BORNES ET MUSOIRS LUMINEUX

BIEN que leur implantation sur la voie publique soit de date relativement récente, bornes et musoirs lumineux, chargés de signaler les refuges sur les avenues particulièrement fréquentées ou les carrefours particulièrement encombrés, sont familiers aux Parisiens.

Pour une fois d'accord, piétons et automobilistes leur ont de suite trouvé une silhouette sympathique et une utilité indéniable.

Mais si l'on mettait au concours parmi eux la question : « De quoi est faite la lumière qui avertit les uns et préserve les autres ? », il y a gros à parier que 90 % des concurrents feraient fausse route.

Ces bornes et ces musoirs sont éclairés au gaz.

En voici le comment et le pourquoi.

Comment ? La chose est en apparence toute simple, car il suffit sur chaque borne haute de monter un bec de gaz bijou de 100 litres-heure avec le gaz comprimé ou d'en loger un au centre du musoir ; mais, dans un cas comme dans l'autre, il est indispensable que la combustion du gaz à l'extrémité du bec s'accomplisse correctement et que la chaleur qu'elle dégage soit dissipée. Or, dans la petite tête ronde aux gros yeux étonnés de la borne haute, comme sous la calotte crânienne aplatie du musoir, l'espace est chichement compté, et c'est, dans son genre, un petit tour de force que d'y réaliser une bonne combustion. Voici par quels artifices on y parvient :

La partie inférieure de la lanterne est percée de trous ronds d'une superficie totale

de 50 cm² pour assurer une large arrivée d'air ; un brise-vent en cuivre est placé devant ces trous.

Comme le brûleur est condamné à occuper le centre de la sphère et que, de ce fait, l'issue du verre est très voisine de la calotte supérieure de la lanterne, il en résulterait un échauffement de cette dernière qu'on évite en recueillant les gaz chauds dans une calotte en cuivre percée de nombreuses ouvertures et garnie d'une feuille d'amiante à sa partie supérieure. Cette calotte forme avec le verre du globe une sorte de hotte, et elle transmet une partie de la chaleur au corps de la lanterne sur lequel elle est fixée.

Les gaz débouchent ensuite dans une seconde calotte en cuivre garnie d'amiante à l'intérieur, et ils s'échappent par l'espace libre ménagé entre la lanterne et cette calotte ; la section d'évacuation est de 64 cm² environ.

Grâce à ces dispositifs, la combustion est parfaitement satisfaisante et la température des surfaces extérieures reste toujours sans danger pour le public.

Ceci se rapporte à la lanterne des bornes hautes. Les musoirs ne réclament pas moins d'ingéniosité technique.

Alors, pourquoi ces complications ? Pourquoi la préférence est-elle allée au gaz pour ces signaux lumineux ? Pourquoi ?... Tout simplement parce que le gaz ne connaît pas de pannes et que, pour un service de ce genre, c'est de la continuité que découle la garantie première de la sécurité.



RUE DE RIVOLI A PARIS. — AU PREMIER PLAN : DEUX BORNES LUMINEUSES AU GAZ

LE PALAIS DU CAOUTCHOUC A L'EXPOSITION DES ARTS ET TECHNIQUES 1937

L'EXPOSITION DES TECHNIQUES DE PARIS coïncide, à quelques mois près, avec le deuxième centenaire de l'introduction en Europe du premier échantillon de caoutchouc, envoyé du Pérou fin 1736 par Charles de La Condamine, membre de l'Académie française des Sciences. Par ses propriétés remarquables d'élasticité, de résistance et de durée, cette matière première devait connaître un développement extraordinaire qui la situe aujourd'hui au premier rang. Son industrie occupe actuellement, en France, 60 000 ouvriers et intéresse directement un nombre considérable de fabrications. Ce n'est pourtant qu'en 1824 que fut réalisée la première application importante du caoutchouc : le vêtement imperméable, fabriqué par l'Anglais Mac-Intosh.

Cependant, comme l'a dit, lors du bétonnage du premier poteau du Palais du Caoutchouc, M. Labbé, commissaire général de l'Exposition, le caoutchouc est un « fidèle habitué » des Expositions internationales. Il venait à peine de faire son entrée dans le domaine industriel avec la première usine, construite à Saint-Denis en 1828, par Rattier et Guibal, qu'il participait à l'Exposition de 1855. En 1878, le rapport de M. Guibal signalait que le nombre de fabricants d'articles de caoutchouc passait, successivement, de 1 en 1828 à 12 en 1840, à 39 en 1849, à 45 en 1860, à 165 en 1875. En 1900, la production totale des usines françaises, occupant 10 000 ouvriers, atteignait plus de 100 millions de francs. Aujourd'hui, c'est 2 milliards de francs qu'il faut compter.

