

LA SCIENCE ET LA VIE



LA RADIO À L'EXPOSITION DE 1937

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

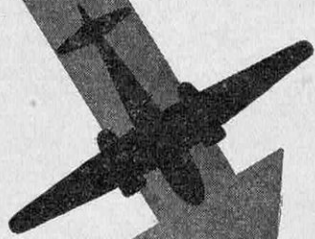
PARIS



*Avec
des appareils
parmi les plus
rapides du monde
(Appareils FIAT)*



MILAN



TROIS SERVICES PAR SEMAINE

Lundi - Mercredi - Vendredi

PARIS... 10 h
TURIN... 13 h 15
MILAN... 14 h 10
VENISE... 15 h 15

Mardi - Jeudi - Samedi

VENISE... 7 h 30
MILAN... 9 h 05
TURIN... 10 h 05
PARIS... 12 h 50

Renseignements et location a


AIR FRANCE

LE BOURGET - Tél. : Botzaris 97-50
2, r. Scribe, Paris - T. : Opéra 41-00

AVIOLINEE ITALIANE S.A.

VENISE



Santé Force Vigueur

 l'Électricité

L'Institut Moderne du Dr Grard à Bruxelles vient d'éditer un traité d'Électrothérapie destiné à être envoyé gratuitement à tous les malades qui en feront la demande. Ce superbe ouvrage médical en 5 parties, écrit en un 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, débilisés, affaiblis et déprimés.

1re Partie : **SYSTÈME NERVEUX.**

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

2me Partie : **ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.**

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

3me Partie : **MALADIES de la FEMME**

Mérite, 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.

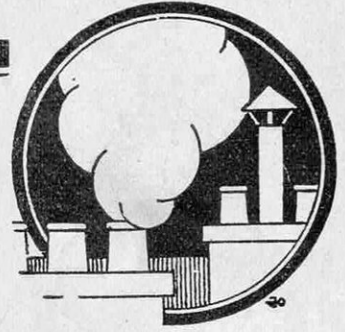
La cause, la marche et les symptômes de chacune de ces affections sont minutieusement décrites afin d'éclairer le malade sur la nature et la gravité de son état. Le rôle de l'électricité et la façon dont opère le courant galvanique sont établis pour chaque affection.

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 1.75. Carte 1 fr.



Pourquoi chauffer les nuages...

Nul n'ignore que, dans tout calorifère à feu continu, le charbon distille du gaz, qui s'échappe dans la cheminée et "chauffe les nuages".

LE CALORIFÈRE "CINEY"

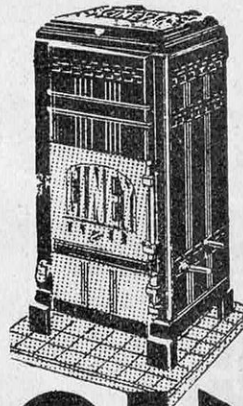
d'une conception scientifique nouvelle, récupère et brûle ce gaz, augmentant ainsi son rendement calorifique, et restituant **91 % des calories.**

○ ○ ○

Demandez brochure et renseignements techniques qui vous seront adressés gracieusement par les

Forges de CINEY à GIVET (Ardennes)

Il existe des CINEY de 60 à 1.500 m³



CINEY

Pour apprendre RAPIDEMENT les langues ! une SEULE méthode : LINGUAPHONE

*Tout le cours A L'ESSAI, chez vous,
pendant 8 JOURS ENTIERS*

LORSQU'IL s'agit d'apprendre les langues étrangères, une seule méthode a fait ses preuves, un seul nom dans le monde entier est sur toutes les lèvres : **LINGUAPHONE**.

Des milliers et des milliers de personnes apprennent les langues, chez elles, seules ou en groupe, avec les meilleurs maîtres, grâce à Linguaphone.

Ecouter — Parler

La Méthode Linguaphone est la plus simple et la plus attrayante du monde. D'abord vous lisez. Ensuite vous parlez.

Ayant entendu prononcer les mots avec leur intonation exacte, vous les connaissez, vous les reconnaissez et vous les prononcez à votre tour sans aucun accent.

Un professeur toujours à votre disposition

Si remplies que puissent être vos journées, Linguaphone sera pour vous un professeur toujours prêt, quand vous le voudrez, à vos moments perdus, dans vos moindres temps libres, sans bousculer votre horaire habituel et d'une patience

inaltérable, répétant dix fois, vingt fois la même leçon particulière, pour le même prix, jusqu'à ce que vous jugiez vous-même le moment venu de passer à la leçon suivante.

Anglais - Allemand - Italien - Espagnol

Faites-vous à vous même ce précieux cadeau de savoir une autre langue !

Les cours Linguaphone existent non seulement dans les langues européennes les plus courantes, mais en 23 langues différentes. Aucune autre organisation mondiale n'a été capable de mettre sur pied un tel enseignement, aucune ne représente une telle somme d'expérience.

Emportez le cours complet

Pour que vous puissiez vous faire une opinion à coup sûr, nous vous offrons d'avoir **CHEZ VOUS**, pendant 8 jours, gratuitement et sans aucun engagement de votre part, un cours **ENTIER** Linguaphone, dans la langue de votre choix.

Pendant toute une semaine, en famille, avec vos amis, servez-vous-en tant que vous voudrez. Si les résultats ne vous paraissent pas concluants, vous renverrez le cours : l'essai ne vous aura **ABSOLUMENT RIEN COUTÉ**.

Renseignez-vous aujourd'hui même

Ecrivez-nous

Si vous voulez des renseignements plus précis sur la Méthode Linguaphone, retournez-nous, aujourd'hui même, le bon ci-contre.

Gratuitement, vous recevrez une documentation complète qui ne vous laissera absolument rien à désirer.

Venez nous voir

Si vous passez par les Champs-Elysées, venez nous voir. Nous vous donnerons une démonstration personnelle gratuite, exprès pour vous, véritable première leçon dans la langue que vous voudrez.

**INSTITUT LINGUAPHONE (Annexe B)
12, rue Lincoln (Champs-Elysées), PARIS**

Veillez m'envoyer gratis et sans engagement de ma part votre grande brochure Linguaphone de 40 pages, illustrée, ainsi que les renseignements pour obtenir un essai gratuit pendant une semaine,

Nom.....

.....

Adresse.....

.....

Langue choisie



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 BESANÇON depuis 1893.

Echanges et reprises de montres anciennes

SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

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

un ensemble
unique...

PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHES

pour
illustrer vos
Publicités

Établissements

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



bon voyage..

.. cher Dumollet
Mais ! qu'emportez-vous comme cigarettes ?
Bon voyage cher Dumollet
"Des cigarettes Week-End" c'est parfait !

WEEK-END
CIGARETTES
CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT

TABAC DE VIRGINIE
WEEK-END

à Achard

UNIQUE EN FRANCE !!!

L'application nouvelle de notre

GARANTIE STANDARD DE 3 ANS

comprenant :

UN SERVICE D'ENTRETIEN
et 3 VÉRIFICATIONS GRATUITES par AN



ECHANGE

INSTANTANÉ

DE TOUS

CHASSIS

OU POSTES

QUELQUE SOIT
LA CAUSE DE L'ARRÊT

SÉCURITÉ - QUALITÉ - RENDEMENT

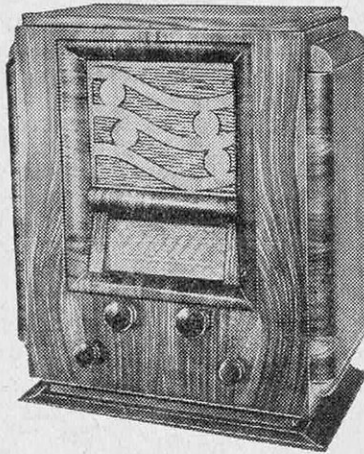


Notre dernière création...

L'ULTRAMERIC IX TOUTES ONDES MÉTAL

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

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



- PRISE PICK-UP
- CADRAN VERRE 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 **995. »**
pour châssis. *Complet.. ..*

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

RADIO-SÉBASTOPOL

Téléphone :
TURBIGO 98-70

100, boulevard de Sébastopol, PARIS

Téléphone :
TURBIGO 98-70

EXPÉDITIONS IMMÉDIATES EN PROVINCE
EXPÉDITIONS CONTRE REMBOURSEMENT

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

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

MAISON DE CONFIANCE

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE,

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

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 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° 28.903, 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° 28.908, 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° 28.913, 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° 28.917, 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° 28.920, 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° 28.926, 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° 28.934, 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° 28.937, 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° 28.942, 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° 28.947, 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° 28.950, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 28.956, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 28.961, 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° 28.965, 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° 28.971, 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° 28.978, 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° 28.981, 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° 28.986, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (*Eloquence usuelle, Diction*).

BROCHURE N° 28.990, enseignement pour les **enfants débiles ou retardés**.

BROCHURE N° 28.995, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 28.998, **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)

R.L.D

VOTRE RÊVE...

PARTIR,
BATIR,
VIVRE...

.... il est là

dans le billet qui vous attend,
à quelques pas de chez vous,

VOTRE BILLET du
prochain tirage de la

LOTÉRIE NATIONALE

prenez votre chance !



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
**P'INSTITUT MODERNE
POLYTECHNIQUE**
15, av. Victor-Hugo — Tél. Mol. 29-33
BOULOGNE (PARIS)
sa brochure programme S gratuite.

Indiquer spécialité préférée.

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

"SCIENTIA"

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

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

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

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

ABONNEMENT : Fr. 230. •

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

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

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

RECONNUE PAR L'ÉTAT, DÉCRET DU 5 FÉVRIER 1921

M. Léon EYROLLES, Fondateur-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 de Mécanique et d'Electricité : Diplôme d'Ingénieur Mécanicien-Electricien ;
Ecole supérieure du Bâtiment : Diplôme d'Ingénieur-Architecte ;	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 deuxième aura lieu du 30 septembre 1937 au 7 octobre 1937.

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.

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)

LE PLUS MODERNE
DES JOURNAUX

*Documentation la plus complète
et la plus variée*

EXCELSIOR

GRAND
QUOTIDIEN
ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

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.

EXCELSIOR
modes

Le Bréviaire de l'Élégance

Grand supplément trimestriel d'EXCELSIOR
paraissant à chaque nouvelle saison de la
Mode et donnant tous les modèles-types de
la haute Couture.

48 pages luxueusement illustrées

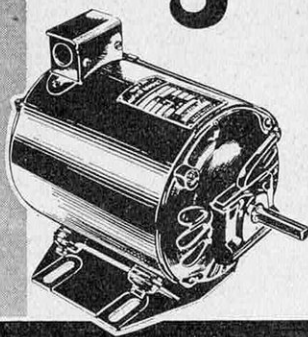


*Partout où passe
le courant lumière*

...ET SANS INSTALLER
LA FORCE!..

vous pouvez brancher un

Ragonot- Delco



ETS RAGONOT

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

Pub. R.-L. Dupuy

Soyez modernes !

Adoptez la CONTRE-RÉACTION

Les nouveaux modèles de châssis et postes " **SUPER-EXCELSIOR** " ont été considérablement perfectionnés, de sorte qu'en les comparant à des récepteurs correspondants de n'importe qu'elle grande marque d'un prix beaucoup plus élevé, vous serez étonné de leur rendement supérieur.

VOICI LA NOUVELLE GAMME

EXCELSIOR 538 Super 5 lampes rouges, antifa-
ding, toutes ondes, 18 à 2.075 m. (3 gammes). Se fait pour courant alternatif et en tous courants.

SUPER-EXCELSIOR 386 Super 6 lampes
rouges, antifa-
ding, toutes ondes 18 à 2.075 m. (3 gammes), changement de tonalité. Se fait pour courant alternatif ou en tous courants.

SUPER-EXCELSIOR 387 Super 7 lampes
rouges, antifa-
ding, toutes ondes 18 à 2.075 m. (3 gammes), contrôle de tonalité réglable, basse fréquence à contre-réaction. Se fait en courant alternatif.

Les châssis et postes " **SUPER-EXCELSIOR** " sont équipés avec les nouveaux dynamiques " **EXCELSIOR** " spécialement étudiés et conçus pour ces montages. Tous ces châssis sont pourvus d'une prise de pick-up et d'une prise pour haut-parleur supplémentaire ainsi que (sauf l'**EXCELSIOR 538**) d'un réglage visuel par œil magique.

SUPER-EXCELSIOR 388 Super 8 lampes
rouges, antifa-
ding, toutes ondes 12 m. 50 à 2.075 m. 4 gammes, contrôle de tonalité réglable, étage **H. F. apériodique**, sélectivité variable. B. F. à contre-réaction. Se fait en courant alternatif ou en tous courants.

SUPER-EXCELSIOR 389 Super 9 lampes
rouges, antifa-
ding, toutes ondes 12 m. 50 à 2.075 m. 4 gammes, contrôle de tonalité réglable, étage **H. F. apériodique**, Push-Pull à contre-réaction et à compensation de fréquence.

DEMANDEZ LES CONDITIONS SPÉCIALES ACCORDÉES AUX LECTEURS DE « LA SCIENCE ET LA VIE »

NOTICE DESCRIPTIVE CONTRE TIMBRE DE 1 FRANC

GÉNÉRAL-RADIO,

1, Boulevard Sébastopol, PARIS (1^{er})
(Métro : CHATELET)

LES VERRES à DOUBLE Foyer

**DIACHROM**

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

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

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

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

"DESSINEZ"

rapidement, exactement, sans savoir des-
siner, d'après nature et d'après
documents, grâce à

La Chambre Claire Universelle

(2 modèles de précision) : 255 ou 395 francs

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

ou

**Dessineur (Chambre Claire
simplifiée) : 125 francs**

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

CHEQUES POSTAUX : 1271-92



Agrandissements,
réductions, copies
de photos,
plans, paysa-
ges, 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°)



Situations DANS L'AVIATION

Le temps presse surtout pour les jeu-
nes. 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 tour-
ner 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'École 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'École.