Mais, a ajouté M. Labbé, ce n'est ni la considération historique du deuxième centenaire, ni l'importance de cette industrie qui devaient déterminer la participation du caoutchouc à l'Exposition des Arts et Techniques dans la vie moderne. « S'il est, en effet, un domaine où la technique a affirmé son rôle primordial, n'est-ce pas celui du caoutchouc, que ce soit dans les grandes industries qui s'y rattachent ou chez les petits artisans qui en vivent ? » M. Charles Jung, président de la classe du caoutchouc, disait lui-même, il y a quelques années : « Il ne vient pas à l'esprit du public de s'étonner qu'un même produit puisse servir à fabriquer les bandages qui équipent les poids lourds et les balles dont se servent les joueurs de tennis, les courroies transporteuses de plusieurs centaines de mètres de longueur et les stylographes, les chenilles qui ont permis de vaincre pour la première fois l'immensité saharienne et les instruments de chirurgie les plus délicats. »

Pour arriver à une telle variété d'application, il a fallu que les enseignements de l'expérience et les perfectionnements des techniques affranchissent l'industrie du caoutchouc de l'empirisme qu'elle connut à ses débuts. « Sans les techniques, le caoutchouc n'aurait pu contribuer, grâce à l'invention du pneumatique, au merveilleux essor de la bicyclette, puis de l'automobile, enfin de l'aviation. » Seul, ce « rail d'air sans cesse renaissant sous la roue » devait autoriser les grandes vitesses en éliminant les trépidations auxquelles aucun châssis n'aurait su résister.

Sans les techniques n'auraient pu être créées les grandes plantations de caoutchouc qui approvisionnent les manufactures et leur fournissent des produits plus réguliers que les produits naturels, et dont les qualités ne varient pas avec chaque lot de gomme.

Ce sont encore les techniques qui ont permis de mettre au point les moyens mécaniques puissants, assurant une production continue au prix de revient le plus bas.

Voici encore une autre conquête de la technique. Il y a une quinzaine d'années, le liquide laiteux, le « latex » que l'on recueille dans de petits pots grâce aux saignées pratiquées dans l'hévéa, arbre à caoutchouc, était aussi ignoré du chimiste et de l'ingénieur qu'il l'est encore du grand public. L'emploi direct du latex par moulage auquel avaient songé de La Condamine et Fresneau, en copiant certains tours de main des indigènes du Brésil, se heurtait à l'impossibilité de faire venir en Europe le produit naturel sous une forme utilisable. Aussi le latex est-il transformé en feuilles de crêpe de caoutchouc blanc jaunâtre ou brun, plus ou moins collées ensemble et formant des cubes d'environ 80 cm de côté. Ces cubes sont d'abord débités en tranches qu'il faut étirer pour les rendre plastiques. Cependant, aujourd'hui, on sait expédier le latex concentré, renfermant 60 % de caoutchouc (1), dans des fûts ou des réservoirs en acier et en fer, et ainsi sont nées de nouvelles applications : tissus imperméabilisés, fabrication de fils de caoutchouc à partir du latex, fabrication d'objets au trempé, préparation du caoutchouc spongieux ou microporeux. L'électrophorèse du latex (2) a modifié la fabrication des chambres à air, a permis le dépôt de caoutchouc sur des pièces métalliques soumises à l'action d'acides ou de produits corrosifs. Citons encore l'emploi du latex comme colle et adhésif ; ses applications à l'industrie de la chaussure, à celle des peintures et vernis, à celle du papier ; son utilisation pour la préparation de panneaux isolants (calorifique et acoustique), de garnitures de freins, du cuir artificiel ; son emploi sur les routes où, par mélange avec l'asphalte, il donne un revêtement souple, silencieux, imperméable, protégeant la chaussée elle-même contre les intempéries.

Enfin, rappelons les nouveaux dérivés chimiques du caoutchouc (3), qui ont donné naissance à de nombreux produits fort intéressants, notamment pour le recouvrement par peintures et vernis.

La technique a donc joué, et joue encore, un rôle premier plan dans l'essor de l'industrie caoutchoutière. Aussi le Palais du Caoutchouc doit-il donner au visiteur, comme le Palais de la Découverte (4), celui du Froid (5), l'impression de la marche continue du progrès, fondé sur la science et l'imagination des chercheurs. Faut-il rappeler que cet immense développement n'aurait peut-être pas vu le jour si,

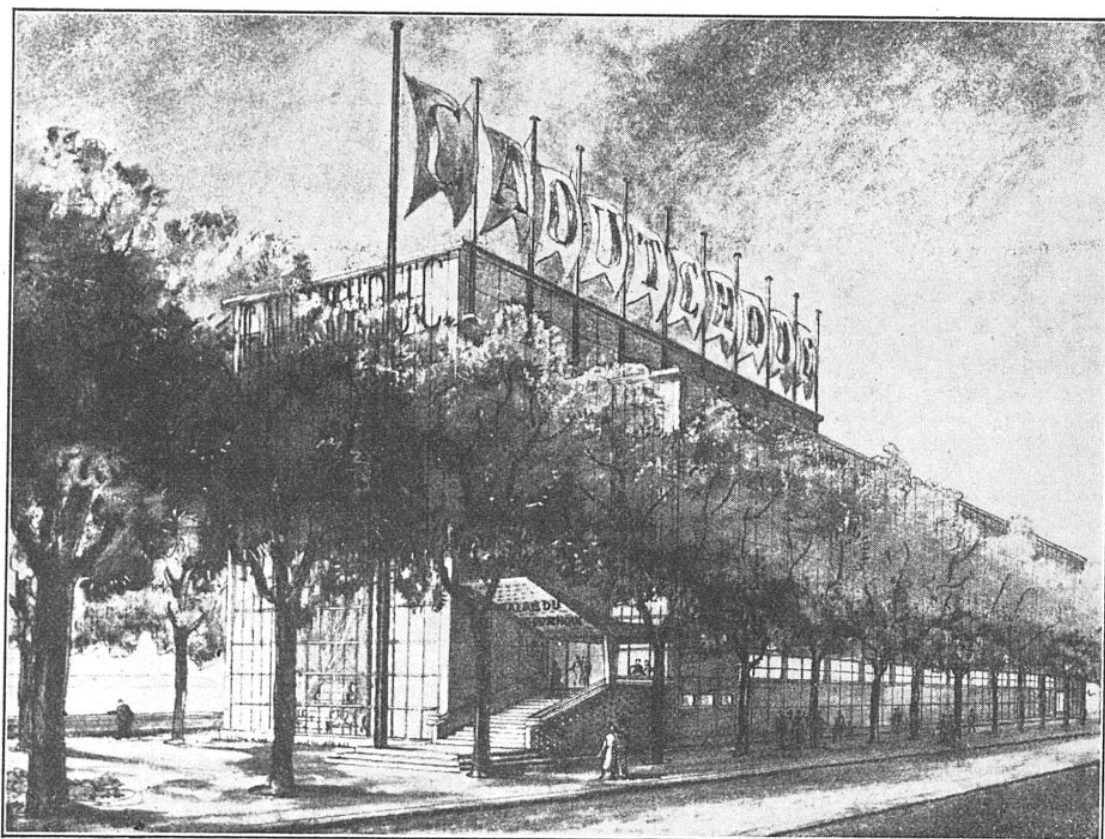
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 34.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 134.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 272.

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

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 236, page 141.



(André Hermant, architecte.)

VUE D'ENSEMBLE DU PALAIS DU CAOUTCHOUC, EN BORDURE DE LA SEINE

un soir de janvier 1840, Goodyear n'avait pas laissé tomber sur son poêle un morceau de tissu imperméabilisé provenant d'un des sacs refusés par la Poste Fédérale américaine et s'il n'avait tiré, de cette expérience forcée, le secret de la vulcanisation ?

Que sera le Palais du Caoutchouc ?

« Un véritable atelier de fabrication en fonctionnement », ainsi M. Jung a défini le Palais du Caoutchouc. Sobre, élégant exemple d'architecture moderne, ce palais, édifié par l'architecte André Hermant et dont nous empruntons la description à M^{me} Lange-Appell, situé en bordure de la Seine, abritera diverses manifestations.

Au rez-de-chaussée seront exposés les produits naturels dans leur diversité : l'hévéa, le latex, le caoutchouc brut obtenu par coagulation du latex. C'est cette gomme, transformée en feuilles gaufrées ou « crêpes » par un laminage approprié, qui est expédiée en balles vers les usines (1). Voici maintenant les ateliers de fabrication : la transformation du caoutchouc, la vulcanisation qui rend le caoutchouc insensible aux variations de température, le durcit et permet de lui donner la coloration désirée, feront l'objet de démonstrations intéressantes. Depuis le mélangeur à rouleaux où s'effectue le broissage du caoutchouc pur jusqu'aux laminaires

(1) Nous avons vu qu'on savait maintenant expédier le latex lui-même.

et aux autoclaves, tout l'appareillage sera présenté au public.

Signalons le stand réservé au latex qui précédera l'exposition des articles de sports et celle des fils et câbles électriques. Autour du hall figureront les petits fabricants (articles pour vélos, motos, carrosseries, tout ce qui touche aux installations d'appartements, de cinémas, de restaurants, etc.).

Le premier étage est réservé aux grandes usines françaises. Une immense courroie mobile à laquelle seront suspendus quelques-uns des produits d'une grande fabrique de pneumatiques attirera l'attention. Un autre stand constituera la démonstration vivante de tout ce qui touche au pneu, sous toutes ses formes.