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

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

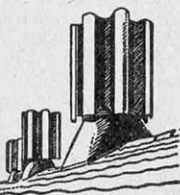
Dans tous les cas, solde et traitements élevés — avance-
ment — prestige — retraites.

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

Renseignements gratuits auprès de l'ÉCOLE DE NAVI-
GATION MARITIME ET AÉRIENNE, 19, RUE
VIÈTE, PARIS (17°).

CHANARDISEZ VOUS LOCAUX!

CHANARDISER c'est
évacuer sans frais :
les bruits,
les odeurs,
les fumées.



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

CATALOGUE N° 78 SUR DEMANDE

CHANARD SA à RUEIL-MALMAISON S.E.T.O.

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République, PARIS

ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES

pour villas, fermes, arrosage, incendies

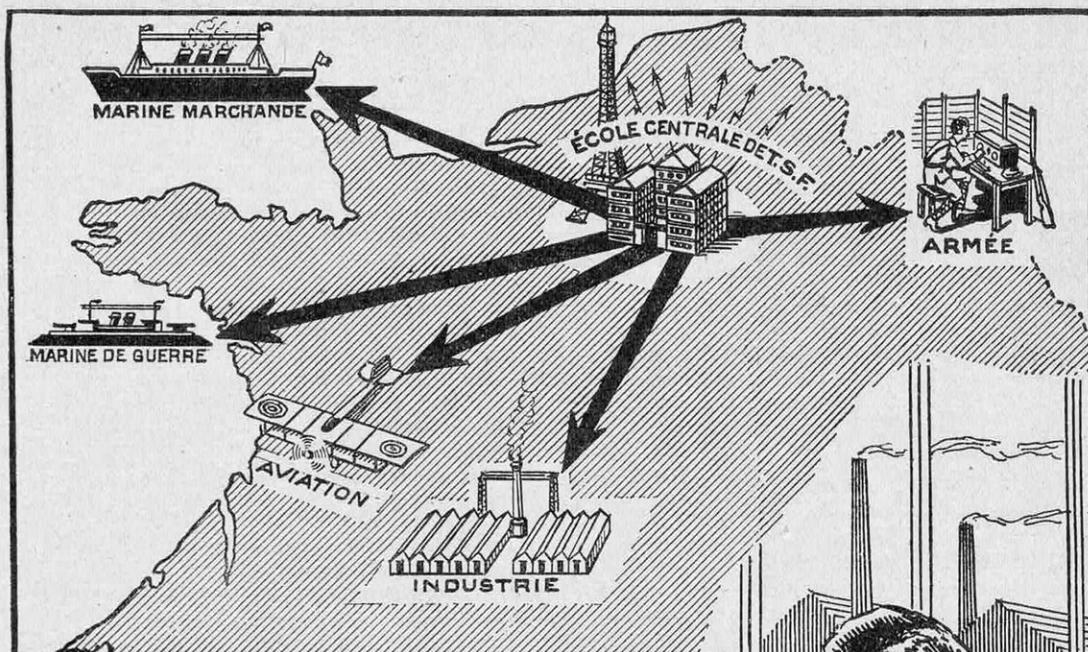
FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression
par les groupes

DAUBRON

POMPES INDUSTRIELLES

tous débits, toutes pressions, tous usages



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

Demandez tous renseignements pour **session octobre**

Notices et brochure "Les Carrières de la T.S.F." envoyées franco sur simple demande



LE JOURNAL DES CANDIDATS AUX CARRIÈRES DE LA RADIO

vous fournira la documentation officielle sur les examens et concours concernant les carrières administratives, maritimes, aéronautiques, coloniales et industrielles de la radio.

Envoi contre 1 fr. 50 en timbres sur demande adressée 12, rue Laromiguière, 12 - PARIS (5^e)

SOURDS



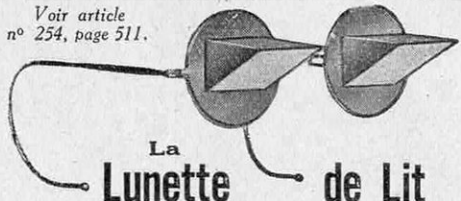
2 Inventions nouvelles :
le **CONDUCTOS INTÉGRAL**
ET LE
CONDUCTOS STABILISÉ

vous feront

ENTENDRE IMMÉDIATEMENT

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

Voir article
n° 254, page 511.



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 Jouffroy, Paris - 17^e

*Unique ! une portable réglable
à votre frappe personnelle*



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

Essayer-la!

ROYAL

Au moyen d'un premier acompte et de versements mensuels, vous pouvez profiter immédiatement des avantages d'une ROYAL PORTABLE — en somme une dépense de moins de

4 francs par jour

COMPAGNIE FRANÇAISE
DES MACHINES À ÉCRIRE ROYAL S. A.
69, BOULEVARD HAUSSMANN, PARIS
TELEPHONE : ANJOU 02-93

AGENCES PARTOUT

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

DANS TOUTES BONNES MAISONS
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ

RÉALISATION DE MOBILIERS D'OCCASION

PROVENANT DE WARRANTS
RÉALISATIONS

REPRISES ET ÉCHANGES
TOUS MOBILIERS EXPERTISÉS
ET REMIS ENTièrement A NEUF



LOTS DE MOBILIERS DE BUREAUX

Cabinets de travail de tous styles,
bureaux, bibliothèques, classeurs,
tables, fauteuils, chaises, casiers,
comptoirs, étagères, etc.

LOTS DE MOBILIERS MODERNES

Salles à manger, chambres à cou-
cher, cosys, studios, fauteuils,
guéridons, penderies, etc.

LOTS DE MOBILIERS DE STYLE

Salles à manger, chambres à cou-
cher, salons, commodes, secré-
taires, bahuts, etc., Henri II, Louis
XIII, Louis XV, Louis XVI,
Renaissance, Régence, Directoire,
Empire, etc.

LOTS DE MOBILIERS RUSTIQUES

Salles à manger et chambres à
coucher, cosys, commodes, bon-
netières, armoires, tables à l'italienne,
coffres à bois, banquettes, etc.



ENTREPOTS VIVIENNE

51, rue Vivienne, 51

PARIS (2^e) Coin des Grands Boulevards
3 GRANDS HALLS — 6 ÉTAGES — 10.000 M²
ENTRÉE LIBRE



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 abdo-
minal " et une infirmité dangereuse :
l'obésité.

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

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

BELLARD - V - THILLIEZ
SPÉCIALISTES

22, Faub. Montmartre - PARIS-9^e



Boîte à Lumière
contenant le Brûleur
d'Ultra-violet

Support
inclinable
du Document
à contrôler

*Une nouvelle Lanterne de Contrôle
à la Lumière de Wood*

La nouvelle Lanterne de Contrôle à la Lumière de Wood, figurée ci-dessus, a été plus spécialement étudiée pour l'analyse et l'examen par fluorescence des Matières premières, Documents et 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

ÉCOLE DES MÉCANICIENS DE LA MARINE et de l'AIR

19, rue Viète - PARIS

MÊME ÉCOLE

56, boul. Impératrice de Russie
NICE (Alpes - Maritimes)

MARINE DE GUERRE:

Ecole des Elèves-Ingénieurs, Ecoles de Sous-Officiers et Ecole des Apprentis-Mécaniciens, Ingénieurs-Mécaniciens de deuxième classe d'active et de réserve, Brevets simple et supérieur de Mécaniciens.

MARINE MARCHANDE:

Officiers Mécaniciens de première, deuxième et troisième classe. Diplôme d'Aspirant Mécanicien-Electricien.

AIR:

Agents techniques, Elèves-Ingénieurs, Dessinateurs. Sous-Ingénieurs et Ingénieurs Dessinateurs. Ecole des Apprentis-Mécaniciens de Rochefort et Ecole des Elèves - Officiers Mécaniciens.

PROGRAMMES GRATUITS

COURS SUR PLACE
COURS PAR CORRESPONDANCE

LECTEURS, retenez dès maintenant ce numéro spécial
ANNONCEURS, retenez dès maintenant vos emplacements

A l'occasion du

SALON DE L'AUTOMOBILE

La SCIENCE ET LA VIE consacrera, dans son numéro d'octobre, une large part de sa rédaction aux nouveautés qui seront présentées à cette grande manifestation. Comme pour tous les autres problèmes techniques traités par la SCIENCE ET LA VIE, la présentation de ces études sera faite par des ingénieurs spécialisés, collaborateurs habituels de notre revue.

LECTEURS, retenez dès maintenant ce numéro spécial
ANNONCEURS, retenez dès maintenant vos emplacements

Si vous pouvez écrire Vous pouvez **DESSINER**



Vous vous êtes certainement dit, ne fût-ce qu'une fois dans votre vie: "Ah! si je savais dessiner!" Vous avez senti, ce jour-là, toute la joie et le profit que vous auriez pu retirer du dessin. Pourquoi n'avez-vous pas alors cherché à acquérir ce qui vous apparaissait si agréable et si utile? Parce que vous avez cru que le dessin ne convenait qu'aux personnes extraordinairement douées.



Charmant croquis de notre élève M^{lle} Odette Fumet, alors à ses débuts.

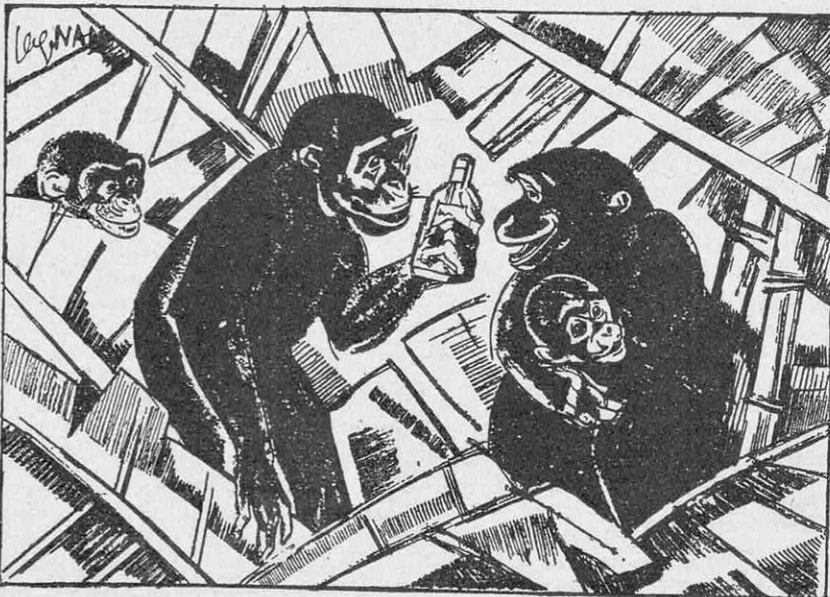
Sans aucun doute, vous pouvez dessiner. Il vous suffit de suivre la méthode qui, depuis quinze ans, a déjà fait plus de 40.000 enthousiastes. En ne lui consacrant que quelques instants par jour, sans quitter votre foyer, sans nuire à vos occupations habituelles, vous serez réellement stupéfait de la facilité avec laquelle vous exécuterez, dès la première leçon, des croquis expressifs d'après nature. Puis peu à peu vous acquerez la parfaite maîtrise du crayon, de la plume, du pinceau.

écrire dès aujourd'hui à l'école A.B.C. Vous recevrez franco un bel album gratuit dans lequel se trouvent clairement exposés les principes mêmes de notre méthode. Vous y trouverez tous renseignements sur les nombreux et lucratifs débouchés que vous offre le dessin. Demandez-le aujourd'hui même à l'adresse suivante :

Il ne vous coûte rien de connaître cette méthode vraiment unique. Vous n'avez qu'à

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (Studio B)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS

DANS LA JUNGLE



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

**D
E
N
T
O
L**

**DENTIFRICE
ANTISEPTIQUE**

**EAU - PÂTE
POUDRE - SAVON**

**Maison FRÈRE
19, r. Jacob, Paris**

Echantillon gratuit sur demande en se recommandant de LA SCIENCE ET LA VIE.

ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ

(Près Panthéon)
(Angle rue Lhomond)

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

Téléphone :
PORT-ROYAL 05-95

SUCCURSALES :

ATELIER ÉCOLE
(Laboratoires équipés de façon ultra-moderne)
5, Cité Paradis, 5 - PARIS - Tél. PROVENCE 10-22

ÉCOLE DE T. S. F. DE ROUEN
27, Rue Dutronché, 27 - ROUEN

L'ENSEIGNEMENT EST DIRIGÉ PAR :

J. E. LAVIGNE
DIRECTEUR DES ÉCOLES - FONDATEUR

Officier Radio de 1^{re} classe — L'un des fondateurs de l'enseignement radiotechnique en France — Ex-instructeur Radio à la division des Ecoles de la Marine Militaire.

P. DESTRAY
DIRECTEUR DES ÉTUDES A PARIS

Ingénieur E. S. E.
Ex-Directeur des études de l'École des Officiers de Transmission et de l'École des Marins radiotélégraphistes.

CHARGÉ DES COURS PAR CORRESPONDANCE : J. BRUN ✱
Ex-Directeur de l'École spéciale des P. T. T.

lesquels, diplômés tous trois depuis 1909, n'ont jamais cessé depuis de professer ou pratiquer la radio et ont assumé chacun séparément la direction de différentes écoles.

Le complément du personnel enseignant comprend uniquement des ingénieurs, opérateurs ou techniciens de l'industrie, choisis avec le souci constant de donner aux élèves **un maximum de garanties de succès aux examens.**

La direction de l'École a fait un gros effort pour que les élèves travaillent dans des locaux clairs et parfaitement aérés, dans un cadre agréable et silencieux.