Si les meilleurs caoutchoucs parvinrent tout d'abord d'Amérique, et particulièrement du Brésil, puis des plantations anglo-hollandaises, aujourd'hui le Brésil ne joue qu'un rôle effacé. Les 8/10^e de la production sont concentrés en Malaisie et aux Indes Néerlandaises. Le reste se partage entre Ceylan, l'Indochine, Sarawak et le Siam. Il faut aussi mentionner quelques plantations situées au Nord de l'île de Bornéo, en Birmanie et aux Indes.

Le caoutchouc s'est révélé, depuis un siècle, une matière d'une telle importance que beaucoup de pays s'efforcent actuellement de subvenir à leurs propres besoins. La France est encore tributaire de l'étranger pour la moitié de sa consommation, malgré ses plantations

d'Indochine. Cependant, les terres rouges du Cambodge et de la Cochinchine paraissent se prêter à la culture de l'hévéa. Une organisation scientifique de la culture de l'arbre à caoutchouc devrait permettre d'améliorer considérablement le rendement des plantations. M. le colonel Bernard, président de l'Union des Planteurs d'Indochine, a annoncé que si, en 1913, les plantations n'ont produit que 214 000 kg de caoutchouc, elles en ont exporté 8 millions en 1925, 12 millions en 1931, 41 millions et demi en 1936. Il a en outre affirmé que, dans deux ans, la production de l'Indochine suffirait largement à alimenter l'industrie métropolitaine. L'Indochine, en raison de sa faible production actuelle, reste en dehors de la Convention internationale de 1934, intervenue entre les principaux producteurs pour adapter la production aux nécessités de la consommation et régulariser le marché du caoutchouc. D'autres pays, notamment l'Allemagne, l'U. R. S. S. et les Etats-Unis, se préoccupent soit de la culture de plantes susceptibles de fournir un succédané du caoutchouc, soit de préparer celui-ci par la synthèse chimique. L'Allemagne a particulièrement réussi dans cette voie (1); toutefois, son caoutchouc artificiel, d'excellente qualité, coûte de 60 à 80 % plus cher que le produit naturel.

Le caoutchouc synthétique est obtenu, on le sait, à partir de l'acétylène (« néoprène » aux Etats-Unis, « buna » en Allemagne et « sovrène » en U. R. S. S.). Le stand du caoutchouc synthétique du Palais du caoutchouc permet de se rendre compte de la marche des opérations dans la fabrication des caoutchoucs synthétiques, soit du « buna », soit du « néoprène » ou du « sovrène ». Il existe encore d'autres caoutchoucs synthétiques dont la constitution chimique n'a aucun point de comparaison avec la gomme naturelle, mais qui, par leurs propriétés chimiques et physiques, se rapprochent beaucoup et sont même parfois supérieurs au caoutchouc naturel. Il s'agit de tous les produits obtenus par réaction de polysulfure de sodium et d'halogénures organiques qui, sous des noms divers, ont trouvé d'importantes applications (« thio-kol », « éthanite », etc.). Le stand du caoutchouc synthétique comporte un certain nombre d'objets, ou de photographies d'objets, fabriqués en partant du caoutchouc synthétique dont les applications se sont déjà multipliées et ne feront qu'augmenter, lorsque le développement de cette industrie permettra d'abaisser les prix de revient.

Dans le domaine des dérivés chimiques du caoutchouc, la place la plus importante est occupée par le *caoutchouc chloré*, qui est devenu un constituant essentiel des peintures et des vernis, en particulier des peintures ignifuges et des vernis devant résister aux réactifs chimiques, comme, par exemple, les acides, les bases, etc. On envisage, pour ce produit, des applications nouvelles comme, par exemple, la fabrication des poudres à mouler. Citons encore le « plioforme », le « pliolite » et le « pliofilm », utilisés soit comme poudre à mouler, soit dans la préparation de peintures antiacides et de peintures destinées à la décoration des surfaces de béton et de ciment, soit enfin comme pellicules transparentes utilisées dans l'emballage, à la place des produits celluloseux comme l'acétophane ou la cellophane.

Enfin, d'autres dérivés chimiques du caoutchouc sont actuellement à l'étude, par exemple ceux que l'on obtient par oxydation du caout-

chouc, tels que le « rubbone », l'éthyl-hypochlorite de caoutchouc, les thermoprènes employés comme colle.

Suivant l'usage auquel il est destiné, le caoutchouc doit présenter des qualités différentes que l'on obtient grâce à l'incorporation de produits chimiques (charges) qui accroissent sa résistance, préservent sa souplesse ou sa plasticité. Il est évident que l'on ne saurait utiliser le même produit pour les chambres à air, les pneus, les chaussures, les vêtements. La vulcanisation enfin, dont nous avons rappelé l'origine, donne au caoutchouc la dureté et l'élasticité. On verra donc, dans le Palais, les divers ateliers : laminoirs, calandres, presses à vulcaniser, etc.

En ce qui concerne la vulcanisation, l'Office national des Inventions présente les résultats des recherches de MM. Dufour et Leduc sur l'application des courants de haute fréquence. Jusqu'ici, il était impossible de vulcaniser rapidement et uniformément des masses importantes de caoutchouc. Ce produit étant mauvais conducteur de la chaleur, les moyens utilisés pour en provoquer l'échauffement consistaient à chauffer la surface des masses à cuire. De ce fait, cette surface atteignait très rapidement la température de vulcanisation, tandis qu'il fallait souvent plusieurs heures au centre de la pièce pour atteindre la même température. De telle sorte que la surface était toujours beaucoup plus vulcanisée que le centre. Ainsi la vulcanisation des pneumatiques poids lourds demande une cuisson de trois heures, par suite de l'épaisseur de la pièce, alors que les mélanges qui la constituent, pris en échantillons minces, pourraient être cuits en dix minutes.

Pour parer à ces difficultés, MM. Dufour et Leduc ont songé à utiliser l'échauffement qui se manifeste dans les diélectriques soumis à des champs électriques dont la fréquence, du même ordre que celle des ondes courtes employées en T. S. F., atteint plusieurs millions de périodes par seconde, d'où le nom de « Radio-Vulcanisation » donné à ce procédé.

Ce dernier, qui assure un gain de temps et une excellente qualité du produit obtenu, s'applique aussi bien à la vulcanisation des masses les plus importantes qu'à la fabrication des fils de caoutchouc en passant par la vulcanisation de blocs destinés au pavage, des courroies, des éponges, des tissus gommés, à la fabrication des caoutchoucs régénérés, etc. On verra au Palais du Caoutchouc des échantillons comparatifs : deux blocs de caoutchouc vulcanisés, l'un par des procédés ordinaires, l'autre par haute fréquence, qui, au premier examen, mettent en évidence la différence des deux procédés.

Enfin, à côté de l'industrie du caoutchouc, le visiteur trouvera les pièces servant d'accessoires à divers outillages (joints de vapeur, rondelles, clapets de pompes, pièces moulées); des articles en caoutchouc spongieux pour l'ameublement, la carrosserie automobile et l'industrie du froid; des tuyaux et courroies en tissus caoutchoutés; les pneus d'autos et d'avions, etc., et même les pavés en caoutchouc dont les essais effectués, tant à Londres qu'à Paris, permettent d'envisager un jour l'emploi pour le revêtement des chaussées.

En résumé, c'est une démonstration synthétique des applications aussi variées que multiples du caoutchouc que présentera ce Palais, mettant ainsi en lumière l'intérêt pour chaque pays, en particulier la France, d'accroître ses ressources en cette matière, et les heureuses conséquences de sa diffusion dans tous les domaines de la civilisation moderne.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 414.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS. DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Groupe électrogène transportable

VOICI un groupe électrogène de 400 watts seulement qui est susceptible de rendre d'appréciables services pour assurer l'éclairage électrique en des points où n'aboutit pas la distribution d'énergie. Ce groupe comporte un moteur à essence de 1 ch directement accouplé à une génératrice débitant un courant continu de 3,7 A sous 110 V. Cette génératrice tournant à 2 000 t/mn est du type fermé, étanche aux gouttes d'eau. L'induit, dynamiquement équilibré, tourne sur roulements à billes. Un contrôle automatique du carburateur est assuré par un couplage avec l'induit. Au démarrage, le passage des gaz est ouvert par un léger ressort. Pendant la marche, dès que le courant s'amorce, l'induit provoque la fermeture partielle des gaz. Dès que la tension baisse par suite de la demande de courant, l'ouverture de passage des gaz s'ouvre et se règle selon la charge de la dynamo.

TARPEN SYNDICAT LTD, 119, Einsbury Pavement, Londres E. C. 2.

Pompes en caoutchouc

NOUS vous avons exposé, il y a trois ans (1), dans cette revue, le principe d'une pompe rotative volumétrique, construite, sous licence R. Moineau, par la Société P. C. M.

Le succès de cet appareil — la « pompe en caoutchouc » — s'est affirmé depuis cette date et nombreux sont actuellement les problèmes de pompage qui ont trouvé une solution rationnelle par application du principe Moineau.

Le roulement, dans un stator de profil hélicoïdal approprié, d'un rotor également hélicoïdal engendre des capacités closes qui se déplacent le long de l'axe du système.

Après les pompes à eau, claire ou boueuse, chaude ou froide, furent successivement mises au point sur ce principe :

a) Les pompes à solutions alcalines, soude, chaux, potasse ;

b) Les pompes à acides minéraux ou organiques HCl , $SO^4 H^2$, $C^2H^4O^2$, etc., ou à solutions de leurs sels.