Ces conditions nous ont en effet paru indispensables, tant pour la qualité et le rendement des études que pour la santé des élèves, trop souvent exposée, surtout dans Paris, dans des classes surpeuplées.

Ayant ainsi porté au plus haut point la qualité et les conditions de travail des élèves, la Direction s'est également préoccupée d'assurer à ses différents diplômés de sortie une valeur réelle en conditionnant la délivrance à un examen sérieux, contrôlé par les services techniques des grosses firmes de T. S. F.

Les études les plus sérieuses, dans le cadre le plus propice, sanctionnées par les diplômes les mieux cotés, tels sont les avantages que vous garantit l'École Française de Radioélectricité.

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

OFFICIERS RADIOS - MARINE MARCHANDE
RADIOS AVIATEURS

OPÉRATEURS :

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

GRANDES COMPAGNIES DE TRAFIC

TECHNICIENS :

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

PRÉPARATION MILITAIRE

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

BON A DÉCOUPER

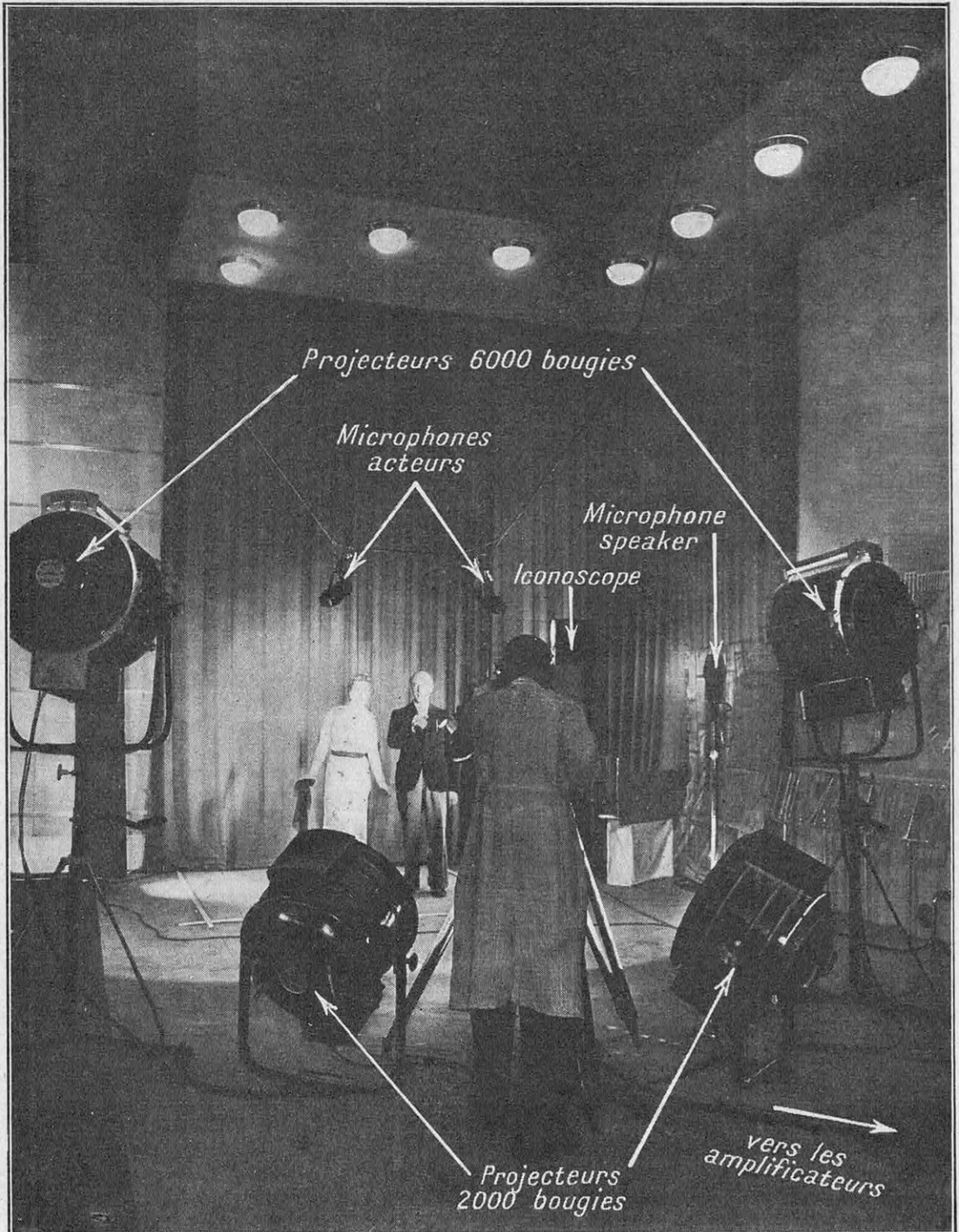
Monsieur le Directeur de l'ÉCOLE FRANÇAISE DE
RADIOÉLECTRICITÉ, 10 bis, rue Amyot, Paris (5^e).

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

NOM

ADRESSE

S. V.



VUE D'ENSEMBLE DU STUDIO DE TÉLÉVISION DU PALAIS DE LA RADIO

On voit ici rassemblés les microphones de prise de son et l'icône (voir La Science et la Vie, n° 209, page 411) pour la prise de vue. L'image télévisée est décomposée en 455 lignes par le procédé dit « à entrelacement » (c'est-à-dire en sautant chaque fois une ligne sur deux, chaque ligne n'étant ainsi explorée que toutes les deux images) et la transmission s'effectue au rythme de 50 images par seconde. Deux câbles spéciaux (câbles coaxiaux) relient le studio permanent de télévision de la rue de Grenelle, le studio provisoire du Palais de la Radio et le nouvel émetteur de télévision installé au pilier sud de la Tour Eiffel. La puissance de cet émetteur atteindra à la fin de l'année 30 kW, et son antenne disposée au sommet de la Tour, à l'extrémité du drapeau, lui assurera une portée voisine de 100 km.

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

COMMENT « VIT » UN CENTRE DE RADIODIFFUSION : LE PALAIS DE LA RADIO

Par C.-G. BOSSIÈRE

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

Le Palais de la Radio constitue, pendant la durée de l'Exposition, le centre coordinateur de l'ensemble du réseau français de la radiodiffusion d'Etat, en même temps que le centre distributeur de la modulation pour la sonorisation de toutes les sections de l'Exposition. C'est ce centre qui assure en effet, d'une part, le contrôle technique des émissions, d'autre part, l'interconnexion entre les différents émetteurs du réseau d'Etat, et aussi avec certains réseaux étrangers, pour les retransmissions et les échanges de programmes, ainsi mis en liaison avec les divers studios installés dans le Palais même. Six circuits en câbles sous écran assurent cette liaison permanente avec le studio de Radio-Paris et l'émetteur de Paris-P.T.T. Une ingénieuse disposition de ses studios, que l'on peut qualifier de modèles, minutieusement étudiés quant à leur acoustique, à leur isolement sonore, et présentés au public dont ils sont séparés par de larges baies vitrées, permet d'assister dans ce Palais de la Radio aux opérations si complexes et si variées qu'exige actuellement une émission radiophonique parfaite. C'est d'abord l'exécution du programme proprement dit, dans l'un des six studios répartis dans ce Palais, dont la gamme s'étend de la cabine du speaker, ou du spécialiste chargé de la revue de presse, jusqu'au grand studio d'une capacité de 7 000 m³ pour orchestre et chœurs. Puis voici la « cabine de contrôle » où les techniciens ont pour mission de surveiller la « profondeur de modulation » et de régler la « dynamique de l'émission ». Faisant suite aux mélangeurs (pour les différents circuits microphoniques), viennent alors les amplificateurs microphoniques et enfin les amplificateurs de distribution, au départ des lignes conduisant aux émetteurs. Tous ces éléments, étroitement groupés en un ensemble cohérent, nous montrent ce que sera sans doute — en faisant appel au maximum de ressources artistiques et techniques — la future Maison de la Radio destinée à notre radiodiffusion nationale. A ce point de vue nous sommes incontestablement en retard par rapport aux organisations étrangères. Il aurait été souhaitable qu'à l'occasion de la grande manifestation internationale des Arts et Techniques, la France ait pu, dans ce domaine, rivaliser avec les autres nations du globe...

LE Pavillon de la Radio de l'Exposition 1937 abrite, comme il se doit, une exposition de la Radio. Mais cette exposition prend un intérêt supérieur du fait qu'elle comporte, à côté d'une partie rétrospective où figurent les anciens appareils marquant les principales étapes de la conquête des ondes, des exemples vivants des applications les plus récentes de la T.S.F. à l'aviation, à la marine, à la télévision, au télécinéma, à la télémécanique et à la goniométrie.

En outre, le Pavillon de la Radio joue un rôle actif de tout premier plan, puisque c'est lui qui, pendant la durée de l'Exposition, est l'animateur du réseau de la radiodiffusion d'Etat.

On sait en effet que normalement la plupart des émissions des deux grands postes parisiens Radio-Paris et Paris-P. T. T. sont relayées par une ou plusieurs stations régionales. Quelquefois l'exécution ou la prise de relais a lieu en province et Radio-Paris ou Paris-P. T. T. retransmet l'émission par son antenne.

Les câbles utilisés par la radiodiffusion partent donc tous de Paris, vers Strasbourg, vers Lille, vers Rennes, vers Marseille, etc. Il existe, en outre, quelques câbles de rocade reliant directement entre elles deux ou plusieurs stations régionales. La principale voie de rocade du réseau d'Etat relie Bordeaux, Toulouse, Montpellier et Nice. La radiodiffusion utilise les lignes télépho-

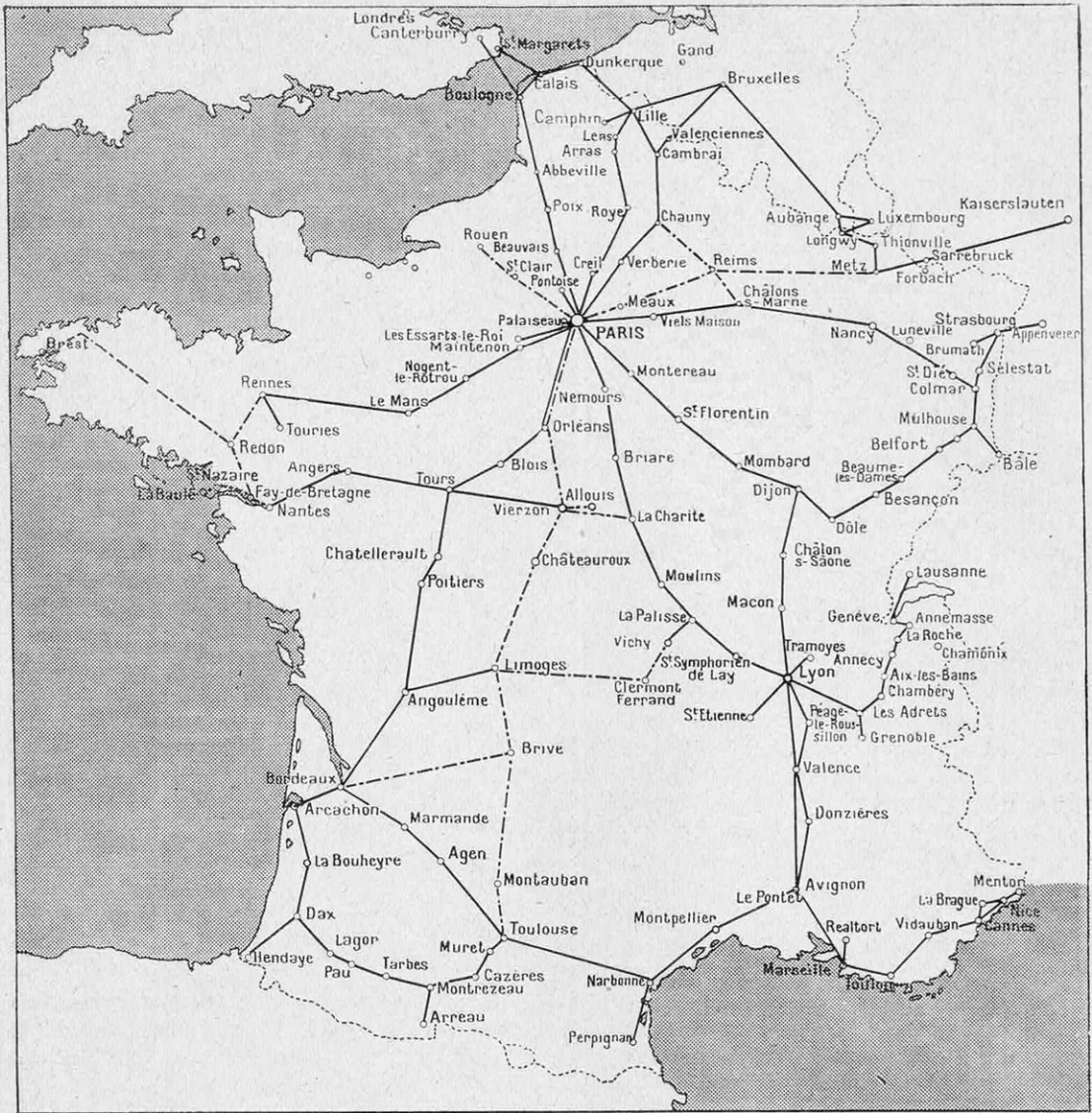


FIG. 1. — CARTE DU RÉSEAU DES CIRCUITS UTILISÉS PAR LA RADIODIFFUSION D'ÉTAT

Ce réseau complexe permet toutes les combinaisons de relais entre les stations régionales de Paris et des départements, le poste de Radio-Paris, Radio-Colonial et les stations étrangères.

niques pour les émissions parlées et des câbles spéciaux pour la musique, dont le transport, sous forme de courant modulé, est beaucoup plus fragile. Il est bien entendu que dans chaque ville dotée d'un poste d'émission, il y a une maison de la radio comportant un studio d'exécution.

A Paris, le centre de distribution de la modulation, où aboutissent les câbles du réseau, ainsi que le câble de liaison avec le studio Radio-Paris, rue François-I^{er}, avec le centre d'enregistrement, également rue François-I^{er}, le câble de liaison avec le poste de Paris-P. T. T. à Palaiseau, etc., est

installé dans l'immeuble du central téléphonique interurbain de la rue des Archives. Dans ce centre des Archives ont lieu habituellement les deux opérations principales de la distribution : l'interconnexion et le contrôle technique des diverses modulations.

Le Pavillon de la Radio, centre de distribution du réseau de la radiodiffusion d'Etat

Pendant la durée de l'Exposition, c'est le Pavillon de la Radio qui joue le rôle de centre de distribution : entre ses studios et les autres pavillons de l'Exposition, entre

ses studios et le réseau d'Etat, entre les émetteurs de ce réseau, ou les réseaux étrangers et l'Exposition. Prenons des exemples. Le Pavillon de la Provence veut faire entendre un concert provençal exécuté à Marseille-Provence, le Pavillon de la Tchecoslovaquie un concert exécuté à Bratislava, etc... C'est le Pavillon de la Radio qui distribue, dans les conditions techniques requises, les modulations déterminées arrivant par câble au centre de la rue des Archives, puis directement, sans avoir été soumises à une surveillance tech-

Comme ces deux derniers, nous l'avons dit, sont reliés en permanence avec le centre des Archives, on comprend que la toile d'araignée du réseau est complète.

Les studios

Le Pavillon de la Radio ne comporte pas moins de six studios d'exécution : un grand, un moyen et quatre petits.

Situé au premier étage, le grand studio est vraiment très vaste : il a 30 mètres de longueur, 17 mètres de largeur et 14 mètres de hauteur. Il peut contenir de grands or-

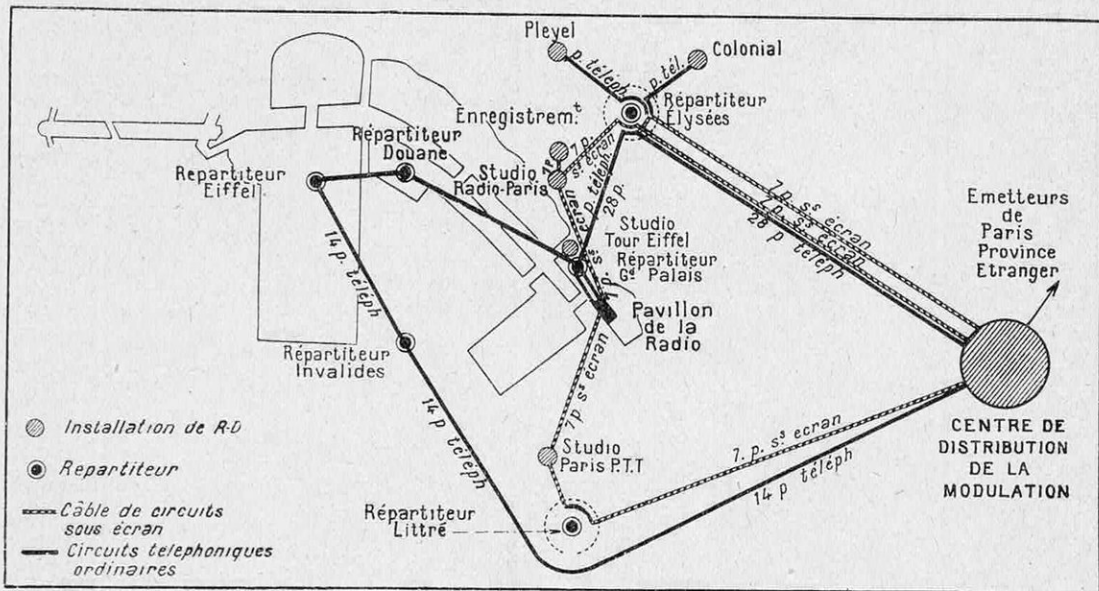


FIG. 2. — CE CROQUIS MONTRE LE RÉSEAU DE CIRCUITS ASSURANT TOUTES LES LIAISONS NÉCESSAIRES POUR QUE LE PAVILLON DE LA RADIO SOIT LE CENTRE DE LA RADIODIFFUSION D'ÉTAT. L'emploi d'écrans, en papier métallisé ou en aluminium, autour de chacune des pièces d'un même câble a pour effet d'éviter la diaphonie, c'est-à-dire les échanges intempestifs de courant modulé d'une paire à l'autre.

nique préalable, aux appareils du pont Alexandre-III. Quand un orchestre exécute un programme dans l'un des studios du Pavillon, le courant modulé par cette exécution peut être distribué, soit dans l'Exposition directement, soit par l'intermédiaire du centre des Archives, vers une ou plusieurs stations d'émission, régionales ou étrangères, mais après avoir subi sur place le contrôle technique.

Il n'est donc pas exagéré de dire que le Pavillon de la Radio, démonstration instructive de l'exécution des émissions, est, pour la durée de l'Exposition, l'âme du réseau français de radiodiffusion. 14 circuits directs, en câbles sous écran, ont été installés pour établir une liaison de qualité entre le Pavillon et le studio de Radio-Paris et le poste d'émission de Paris-P. T. T.

chestres, des chœurs, bref, plusieurs centaines d'exécutants ; c'est pour les grands jours.

Le studio moyen est long de 17 mètres, large de 15 mètres et haut de 7 mètres. Il est destiné à abriter des orchestres symphoniques de 50 à 60 exécutants, ce qui est déjà important.

Le plus grand des quatre petits studios, réservé aux quatuors, quintettes ou sextuors, ou aux acteurs de comédie, n'a que 10 mètres de longueur et 7 m 50 de largeur.

Les trois autres petits studios sont destinés, l'un à la commande de la sonorisation, le deuxième aux revues de la presse et le troisième au speaker. Notons, tout de suite, que ce speaker a sous sa coupe, si l'on peut dire, les quatre petits studios seulement. Le grand et le moyen studio sont

dotés chacun d'une cabine de speaker particulière, disposée, comme nous allons le voir un peu plus loin, à côté de la cabine de contrôle également particulière à chacun de ces deux studios.

Chacun des cinq studios actifs est indépendant, en ce sens qu'on peut transmettre simultanément cinq programmes différents dans cinq directions déterminées. Par exemple, on pourrait, au même instant, exécuter, dans le grand studio, un opéra

Architecture et acoustique

L'exemple ci-dessus, choisi évidemment dans le lot des soirées exceptionnelles, n'en souligne pas moins la nécessité qui s'est imposée aux architectes du Palais, MM. Mathon, Chollet et Sors, d'isoler parfaitement, du point de vue acoustique, tous les studios du Pavillon de la Radio. Et les meilleurs procédés devaient être aussi les plus simples, car il faut faire simple dans les expositions.

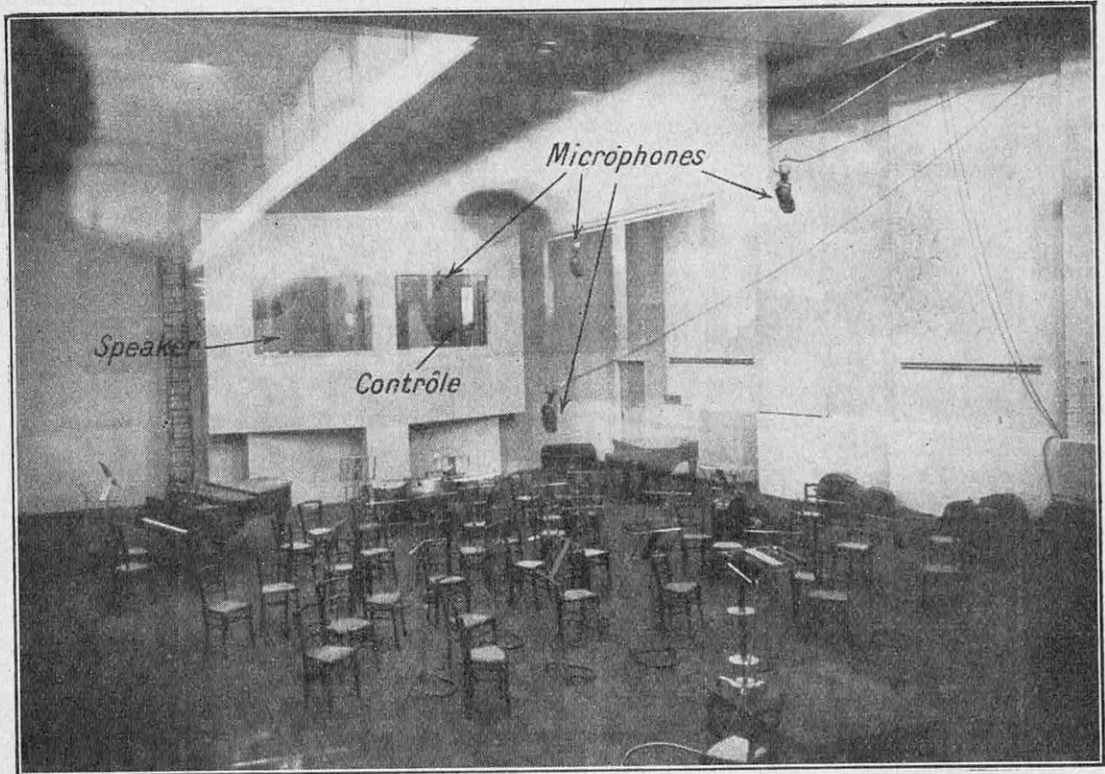


FIG. 3. — ON VOIT ICI LE STUDIO MOYEN AVEC, AU FOND, LES DEUX CABINES DU SPEAKER ET DU CONTRÔLEUR TECHNIQUE DISPOSÉES L'UNE À CÔTÉ DE L'AUTRE

de Wagner, lequel serait diffusé dans le Pavillon allemand de l'Exposition et retransmis à Berlin; exécuter, dans le studio moyen, une symphonie de Saint-Saëns, qui serait retransmise par Paris-P. T. T. et deux ou trois stations régionales; jouer un trio de Beethoven, dans le studio de musique de chambre, pour tel pavillon de l'Exposition et plusieurs autres stations régionales; faire parler, dans le studio des conférenciers, un homme politique célèbre et retransmettre sa voix dans le Pavillon de la Paix, à Radio-Paris et à Genève; cependant que, du studio n° 5, un éloquent radio-journaliste officiel commenterait la presse parisienne du soir pour quelques villes de province.

Pour assurer l'isolement acoustique du grand et du moyen studio, ceux où l'on fait le plus de bruit, et qui se trouvent précisément l'un au-dessus de l'autre, le moyen au rez-de-chaussée et le grand au premier étage, les architectes ont construit des murs indépendants pour chacun. Ces murs sont déjà constitués par des matériaux insonores; mais, en outre, ils n'ont aucun point de contact. Le studio moyen apparaît ainsi comme une boîte posée à l'intérieur d'une plus grande boîte.

Puisque la principale raison d'être du Pavillon est de montrer au public ce qu'est la vie d'un centre de radiodiffusion, il était indispensable de prévoir une partie trans-

parente dans un des murs de chacun des studios. Les architectes ont employé, dans ce dessein, des glaces épaisses de 10 ou 12 millimètres, montées en double avec une couche d'air de plusieurs centimètres entre les deux et parfaitement serties dans les châssis des regards, au moyen de caoutchouc.

Le même procédé est employé pour isoler du son, en permettant la vue, la salle des

la partition exécutée, soit en moyenne satisfaisante, qu'elle corresponde pour l'auditeur à celle que l'on ressent dans une salle de concert de bonne qualité acoustique.

Les architectes du Pavillon de la Radio ont dessiné les parois latérales des grands studios suivant les règles les plus modernes appliquées dans le monde et, pour le revêtement, ils ont employé l'aggloméré d'amiante et de mica. C'est cette matière qu'avait

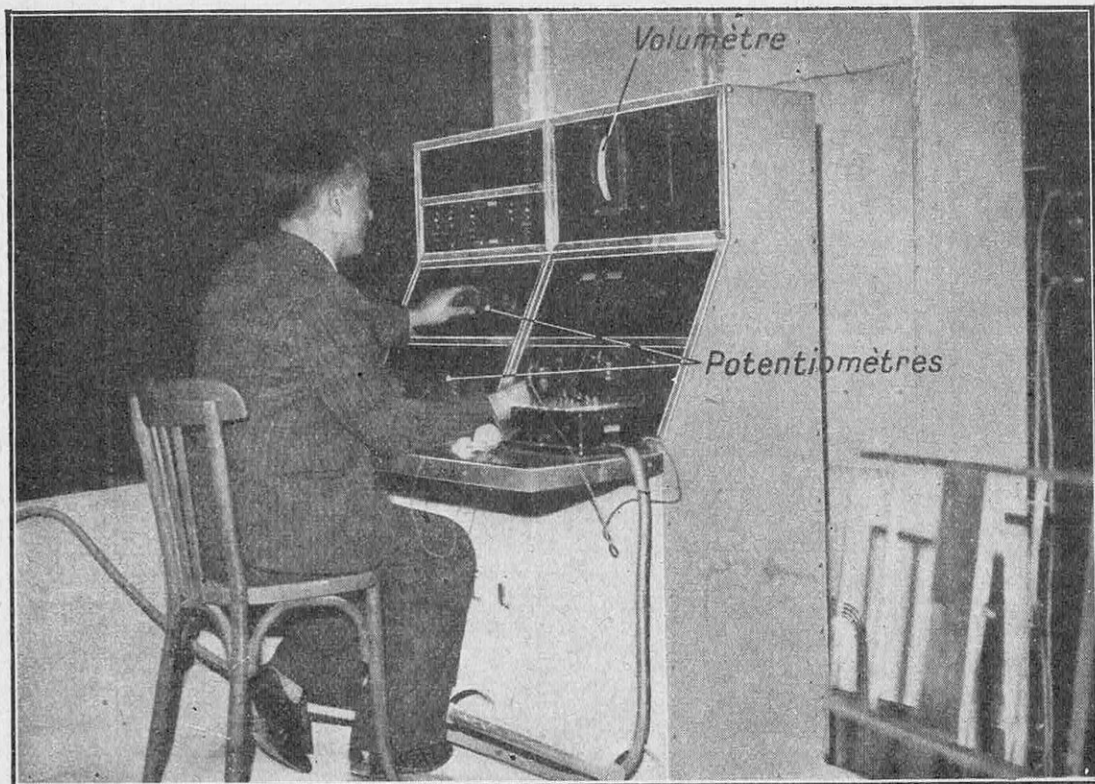


FIG. 4. — VUE DE LA CABINE DE CONTROLE DU STUDIO MOYEN

Le contrôleur opère la « compression des nuances » indispensable au moyen des potentiomètres et surveille la « profondeur de modulation » au moyen du volumètre.

amplificateurs du studio moyen et, dans chacun de ceux-ci, les cabines du speaker et du contrôleur technique.