Quelques délicates questions de métallurgie durent alors être résolues dans la construction de ces pompes, certains composés pouvant être indistinctement :

1° Chimiquement corrosifs (sulfate de Cu, de Ni, chlorure de Ca, bichlorure de Sn, hypochlorite) ;

2° Abrasifs (sulfates de baryte, d'alumine, oxydes de fer) ;

3° Ou former un électrolyte parfait pour les métaux constitutifs de leur pompe (eau de mer) ;

4° Les pompes à pâtes (purées de fruits, pâtes à papier, peintures, sirops de sucre épais) ;

5° Les pompes à hydrocarbures : essence, huiles, mazouts, goudrons, etc.

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 203, page 440.

Pour cette dernière nature de pompe, les statots, obtenus par moulage, sont constitués en une matière plastique synthétique spécialement étudiée dans le but de les rendre insolubles et inattaquables par les liquides à transporter. En conséquence, les huiles et mazouts bruts peuvent être aspirés par une pompe P. C. M. sans filtrage préalable, et ce, sans risque de blocage.

Deux applications particulièrement intéressantes des pompes P. C. M. sont actuellement :

La pulvérisation de liquides insecticides à haute pression sur des arbres fruitiers ou des plants de vigne (pression 5-25 kg/cm²) ;

L'exploitation de puits profonds dont l'eau peut être à 50 m sous le sol.

Enfin, le pompage des gaz (air aussi bien que gaz corrosifs, chlore par exemple) est aisément réalisé par les compresseurs et pompes à vide P. C. M.

Ces appareils constituent une solution extrêmement simple de tous les problèmes de pompage courants, et permettent même d'en résoudre certains particulièrement difficiles.

Ces pompes sont visibles à la Foire de Paris, Groupe de la Mécanique, Terrasse B, Stand 1814, où tous les renseignements de détail sont fournis gracieusement.

SOCIÉTÉ P. C. M., 63-65, rue de la Mairie, Vanves (Seine).

Une manière agréable de se soigner

IL n'est point besoin, pour se soigner, de s'astreindre à avaler des remèdes de goût plus ou moins désagréable. Rien n'est plus facile que de préparer de véritables « cocktails » qui ne le cèdent en rien, au point de vue arôme et saveur, aux mixtures d'alcools divers, mais dont les qualités bienfaisantes sont reconnues par les médecins. Ils se composent, en effet, tout simplement de jus de fruits frais et de ferments lactiques selon la formule Yalacta. Ces exquis breuvages combattent efficacement les troubles gastro-intestinaux des adultes et des enfants, l'arthritisme, les maladies du foie, etc., et constituent une cure de désintoxication et d'amalgamissement. Les laboratoires Yalacta donnent à ce sujet tous les renseignements voulus. (Indiquer si l'on possède déjà l'appareil Yalacta).

LABORATOIRES YALACTA, service S. V., 19, avenue Trudaine, Paris (9^e).

L'Ecole Française de Radio

NOUS sommes heureux de signaler qu'à la suite de nombreuses demandes, l'Ecole Française de Radioélectricité vient de créer une section féminine qui doit permettre à la femme de trouver une situation lucrative dans tous les domaines de la T. S. F. pratique et notamment dans celui du dépannage des postes, où les spécialistes font souvent défaut.

ECOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ, 10 bis rue Amyot, Paris (5^e).

V. RUBOR.

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾**Nouvelle encyclopédie pratique de mécanique.**

Les encyclopédies que présente la librairie Quillet s'inspirent toutes du même principe, qui consiste à réunir dans un ensemble harmonieux les connaissances pratiques et théoriques qui relèvent d'une même discipline scientifique, en respectant les règles rigoureuses de la terminologie, mais en bannissant les explications trop arides et les calculs trop rébarbatifs. La *Nouvelle Encyclopédie pratique de Mécanique* expose successivement, dans ses deux volumes : les connaissances générales servant d'initiation à la mécanique, l'étude méthodique des machines proprement dites, les moteurs thermiques, les machines et turbines à vapeur, le travail des métaux, les chemins de fer, l'automobile, l'aviation, etc. Ce véritable film cinématographique de la mécanique industrielle doit intéresser tous ceux qui sont avides d'apprendre rapidement sans perdre leur temps dans de fastidieuses recherches.

Journées techniques (1936) internationales de l'aéronautique. Prix : 80 fr ; en vente à la Chambre Syndicale des Industries aéronautiques, 4, rue Galilée, Paris (16^e).