Le second problème d'acoustique que les architectes ont eu à résoudre est celui que pose le revêtement d'un studio de musique. Nos lecteurs savent que ce problème est extrêmement délicat. La réverbération du son contre les parois du studio — la réverbération pouvant être schématiquement définie comme la *persistance* du son — est un des facteurs principaux de la qualité de l'émission. Il faut que l'impression musicale, quelle que soit la composition de l'orchestre et, pour un même orchestre, quelle que soit

utilisée M. Marrast, architecte de l'Opéra, pour faire le revêtement de l'immense panorama semi-elliptique dont est maintenant dotée la scène de notre Académie nationale de musique.

L'aggloméré d'amiante et de mica présente les avantages suivants : il est incombustible, ce qui est précieux pour un théâtre, aussi bien que pour un pavillon d'exposition ; il est très facilement maniable, c'est-à-dire qu'il se fait en planches de toutes dimensions voulues, épaisses, en général, de 10 à 15 millimètres, dans lesquelles on perce des trous fraisés et que l'on visse comme des panneaux de contreplaqué ; il est doué, en outre, d'un

coefficient de réverbération favorable pour la musique.

Dans les studios du Pavillon de la Radio, le revêtement des parois est entièrement en panneaux d'amiante-mica, nus, sans aucune peinture ni tenture. Les caractéristiques du volume intérieur sont donc constantes et les seules corrections que l'on applique, d'après la composition de l'orchestre et le genre du morceau exécuté, consistent dans le déplacement judicieux du ou des microphones, pour lesquels un certain nombre de câbles réglables sont suspendus au plafond, d'une manière permanente.

Au fond de chacun des deux grands studios, à hauteur d'un balcon de théâtre, se trouvent les deux cabines individuelles : celle du speaker et celle du contrôleur technique.

La cabine de contrôle

Cette cabine est occupée, aussi bien au cours des répétitions, mises à profit pour parfaire les réglages, que pendant les émissions, par un technicien qui doit posséder des connaissances approfondies de radioélectricité et être en même temps doué d'aptitudes musicales. Nous allons voir pourquoi tant de qualités sont ici requises. Mais disons, dès maintenant, que la cabine de contrôle est un peu la passerelle du commandant. C'est au moyen des appareils qu'elle abrite que sont faites les commutations qui mettent à l'antenne, ou bien, dans le circuit de l'Exposition, au diffuseur de tel pavillon voulu, au moment strictement opportun, soit le microphone du speaker, soit le microphone du studio. Pour éviter toute erreur, un système de signalisation optique à lampes de couleurs différentes

indique constamment aux occupants du studio et au speaker s'ils sont connectés sur l'émission ou s'ils sont isolés.

Cette tâche de commandement et d'orientation est évidemment très importante; mais elle n'est peut-être pas la plus délicate de celles qui incombent au titulaire du poste de contrôle.

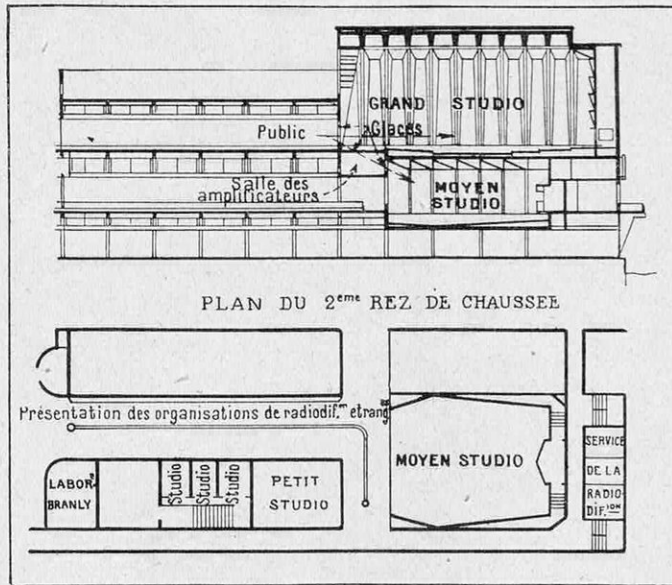
Celui-ci doit encore régler attentivement la « dynamique » du son et surveiller la profondeur de la modulation.

L'importance de la « dynamique » en radiodiffusion

Les techniciens de la radiodiffusion appellent « dynamique » l'intervalle entre les pressions acoustiques maximum et minimum qui se manifestent pendant l'exécution d'un programme déterminé. Cette notion est surtout importante, on le conçoit, pour la transmission et la reproduction de la musique et, particulièrement, de la musique exécutée par un

grand orchestre. A l'exécution, il existe alors entre les passages faibles « pianissimo » et les passages les plus intenses « fortissimo » un rapport d'amplitude sonore considérable, dont le rapport de pression correspondant peut aller jusqu'à 3 000.

Une « dynamique » aussi étendue ne peut, évidemment, pas être respectée intégralement au cours de la reproduction, chez l'auditeur, par l'appareil récepteur. L'intensité sonore des fortissimo ne peut pas atteindre, dans un appartement, la valeur réelle qu'elle a dans la salle de concert. D'autre part, le bruit de fond des récepteurs et les parasites limitent à une valeur déterminée l'intensité de réception minimum, au-dessous de laquelle la reproduction des



(MM. Mathon, Chollet et Sors, architectes.)

FIG. 5. — COUPE ET PLAN DU PAVILLON DE LA RADIO

La coupe montre la disposition respective du grand et du moyen studio, de la salle des amplificateurs et de la galerie du public, d'où, à travers les baies vitrées, on peut voir à l'intérieur des deux studios. Ici, encore, des haut-parleurs permettent au public, qui voit les musiciens, mais en est isolé au point de vue acoustique, de les entendre parfaitement.

pianissimo serait couverte et mal entendue.

La dynamique, à la réception, doit donc être beaucoup plus réduite que la dynamique à l'émission. Nous avons dit qu'au cours de l'exécution, dans le studio ou dans la salle de concert, le rapport des pressions acoustiques correspondant aux intensités extrêmes peut atteindre 3 000 ; à la réception, ce rapport des pressions acoustiques ne peut dépasser 1 à 50.

des nuances doit également s'assurer que l'amplitude maximum de la modulation, correspondant à l'intensité la plus grande de la musique à transmettre, ne dépasse pas la valeur maximum qui peut être appliquée à l'émetteur et ne reste pas sensiblement inférieure à cette limite.

On sait, en effet, que pour qu'un poste émetteur ait toute son efficacité, s'il ne faut pas que la profondeur de modulation



FIG. 6. — VUE DE LA SALLE DES AMPLIFICATEURS

Sont groupés dans cette salle, visible du public grâce à son plafond transparent (voir fig. 5), les amplificateurs microphoniques, qui amplifient 7 000 fois le niveau de tension à la sortie du microphone et les amplificateurs de distribution de la modulation qui atteignent une puissance de 300 milliwatts.

Il est donc nécessaire d'effectuer, à la prise du son, une réduction de l'amplitude de la dynamique, opération que l'on appelle la compression des nuances. Cette compression doit être opérée aussi régulièrement que possible de manière à respecter constamment l'amplitude relative des divers passages de la musique à transmettre, pour qu'à la réception aucune déformation sensible ne puisse être notée par l'auditeur.

Il faut respecter le maximum de modulation

Le technicien, doué d'aptitudes musicales, à qui est confié le travail de compression

dépasse la valeur limite imposée par les caractéristiques du matériel, il ne faut pas non plus qu'elle n'atteigne jamais cette valeur limite. Si celle-ci est dépassée, la modulation est déformée et la réception de l'émission est mauvaise. Si elle n'est jamais atteinte, l'efficacité de l'émission s'en trouve diminuée, et dans une proportion considérable, puisque c'est la puissance 2 qui intervient dans le rapport entre l'efficacité et la profondeur de modulation. Ainsi un poste émetteur de 100 kilowatts, dont la profondeur de modulation maximum est de 90 %, n'aurait plus que l'efficacité d'un poste de 25 kilowatts (le quart) convena-

blement modulé, si au lieu des 90 % on limitait sa modulation à 45 % (la moitié).

Telle est la double tâche qui incombe au technicien chargé du contrôle de la modulation. On comprend, à présent, pourquoi il doit être ingénieur et musicien. Il a devant lui plusieurs potentiomètres pour effectuer ses réglages et un indicateur de volume, ou volumètre, qui lui indique à tout instant la valeur de la modulation. Un diffuseur lui permet, en outre, de suivre la reproduction. Mais il est indispensable que, d'après les indications de son oreille experte, il agisse sur les réglages électriques en pleine connaissance des effets correspondant aux diverses manœuvres.

Ajoutons qu'un enregistreur de modulation fournit automatiquement des graphiques sur lesquels on peut vérifier, ultérieurement, si les manœuvres effectuées au cours des répétitions étaient bien correctes.

Les amplificateurs

A la sortie des microphones, les oscillations électriques passent dans un appareil appelé mélangeur, qui sert, on le sait, à superposer et à doser les unes par rapport aux autres les oscillations émanant des divers microphones d'un studio. Le mélangeur est indispensable quand deux microphones, au moins, sont mis en jeu et aussi, lorsqu'un seul est utilisé à la fois, pour passer sans bruit de l'un à l'autre.

Le courant sortant du mélangeur est amplifié par l'amplificateur microphonique. Celui-ci débite normalement sur un potentiomètre, aux bornes de sortie duquel sont placés les divers amplificateurs dits de distribution qui servent à envoyer le programme diffusé à ses destinataires : émetteur régional de Paris-P. T. T., station de répéteurs (qui peut relayer le programme en province et à l'étranger) et diverses positions de contrôle. L'amplificateur microphonique peut également, en cas de besoin,

débiter directement sur câble. Il peut être alimenté indifféremment par batterie ou par le secteur.

L'amplificateur microphonique type C, utilisé au Pavillon de la Radio, a été étudié et mis au point par les services techniques de la radiodiffusion. Il amplifie 7 000 fois le niveau de tension à l'entrée. La tension microphonique étant de l'ordre du millivolt, la tension de sortie de l'amplificateur est donc de l'ordre du volt.

Les amplificateurs de distribution de la modulation, dont l'impédance interne est très faible, peuvent atteindre, sans distorsion, jusqu'à 300 milliwatts.

La salle des amplificateurs a été construite, dans le sens de la longueur, entre le fond des grands studios et la galerie où circule le public et, dans le sens de la hauteur, en encorbellement sur le studio moyen. Le plancher de cette salle, beaucoup moins haute que le moyen studio, se trouve donc à environ 4 mètres du plancher du studio. Et son plafond est au niveau du parquet du grand studio. La galerie du public étant à ce même niveau, il a suffi de réserver des fenêtres en glaces dans la cloison de la galerie et dans le mur de fond du grand studio pour que le public puisse voir ce qui se passe dans ce studio. Comme, d'autre part, le plafond de la salle des amplificateurs est vitré et comme il y a également des fenêtres en glaces entre le moyen studio et cette salle, le public a, de la galerie, une vue plongeante sur la salle des amplificateurs et sur le studio moyen.

Les visiteurs du Pavillon de la Radio peuvent, ainsi, assister en même temps aux exécutions d'orchestre qui ont lieu soit dans le grand, soit dans le moyen studio et au travail des techniciens dans la salle des amplificateurs. Grâce à la sonorisation du pavillon, ils peuvent entendre par haut parleurs la musique exécutée.

C.-G. BOSSIÈRE.

C'est un fait indiscutable que l'on enregistre dans tous les pays industriels : la main-d'œuvre *qualifiée* est en nombre insuffisant. Aussi, pour remédier à la pénurie des spécialistes, les ingénieurs s'efforcent de plus en plus de concevoir et de construire des matériels (machines-outils notamment) où la *qualité du travail exécuté est indépendante de l'habileté professionnelle de l'ouvrier*. En outre, pour accroître le rendement de la production mécanique — le nombre d'heures de travail effectif étant de plus en plus réduit — le constructeur s'efforce d'accroître non seulement le débit des machines, mais aussi de réduire au minimum le temps improductif de l'outillage. Si le nombre d'heures accomplies par l'ouvrier est abaissé, il faut, par contre, que le travail horaire fourni par lui soit accru. Il y va de l'intérêt de l'individu comme de celui de la collectivité. Nos prix de revient seront alors diminués.

LA CORROSION DES MÉTAUX DEVANT LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Il y a peu de temps encore, on ne savait élucider avec quelque précision le mécanisme par lequel la corrosion non seulement prend naissance sur une pièce métallique, mais aussi comment elle se poursuit de proche en proche. Ce phénomène peut affecter différentes formes : soit la corrosion généralisée (qui réduit progressivement l'épaisseur du métal), soit la corrosion localisée (trous et piqûres qui se multiplient et s'agrandissent), soit la corrosion intercrystalline. Cette dernière est la plus dangereuse de toutes, puisqu'elle progresse invisiblement au sein même de la masse du métal, modifiant profondément par altération ses propriétés mécaniques. Deux facteurs prépondérants interviennent dans cette action : l'un qui, sauf cas exceptionnels, est constitué par l'eau ou l'humidité ; l'autre provient de l'hétérogénéité constitutive du métal même. Ces phénomènes sont d'ordre physique (tensions ou compressions internes) ou d'ordre chimique (« phases » diverses, impuretés, produits résiduaux au cours d'opérations métallurgiques). Leur action combinée aboutit à la formation de véritables piles électriques locales, provoquant la décomposition électrolytique de l'eau, et, par suite, l'attaque du métal. Cette interprétation « électrique » de la corrosion a contribué, semble-t-il, pour beaucoup aux progrès réalisés au cours de ces dernières années. Les uns sont du domaine des métaux inoxydables, — aciers ou alliages légers, — les autres appartiennent à celui des revêtements protecteurs — cémentation, nitruration, peintures, vernis, revêtements métalliques obtenus par galvanoplastie, métallisation et action anodique (1). Une doctrine scientifique cohérente s'est ainsi substituée récemment au vieil empirisme, en vue de lutter systématiquement et efficacement contre la corrosion. Celle-ci ne coûte-t-elle pas chaque année des milliards gaspillés en pure perte ! On a estimé en effet qu'elle rend inutilisable, dans le monde entier, environ près du tiers de la quantité totale de fer et d'acier produits dans le même temps. Sans tenir compte ici des autres métaux d'une destruction beaucoup plus lente, mais par contre d'un prix sensiblement plus élevé, on peut évaluer les richesses que la science récupère en évitant une destruction prématurée de la matière...

Les méfaits de la corrosion

L n'est pas de métal qui ne puisse être attaqué par des agents chimiques appropriés. L'étude de ces réactions intéresse la chimie ; mais, en se tenant sur le plan technique, on doit mettre à part, pour les étudier soigneusement, les phénomènes de corrosion qui attaquent les métaux industriels, soumis à l'action des agents usuels, comme l'air sec ou humide, l'eau douce ou salée, les poussières et les vapeurs industrielles ; ce sont, en effet, ces corrosions qui limitent la durée des constructions ou des machines établies avec ces métaux ; se protéger contre elles, c'est donc prolonger la vie utile et diminuer le coût d'amortissement de ces constructions ou de ces machines.

Le problème est particulièrement grave pour les divers types d'acier, qui constituent les plus usuels de tous les métaux : Guestler

estime que la quantité de fer détruit par la corrosion représente le quart de la production pendant le même temps, et l'*Iron and Steel Institute* donne une évaluation encore plus élevée, puisque, d'après ses statistiques portant sur trente-trois ans, il y aurait eu destruction de 718 millions de tonnes de métaux ferreux, rendus inutilisables en raison de la corrosion, contre une production de 1 milliard 766 millions de tonnes.

D'autre part, en dehors des fers et des aciers, nombre de métaux intéressent l'industrie et, si leur destruction est plus lente, leur prix plus élevé en rend les effets presque aussi dommageables ; en dehors des « vieux métaux », cuivre, plomb, zinc, étain, les alliages légers d'aluminium et de magnésium sont, depuis peu, venus au monde, et leur emploi généralisé exige une connaissance précise de leur résistance aux agents extérieurs, dans les conditions où ils sont employés.

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 168 et 203

Enfin, l'étude de la corrosion à chaud des cylindres, des pistons et des soupapes dans les moteurs à explosion ou à combustion constitue un autre chapitre de ces mêmes études, qui doit être traité à part des corrosions à froid, parce que les facteurs qui interviennent sont très différents dans les deux cas. Ces préoccupations des techniciens ont donné naissance à de nombreux travaux qui, conduits d'abord en ordre dispersé, sont aujourd'hui coordonnés par divers comités ; il en existe en Hollande, en Angleterre, aux Etats-Unis et, naturellement,

aciers ordinaires, inoxydables, semi-inoxydables, aciers spéciaux, alliages légers et ultra-légers sous toutes les formes. Enfin, les essais ont porté sur tous les moyens de protection imaginés, tels que revêtement anodique, schoopage, laquage, vernis, peintures et brais.

Cette seule énumération suffit à montrer toute la complexité des problèmes posés, et aussi la nécessité de guider les essais techniques par des vues scientifiques d'ensemble. Ce sont ces vues que nous allons d'abord essayer de dégager.

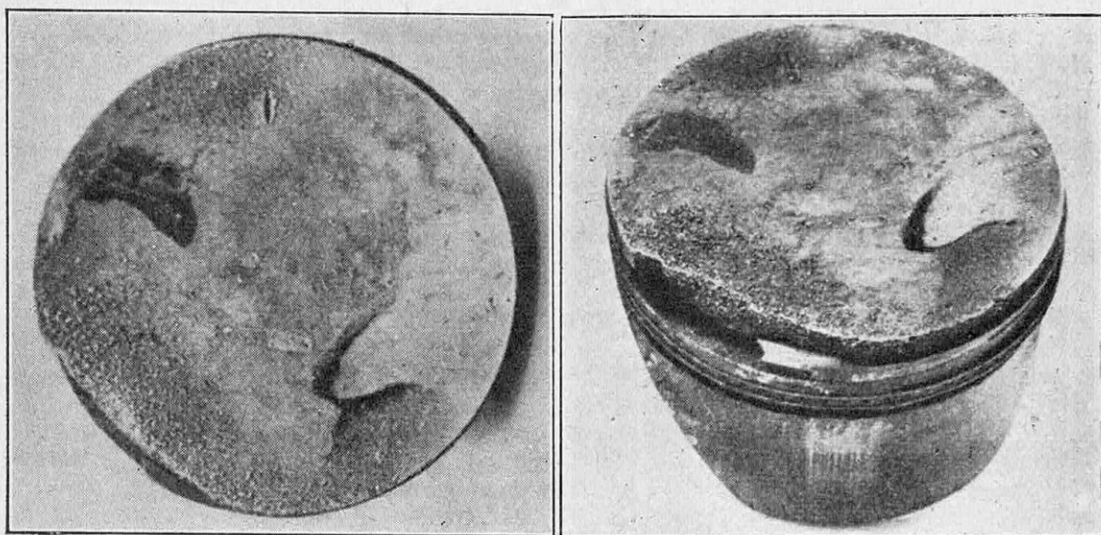


FIG. 1. — LES CYLINDRES, PISTONS ET SOUPAPES DES MOTEURS A EXPLOSION ET A COMBUSTION INTERNE SUBISSENT DES CORROSIONS RAPIDES, DUES PRINCIPALEMENT AUX INÉGALITÉS DE TEMPÉRATURE ET A L'ACTION CHIMIQUE DES HYDROCARBURES MÉLANGÉS A L'OXYGÈNE

Les photos ci-dessus représentent l'état d'un piston après 5 h de détonation.

en Allemagne. La France était trop intéressée à ces recherches pour n'y pas participer. C'est ainsi que de longues expérimentations ont été poursuivies, à l'Office des Recherches et Inventions, par le Comité technique pour l'étude des peintures, et qu'il existe, à Paris, une Commission d'études de la corrosion, tant pour l'acier que pour les produits métallurgiques destinés à l'aviation ; les *Journées techniques de l'aéronautique*, Congrès de spécialistes assemblés à Paris en novembre 1936 ont apporté sur ces problèmes les avis les plus autorisés. En outre, les observations à la mer et en atmosphère saline, poursuivies au laboratoire maritime de Concarneau et au Centre d'études de la Marine, à Toulon, ont accumulé une importante documentation, qui porte sur presque tous les métaux et alliages utilisés dans l'industrie : métaux électrolytiques purs,

Les agents corrodants et les types de corrosion

En dehors de cas exceptionnels, l'altération des métaux est due principalement à l'air et à l'eau. L'air atmosphérique contient normalement de l'humidité, gazeuse ou condensée, et de l'acide carbonique ; c'est même à ces deux derniers éléments qu'on attribuait, jadis, la production de la rouille de fer, par l'intermédiaire d'un carbonate ferreux, qui s'oxyderait ensuite à l'air en libérant son oxyde carbonique, qui deviendrait ainsi disponible pour une nouvelle attaque, ce qui justifierait le dicton bien connu, que *la rouille attire la rouille*. Nous verrons tout à l'heure que cette explication est aujourd'hui abandonnée ; on a, en effet, constaté que la rouille peut se produire en l'absence du gaz carbonique.

Mais, outre ces deux constituants normaux, l'atmosphère des villes et des centres industriels est polluée par d'autres produits ; c'est ainsi que de l'eau de pluie, recueillie à Paris sur les tours Notre-Dame et analysée par MM. Kling et Florentin, ne contenait pas moins de 100 mg de sulfates et 13 mg de nitrates par litre ; à Londres, les brouillards transportent, chaque année, 750 000 tonnes d'acide sulfurique et 70 000 tonnes de suie. Enfin, l'eau de mer agit par son contenu salin, où domine le chlorure de sodium, et l'atmosphère maritime, chargée

Tels sont les principaux agents de la corrosion ; quant aux effets, on peut les classer comme suit : il y a d'abord la *corrosion généralisée*, qui attaque régulièrement la surface et qui se traduit par une réduction progressive des épaisseurs. Elle est bien moins redoutable que la *corrosion localisée*, due à la formation de trous ou de piqûres dont le nombre se multiplie avec le temps, ou qui s'agrandissent progressivement. On reconnaît aussi une *corrosion intercrystalline*, qui désagrège le ciment métallique séparant les cristaux du métal ou de l'alliage ; il n'en

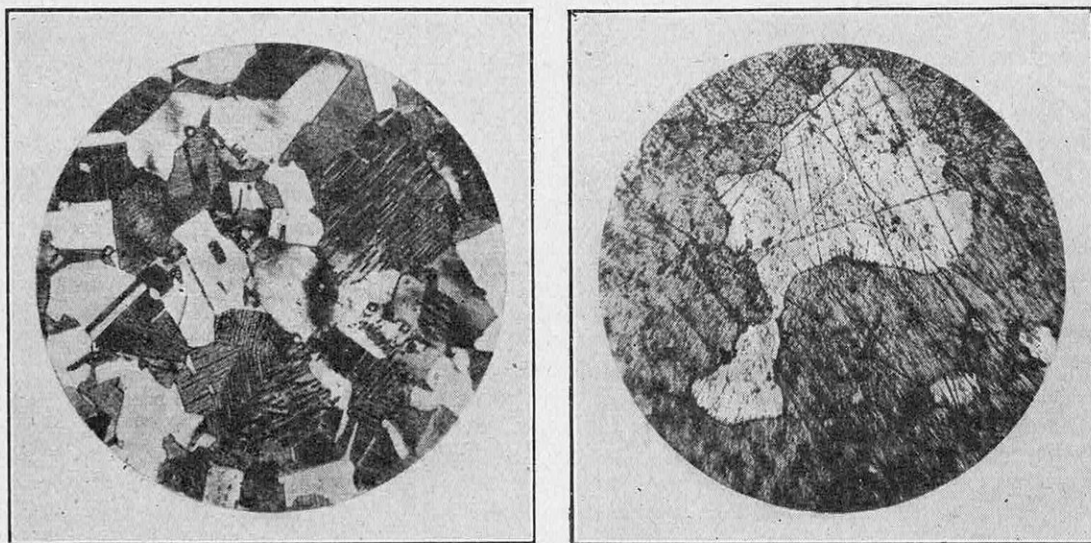


FIG. 2. — L'HÉTÉROGÉNÉITÉ CONSTITUTIVE D'UN MÉTAL REPRÉSENTE L'UN DES FACTEURS PRÉDOMINANTS AUQUEL EST DU LE PHÉNOMÈNE DE LA CORROSION

Cette hétérogénéité, invisible à l'œil nu, est révélée par les photographies prises au microscope. A gauche, microphotographie d'un acier ; à droite, celle d'un laiton.

de gouttelettes salées mélangées à l'oxygène, se montre particulièrement active. Ces divers éléments, agissant soit ensemble, soit séparément, sont les principaux agents de la *corrosion chimique*.

Mais les effets de cette corrosion sont très fréquemment accélérés par la *corrosion mécanique*, due par exemple au sable projeté par le vent, à la grêle, qui dépolissent les surfaces et favorisent ainsi l'action des agents atmosphériques. Un cas particulièrement curieux a été signalé en Hollande, sur les aubes des pompes rotatives employées à l'assèchement du Zuiderzee : l'air dissous dans l'eau se dégage dans la zone dépressionnaire sous forme de bulles microscopiques, qui disparaissent brutalement dans les zones de surpression ; il se produit ainsi un effet de marteau d'eau qui désagrège rapidement la surface des aubes tournantes.

est pas de plus dangereuse, car elle progresse invisiblement dans l'intérieur de la masse même du métal, en altérant gravement ses propriétés mécaniques.

Les théories modernes de la corrosion

Jadis, on expliquait l'altération des métaux par des considérations purement chimiques, dont j'ai donné un exemple à propos de la rouille du fer. Aujourd'hui, on fait d'abord appel à des phénomènes physiques, où interviennent deux facteurs prépondérants : l'un, externe, qui est l'eau, ou l'humidité sous ses divers états ; l'autre, interne, qui est l'hétérogénéité constitutive du métal.