Cet important recueil constitue une source de documentation technique appliquée aux industries aéronautiques d'une réelle richesse sur les sujets les plus variés et de la « dernière actualité » : construction et métallurgie des moteurs d'aviation ; moteurs italiens pour vol à grande vitesse ; turbines à gaz d'échappement des moteurs à combustion interne ; graissage des dits moteurs ; les carburants d'aviation (études au laboratoire, essais industriels) ; les gommes dans les carburants ; l'essence et l'huile en aviation ; les carburants à nombre d'octane élevé ; la détonation ; le vol à haute altitude (cabine étanche, scaphandre aérien, suralimentation des moteurs, physiologie des pilotes) ; les barographes ; les transports à haute altitude, etc. ; la corrosion ; l'aérodynamique (mesures et caractéristiques, turbulence, stabilité en soufflerie, vitesse et pas de l'hélice, gyroplane, essais en souffleries et leur valeur pratique, etc.). Cette série de mémoires scientifiques et industriels, dont nous n'avons cité ici que les principaux, présentent d'autant plus d'intérêt technique pour les ingénieurs et constructeurs qu'ils ont été rédigés et présentés par les sommités les plus qualifiées, en France comme à l'étranger, pour « faire le point » sur les problèmes les plus « actuels » de l'aérotechnique.

Les troublantes révélations de l'empreinte digitale et palmaire, avec 63 planches hors texte, par le docteur H. Mutrux-Bornox, capitaine de police à Lausanne. Librairie Roth et Cie, Lausanne (Suisse).

S'il est une question qui préoccupe les savants comme les experts judiciaires, c'est bien celle des empreintes digitales, science que l'on désigne sous le terme de dactyloscopie. C'est un

domaine si vaste, qu'il y a toujours des champs inexplorés à prospecter. C'est à cette tâche, souvent ardue, que le docteur Mutrux s'est attelé depuis de longues années, au cours d'une carrière consacrée à assurer un service de police important, comme à apporter le concours de sa science aux tribunaux. C'est là une documentation immense que l'auteur a rassemblée en réunissant et en classant méthodiquement les empreintes les plus diverses dans tous les pays du monde. Un tel travail, original et inédit, a permis au capitaine Mutrux de faire des découvertes fort intéressantes à la suite de ses observations et de ses constatations. Ainsi, notamment, il a porté ses investigations sur les dessins digitaux chez les animaux supérieurs et les dégénérés, sujet négligé, bien à tort, par la plupart des spécialistes sous prétexte qu'ils ne touchent pas directement l'action de la police et de l'enquête criminelle. Or, y a-t-il un point plus important pour le juge ou le médecin que de découvrir chez un inculpé un stigmate de dégénérescence. L'œuvre dactyloscopique de M. Mutrux sera, à ce point de vue, féconde, parce que — pour la première fois — l'auteur a étudié l'anatomie comparée des dessins dactylaires chez les primates, les primitifs, les anormaux. Pour montrer au profane la valeur pratique de telles recherches scientifiques, il suffit de se demander s'il y a une différence marquée, à cet égard, entre l'homme et le singe ; autrement dit, tel dessin est-il exclusivement humain, tel autre ne peut-il, au contraire, figurer que sur la phalange de primate. La thèse nouvelle de M. Mutrux est démonstrative. Mais il faudrait aussi analyser l'examen patient et minutieux poursuivi par l'auteur pour savoir s'il existe des types morphologiques propres aux dessins digitaux des races inférieures.

C'est un chapitre que le lecteur lira avec intérêt. Quant à celui — non moins capital — relatif aux dégénérés (épileptiques, alcooliques, hérédos, etc.), il est traité en vue de déterminer si les dessins de leurs phalanges (pour les dégénérés) sont faits autrement que ceux de l'homme moyen. La précieuse collection recueillie à ce sujet est vraiment remarquable et rendra au criminaliste les plus grands services dans ce domaine spécial de la biologie appliquée à la dactyloscopie moderne.

Les gratte-ciel et leurs alliés terrestres, maritimes et aériens, par l'ingénieur Picasso Renzo, Corso Andrea Podesta 7-5, Genova (Italie).

Dans un luxueux ouvrage édité en noir et en couleurs, à Gènes, l'ingénieur Picasso oppose la vie active du grand port italien de la Méditerranée à celle des métropoles géantes de l'Amérique du Nord : New York, Chicago, Boston, Philadelphie, Washington.

La documentation, riche en tableaux statistiques et graphiques, permet de comparer aisément l'évolution de ces grands centres commerciaux et économiques de notre civilisation contemporaine. Les chiffres et les diagrammes ont leur éloquence : ils montrent, notamment, l'essor prodigieux de « La Grande Genova » — qui couvre, aujourd'hui, près de 235 km²,

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués.

avec plus de 620 000 habitants — comparative-ment aux grands centres du nouveau monde. Tout ce qui constitue l'armature d'une cité moderne dans le domaine des transports urbains (circulation routière, ponts, locomotion mécanique de surface et souterraine, etc.) est présenté sous une forme synthétique par des tableaux en couleurs qui mettent aussi en relief l'effort constructif du génie latin, parallèlement à celui des Anglo-Saxons.