L'eau est le milieu ionisant par excellence ; les sels qu'elle contient en solution s'y divisent spontanément en ions électrisés, dont les activités sont très supérieures à celle

du sel neutre initial ; par exemple, le sel marin $NaCl$, électriquement neutre et chimiquement peu actif, se dissocie dans l'eau en deux ions, l'un positif Na_+ , l'autre négatif Cl_- . Bien plus, la théorie de Nernst, aujourd'hui généralement admise, pose en principe que tout métal, mis au contact de l'eau, s'y dissout en partie en s'ionisant ; du fer, par exemple, émettra à l'intérieur du liquide un certain nombre d'ions positifs Fe_+ et, par suite de la perte de ces charges positives, la masse du métal lui-même s'électrifiera négativement, et cette opération se continuera jusqu'à l'établissement d'un certain état d'équilibre où les attractions électriques viennent compenser la tension de dissociation du métal ; cet état est caractérisé par la différence de potentiel entre le métal et le liquide dans lequel il est plongé.

Le second facteur prédominant est l'hétérogénéité du métal ; les microphotographies, dont quelques-unes sont jointes à cet article (fig. 2) manifestent cette hétérogénéité, dont l'étude, aujourd'hui très poussée, est à la base de nos connaissances sur les métaux. Il peut arriver qu'elle soit purement physique, et due, par exemple, à des tensions ou à des compressions existant à l'intérieur du solide ; elles peuvent alors donner naissance à des fissures, qui progressent à l'intérieur en ouvrant de nouvelles voies à l'action corrosive des agents extérieurs ; on explique ainsi que, dans les constructions utilisant un métal d'apparence homogène, certaines régions se corrodent plus rapide-

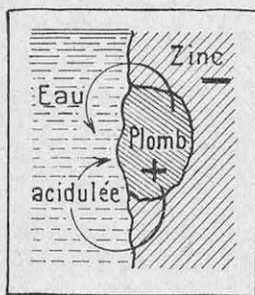


FIG. 3. — COMMENT LE PLOMB, INCORPORÉ AVEC DU ZINC, FORME AVEC CELUI-CI UNE PILE ÉLECTRIQUE LOCALE

La circulation du courant s'accompagne d'une électrolyse produisant du sulfate de zinc, tandis que l'hydrogène se dégage sur le plomb.

ment que d'autres, et ce sont précisément celles où existent ces tensions.

Mais les plus importantes hétérogénéités sont d'ordre chimique ; un métal ou un alliage comprennent ainsi un certain nombre de phases en contact. Pour les aciers, par exemple, les éléments constitutionnels sont le fer et le carbone, libre ou combiné avec le fer lui-même sous forme de carbure de fer ou cémentite ; mais on y trouvera encore, au titre d'impuretés ou de résidus des opéra-

tions métallurgiques, du manganèse, du silicium, du soufre, du phosphore, à l'état de combinaisons variées ; enfin, on a pu y introduire volontairement d'autres métaux, comme le nickel, le chrome, le vanadium.

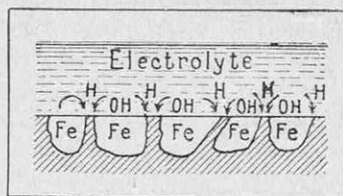


FIG. 4. — SCHÉMA EXPLIQUANT LA FORMATION DE LA ROUILLE DU FER

Les piles locales qui se forment entre les cristaux de fer provoquent la corrosion qui se poursuit sans cesse par suite de la dépolariation de ces piles par l'oxygène de l'air ou dissous dans l'eau (électrolyte).

L'action de ces deux facteurs se caractérise par la formation de piles électriques locales. On sait depuis longtemps que le zinc pur est inattaqué par l'acide sulfurique dilué, tandis que le zinc ordinaire, plongé dans le même liquide, y dégage d'abondantes bulles d'hydrogène ; cette différence d'action tient à la présence, dans le zinc impur, de granules de plomb, qui forment avec le zinc des couples voltaïques (fig. 3) où le courant, circulant dans le sens de la flèche, s'accompagne d'une électrolyse produisant du sulfate de zinc, tandis que l'hydrogène se dégage sur le métal le moins attaqué, qui est ici le plomb.

Examinons maintenant, à la lumière de ces principes, comment peut s'effectuer la rouille du fer ; les cristaux cubiques du métal pur sont agglomérés (fig. 4) par un ciment qui peut être de la cémentite, de la perlite, de l'austénite, en tout cas un métal plus noble, c'est-à-dire moins attaqué que le fer lui-même. Dans ces conditions et au contact de l'eau, ou simplement de l'humidité atmosphérique, il se constitue des piles locales, donnant naissance à des courants électriques particuliers ; l'eau est décomposée en ses deux éléments, et l'un d'eux, l'hydrogène, se fixe sur l'élément noble qui l'adsorbe et le polarise ; cela signifie, comme on sait, que la force électromotrice de la pile locale, et par suite le courant qu'elle débite, tendent vers zéro ; l'électrolyse s'arrêterait donc d'elle-même si l'oxygène présent dans l'air ou dissous dans l'eau n'agissait comme dépolariant ; c'est grâce à cet oxygène que l'action progresse, attaquant le fer dont la corrosion met à jour de nouvelles impuretés incluses dans le métal ; la corrosion chemine donc, en affectant un caractère intergranulaire qui diminue

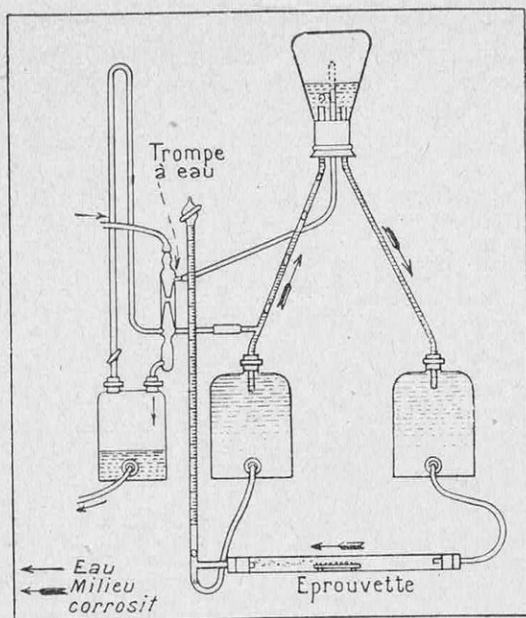


FIG. 5. — SCHÉMA DE L'APPAREIL THYSSEN POUR LA MESURE DE LA CORROSION

considérablement la résistance mécanique. Subsidièrement, si de l'acide carbonique est présent, il pourra se combiner avec l'oxyde produit, mais c'est là un effet secondaire, qui peut tout au plus accélérer la corrosion. Au contraire, la présence de l'oxygène, libre ou dissous, apparaît comme essentielle ; son inégale répartition, en créant des forces électromotrices locales, joue un rôle qu'Evans a mis en évidence en montrant que les régions les plus aérées sont cathodiques par rapport aux parties moins aérées, qui sont anodiques et subissent la corrosion.

Cette théorie électrique entraîne des conséquences pratiques, qui ont été vérifiées. Elle montre que, toutes choses égales d'ailleurs (le milieu extérieur restant le

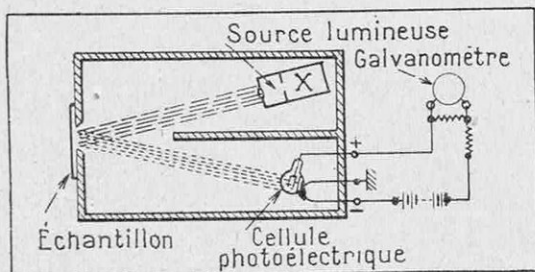


FIG. 6. — DISPOSITIF DE DÉTERMINATION DE L'ÉCLAT D'UN ÉCHANTILLON (FONCTION DE L'ÉTAT DE CORROSION DE SA SURFACE) AU MOYEN D'UNE CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE (MÉTHODE PORTEVIN)

même), la corrosion sera d'autant plus active que les constituants du métal produiront les courants locaux les plus intenses. Or, si on ne peut mesurer individuellement les différences de potentiel qui s'établissent, comme le veut la théorie de Nernst, entre deux conducteurs, on peut les classer par ordre de grandeur en les utilisant pour former, avec un métal de référence, des piles dont on mesurera la force électromotrice. Associations, par exemple, au constituant à étudier C une anode A formée par une lame de platine polarisée à refus par de l'hydrogène, le liquide intermédiaire étant, par exemple, une solution neutre et étendue de sel marin ; mesurons la force électromotrice de la pile

AC par une quelconque des méthodes usitées en électricité ; répétons la même opération avec d'autres constituants C' , C'' , etc. ; ceci fait, si deux couples, par exemple AC et AC' , ont la même force électromotrice, il en résulte que C et C' sont équivalents au point de vue électrique, c'est-à-dire qu'associés dans un même métal, ils ne produiront aucun courant local ni, par suite, aucune corrosion dans l'eau salée ; inversement,

l'association de deux constituants C et C' sera d'autant plus sujette à corrosion que la différence des forces électromotrices AC et AC' sera elle-même plus considérable.

On peut ainsi prévoir les conditions les plus favorables pour la réalisation de métaux, placés dans un milieu extérieur donné, lorsqu'on peut agir sur la nature des constituants. Si le métal, examiné par la méthode micrographique, se montre homogène (c'est-à-dire formant une phase unique), on peut prévoir qu'il sera pratiquement peu attaqué ; si on peut, par un traitement thermique approprié, provoquer la dissolution d'une phase, on réduira l'altérabilité : c'est ainsi que certains aciers deviennent moins oxydables lorsqu'on a amené, par la trempe, le silicium contenu à l'état de solution solide. De même, en opérant avec de l'aluminium et du magnésium presque purs, on est parvenu récemment à fabriquer des

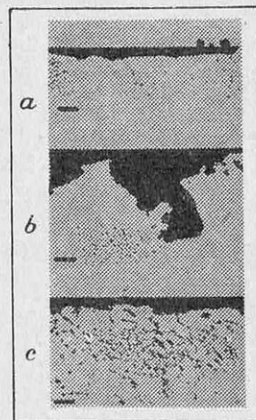


FIG. 7. — DIVERS TYPES DE CORROSION
a) corrosion superficielle ; b) par piqûres ; c) intercrystalline.

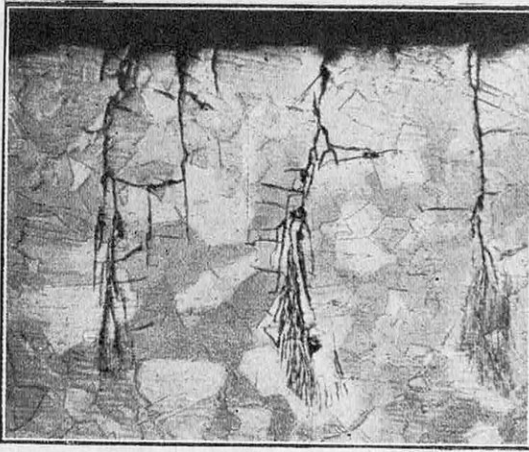


FIG. 8. — COUPE D'UN BARREAU D'ACIER A 12 % DE MANGANÈSE QUI A ÉTÉ SOUMIS A DES ESSAIS DE FLEXIONS ALTERNÉES DANS DE L'EAU DISTILLÉE (D'APRÈS LES EXPÉRIENCES DU PROFESSEUR ANGLAIS LEA)

On voit qu'il porte des traces très nettes de corrosion qui semblent prendre naissance dans les petites inégalités de la surface.

alliages légers capables de résister admirablement à la corrosion.

Mesure directe de la corrosion

Toutes ces considérations a priori peuvent servir de guides dans l'établissement de types métalliques appropriés ; elles ne dispensent, en aucun cas, de procéder à des essais directs. Ces essais répondent, pour un échantillon déterminé, à des conditions extérieures variées, que M. Herzog classe comme suit :

1^o *Corrosion atmosphérique* (atmosphères de campagne, marine, de villes ou d'agglomérations industrielles). — Facteurs principaux : teneurs en CO_2 , SO_2 , H_2S , NH_3 ; poussières et sels en suspension ; humidité ; température ; vitesse du vent ;

2^o *Corrosion dans l'eau* (eau douce, eau de mer, eaux industrielles, plus ou moins aérées). — Facteurs principaux : composition des eaux (teneurs en sulfates, chlorures, nitrates) ; teneur en oxygène, température ; organismes vivants.

Une étude de corrosion sera donc toujours complexe et longue ; le temps sera un facteur

essentiel et il faudra souvent attendre plusieurs mois avant d'obtenir des résultats mesurables. Ceci explique qu'il y ait intérêt à accélérer artificiellement l'action des agents extérieurs : ainsi, dans l'appareil Thyssen (fig. 5) l'éprouvette contenant l'échantillon est soumise d'une façon continue à l'action du liquide corrosif, mis en mouvement par une trompe à eau, mais bien entendu il ne faut demander à ces méthodes accélérées qu'une première indication, sujette à révision.

Donc, lorsqu'on a placé l'échantillon dans des conditions aussi proches que possible de celles dans lesquelles il devra être employé, il restera à observer et, si possible, à mesurer l'altération subie. De nombreuses méthodes ont été proposées dans ce but ; aucune ne convient à tous les cas, et il y aura lieu de choisir celle qui donne les meilleurs résultats. Je me contenterai de les énumérer rapidement, en les classant d'après leur principe.

Méthodes optiques. — Pour les métaux peu altérables, tels qu'aciers inoxydables, dépôts galvanoplastiques ou obtenus par pulvérisation (schoopage) de nickel ou de chrome, on pourra suivre l'effet des agents extérieurs en mesurant la variation du pouvoir réflecteur ; M. Portevin a établi, à cet effet, un dispositif fort précis, fondé sur l'emploi d'une cellule photoélectrique, et dont la figure 6 suffit à faire comprendre le principe.