Cette comparaison n'est pas, du reste, au désavantage de l'antique Cité du rivage de Ligurie, par rapport aux créations récentes des rives de l'Hudson et des bords du lac Michigan.

Vingt ans sous les mers, par J.-E. Williamson.
Prix franco : France, 19 fr 60 ; étranger, 22 fr 40.

Dans la belle collection de documents pour servir à l'histoire de notre « temps », le nouvel ouvrage de J.-E. Williamson attire particulièrement l'attention, tant de par sa valeur scientifique que par son pittoresque romancé sur les mystères des océans. Un appareil original mis au point par l'auteur — explorateur audacieux des profondeurs sous-marines — lui a permis d'observer les êtres qui vivent sous cette région illuminée par le soleil des tropiques et que l'on désigne sous le vocable de forêts de coraux abyssins... avec le concours artificiel des projecteurs qui ont servi à l'explorateur pour photographier et cinématographier les merveilles océanes. Aussi put-il observer, scruter, étudier — nous allions écrire animer — pendant plus de vingt années de patients et dangereux efforts, cette faune sous-marine. M. Williamson n'a-t-il pas été jusqu'à plonger pour saisir un requin par une nageoire et le poignarder sous les flots? Ce sont-là des aventures vécues qui séduiront le lecteur, qui est ainsi conduit du domaine du rêve, évoqué par Jules Verne, dans celui de la réalité, au milieu de ces poissons suceurs et de

la jungle corallienne. C'est grâce à l'équipement moderne de l'homme de science, armé du tube sous-marin pour films cinématographiques, avec chambre de prises de vues et studio aménagé et immobilisé dans les eaux calmes et claires des mers tropicales, aux prises avec les poulpes et les requins, que les lecteurs de *La Science et la Vie* pourront prendre contact avec l'habitable d'un monde peu connu des profanes.

Le travail des verres d'optique de précision, par le colonel Charles Dévé. Prix franco : France, 50 fr 60 ; étranger, 55 fr 40.

Les publications de l'Institut d'optique constituent, aussi bien dans le domaine de la recherche scientifique que dans celui des applications pratiques, une documentation fort précieuse pour tous les professionnels. Le colonel Dévé, directeur de cet Institut, vient de rassembler, dans une deuxième édition, tout ce qui concerne le travail des verres d'optique de précision, pour servir de guide à l'ouvrier de ces industries fort spéciales. N'a-t-on pas dit, jadis, que l'art de l'opticien de précision consiste à construire des surfaces parfaites avec des outils de formes précisément imparfaites? C'est, en effet, une technique délicate que celle qui conduit à la réalisation de pièces d'optique dont la science fait aujourd'hui une grande consommation dans les domaines de la physique, de l'astronomie, notamment.

Annuaire astronomique, par Camille Flammarion. Franco : France, 15 fr 60 ; étranger, 18 fr 40.

Cet ouvrage, périodiquement et scrupuleusement mis à jour par notre éminente collaboratrice, renferme l'ensemble de tous les phénomènes célestes observables pendant l'année. On y trouve, en outre, une revue méthodique des événements astronomiques et météorologiques survenus depuis la précédente édition.

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, Iles 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.

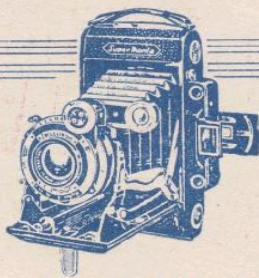
« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.



CONTAX



SUPER-IKONTA



LEICA



WELTI-WELTA

*Ne perdez pas
votre temps !*



RETINA KODAK

UN
APPAREIL de PRÉCISION
s'achète chez le
GRAND SPÉCIALISTE

PHOTO-PLAIT

35-37-39, RUE LA FAYETTE - PARIS (Opéra)

Succursales

142, Rue de Rennes - Paris (Montparnasse)
12, Avenue Victor-Emmanuel - Paris (Champs-Élysées)
104, Rue de Richelieu - Paris (Bourse)
15, Galerie des Marchands (rez-de-chaussée) gare St-Lazare
6, Place de la Porte-Champerret - Paris (17^e)

Facilités de paiement et reprise en
compte des anciens appareils.

**CATALOGUE
PHOTO - CINEMA 1937**
gratis sur demande



PERFEKTA



ROLLEIFLEX



EXACTA



STUDIO
POL
ROGER
PARIS

Caméra PATHÉ-BABY



JUMELLE



CINÉ KODAK 8

L'OUTILERVÉ

Que de travaux attrayants et utiles n'exécuterait-on pas si l'on possédait l'outilage 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)