On peut encore classer la micrographie parmi les méthodes optiques ; en ajoutant



FIG. 9. — COUPE D'UN BARREAU D'ACIER A 12 % DE MANGANÈSE SOUMIS A DES FLEXIONS ALTERNÉES DANS DE L'EAU DE MER SYNTHÉTIQUE

Le professeur Lea a mis ainsi en évidence une très forte corrosion qui a provoqué la rupture du barreau après 46 millions d'alternances. Là aussi ce sont les accidents de surface qui sont à l'origine de la corrosion profonde du métal.

au liquide corrodant divers indicateurs colorés (ferrocyanure de potassium et phénolphtaléine), on peut suivre au microscope les effets de corrosion ; H. Le Châtelier avait établi, pour ces observations, un microscope qui permet de suivre les effets de l'opération, et même de les photographier : la figure 7 montre, en coupe, les effets d'une corrosion superficielle (a), par piqûres (b) ou intercrystalline (c).

La *méthode pondérale* paraît, a priori, la plus expédiente, soit qu'on mesure l'augmentation de poids due à la corrosion, soit qu'au contraire, on évalue une diminution de poids après avoir éliminé les parties altérées par brossage ou autrement. En réalité, cette méthode n'est ni simple, ni précise, à moins qu'on ne dispose de balances mesurant le millièmième de milligramme ; elle est réservée à l'étude de la corrosion sur de larges surfaces, lorsque les produits de cette corrosion restent adhérents.

Beaucoup plus intéressante est la *mesure des résistances électriques* ; elle a été mise au point par J.-C. Hudson et s'applique aux métaux pris sous forme de fils ou de rubans de faible épaisseur ; elle permet de suivre les effets de la corrosion, qui se traduisent par des accroissements de résistance ; une comparaison avec les changements corrélatifs du poids permet de déterminer si l'attaque est régulière ou irrégulière.

Les *essais mécaniques* présentent l'avantage de fournir une documentation directe sur l'effet le plus important de la corrosion ; il arrive fréquemment, comme je l'ai dit au début de cet article, que celle-ci procède

par des altérations profondes et invisibles qui modifient profondément les qualités mécaniques du métal. On pourra, par exemple, procéder à des essais de traction ; si les piqûres sont profondes par rapport à la section de l'éprouvette, l'allongement diminue et, surtout, la charge de rupture s'allège. Mais la méthode la plus efficace paraît consister dans l'emploi des essais de fatigue : lorsqu'on soumet le métal à des déformations alternées et périodiques, les piqûres et les fissures qui existent dans sa masse servent d'amorces à une fissuration plus profonde, et la résistance à la fatigue s'en trouve considérablement amoindrie.

Tous ces essais donnent finalement aux constructeurs le moyen de choisir les matériaux appropriés à chaque cas ; et si les circonstances l'exigent, ils guident dans le choix des protecteurs les plus efficaces. Ceux-ci, constituant une véritable peau, peuvent être formés, soit par une modification superficielle du métal lui-même (céméntation, nitruration, etc.), soit par une couverture rapportée (émaux, peintures et vernis, revêtements métalliques obtenus par galvanoplastie ou pulvérisation). Là encore, des essais seront nécessaires pour déterminer l'efficacité de chaque protecteur ; on possède déjà, sur ces divers points, une documentation précieuse et efficace, à en juger d'après les progrès techniques réalisés dans ces dernières années. Et il nous plaît de constater que ces progrès ne relèvent plus du simple empirisme, mais sont, de mieux en mieux, guidés par des doctrines scientifiques.

L. HOULLEVIGUE.

Avant 1914, la Grande-Bretagne et la France distribuaient le « crédit » à l'univers entier. En 1937, l'Angleterre et les États-Unis regorgent d'or (métal) et le crédit international n'existe plus. Cependant, la dévaluation anglaise en 1931 (de 40 % sur la livre) n'a pas seulement abouti à maintenir les prix à l'intérieur du Royaume-Uni, mais aussi — contrairement aux prévisions des « augures » — à y faire affluer l'or du monde plus encore qu'auparavant ! Pour la première fois dans l'histoire monétaire, le « papier » a donc été préféré au « métal » ! En Amérique, où une dévaluation de 40 % également (en 1933) a été aussi suivie d'un afflux considérable de l'or étranger, par contre une hausse des prix s'est manifestée. Mais, là encore, le dollar-papier est plus recherché que l'or lui-même. Et pendant ce temps-là, l'U. R. S. S. vend abondamment à l'étranger son or si généreusement extrait sans souci du prix de revient et considéré comme inutile en autarcie, puisqu'en circuit fermé on peut maintenir « chez soi » artificiellement les prix des marchandises et des salaires (le Reich nous en fournit notamment l'exemple) sans se préoccuper de ceux pratiqués à l'extérieur...

LE CAOUTCHOUC ET LA CONSTRUCTION AÉRONAUTIQUE

Par Georges GÉNIN

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

Le caoutchouc, par suite de son extraordinaire élasticité, a toujours trouvé, en tant que matériau amortisseur des chocs et des vibrations, des applications innombrables. Il n'est donc pas étonnant que ce produit soit employé sur une grande échelle dans la construction des avions.

Mais c'est surtout dans la fabrication des pneumatiques d'aviation que le caoutchouc a trouvé un champ d'action important, son rôle devenant alors double : celui de permettre l'atterrissage de l'avion dans les conditions de sécurité et de confort les plus favorables et celui de permettre à l'avion de se déplacer sur le sol.

Voici les caractéristiques particulières des pneus d'aviation

Au point de vue fabrication des pneumatiques pour avions, il y a peu de chose à dire, car cette fabrication est calquée sur celle des pneumatiques pour automobiles que nous avons décrite dans un article précédent (1) et, tant au point de vue matières premières qu'au point de vue procédés et appareils utilisés, les progrès réalisés dans la confection des pneumatiques d'autos ont été appliqués à la fabrication des pneus d'aviation.

Par contre, en ce qui concerne la conception de ces pneus, il importe de faire ressortir, entre pneus d'avions et pneus d'autos, certaines différences qui, d'ailleurs, pour

certaines, ont été en s'accroissant ; cela tient aux conditions d'emploi tout à fait différentes de ces pneumatiques et il est certain, par exemple, que le pneumatique d'avion, n'ayant pas à supporter une durée de roulement aussi prolongée que le pneu d'auto, peut sans inconvénient avoir une bande de roulement beaucoup moins épaisse, ce qui, d'ailleurs, présente évidemment un avantage

important au point de vue du poids.

Une autre différence, que l'on a constatée il y a quelques années, mais qui tend aujourd'hui à disparaître, a trait à la gravure de la bande de roulement. Pendant très longtemps, les pneus employés pour l'aviation étaient lisses, mais la généralisation de l'emploi des trains d'atterrissage munis de freins a entraîné l'apparition de pneus d'aviation sculptés avec bande de roulement plus épaisse. Les deux catégories de pneus tendent donc, par leur aspect, à devenir comparables.

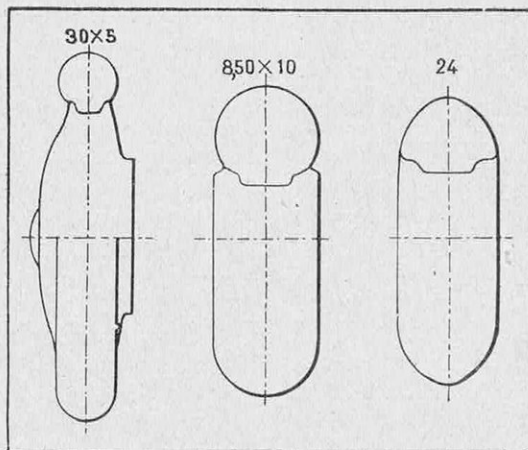


FIG. 1. — COUPE SCHÉMATIQUE DE DIFFÉRENTS TYPES DE PNEUS D'AVIONS

A gauche, pneu à haute pression ($3,5 \text{ kg/cm}^2$), diamètre 68 cm, pouvant supporter 720 kg. — Au centre, pneu à basse pression ($1,8 \text{ kg/cm}^2$), diamètre 0 m 52, pouvant supporter 875 kg. — A droite, pneu caréné (« Airveel »), diamètre 50 cm, pouvant supporter 720 kg.

Comme l'automobile, l'aviation connaît le pneu ballon et superbailon

Par contre, au point de vue section et dimensions, les différences sont beaucoup plus importantes et se sont même accentuées depuis quelques années, surtout aux Etats-Unis, où les constructeurs ont été conduits à appliquer à la construction des pneumatiques d'aviation le principe du pneu ballon et superbailon, qui leur a donné depuis longtemps d'excellents résultats en ce

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 233, page 365.

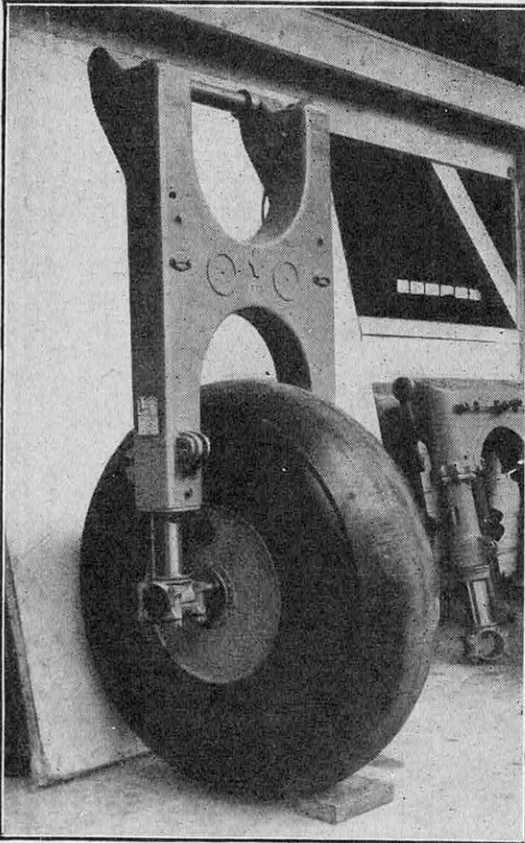


FIG. 2. — ATERRISSEUR « MESSIER » A FOURCHE ÉLASTIQUE ET A CAISSON MONO-BLOC EN ALLIAGE D'ALUMINIUM DE L'AVION « BLOCH-130 » (PNEU A FAIBLE PRESSION)

qui concerne le pneu d'automobile.

Pendant très longtemps, en effet, le pneu d'avion a été, comme celui d'automobile, à haute pression, et contenait une chambre à air gonflée à la pression d'environ 4 à 5 kg/cm². Ces pneumatiques donnaient des résultats assez satisfaisants, mais ils présentaient néanmoins deux inconvénients non négligeables. C'est ainsi que leur pouvoir amortisseur était assez limité et, si l'avion était obligé de faire un atterrissage forcé sur un terrain boueux ou sur une terre molle, ces pneus s'enfonçaient profondément dans le sol, d'où risque de capotage. D'autre part, si ces pneus pouvaient à la rigueur convenir aux avions d'il y a quelques années, ils ne répondaient plus aux besoins de l'aviation moderne dont la vitesse a considérablement augmenté, dont le carénage a été amélioré en vue de diminuer la résistance à l'air, etc. Il fallait donc diminuer le poids des pneumatiques, augmenter leur adhérence au sol, de façon à pouvoir munir le train

d'atterrissage de freins efficaces, et modifier, si possible, la forme du pneu pour le rendre « aérodynamique ».

On a donc songé à appliquer aux pneus d'aviation le principe du pneu ballon et on a de plus en plus employé des pneus de section beaucoup plus grande, gonflés à une pression sensiblement plus faible. On a amélioré considérablement, dans ces conditions, les déplacements des avions lourdement chargés sur les terrains d'atterrissage plus ou moins cahoteux et, en même temps, on permettait à l'avion d'atterrir avec moins de danger sur des terres molles, la surface portante du pneu gonflé à plus faible pression étant beaucoup plus grande.

On peut dire qu'un pneu gonflé à basse pression a une surface portante 2,5 fois plus grande qu'un pneu gonflé à haute pression (environ 5 kg/cm²).

Le pneu caréné ou « Airwheel »

Les Américains ont également réalisé un autre type de pneu à basse pression, dit « Airwheel », qui se monte directement sur le moyeu. L'enveloppe, à très grande section droite, contient une chambre à air gonflée à 1 kg/cm² de pression, ce qui offre un très sérieux avantage en cas de crevaison. Le capotage, dans ce cas, est, en effet, rendu

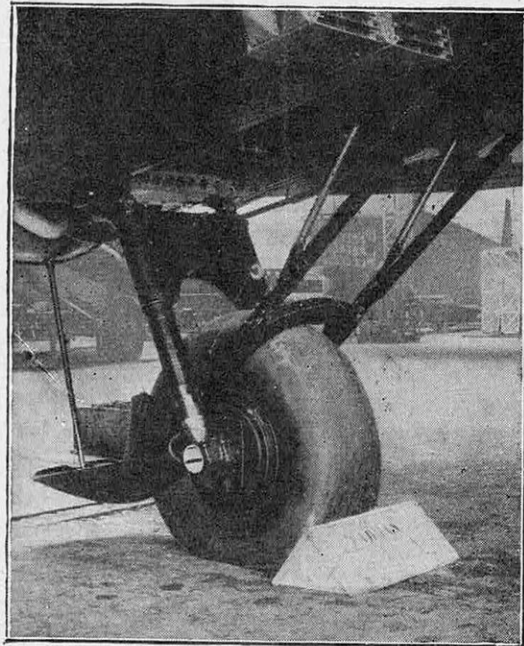


FIG. 3. — ATERRISSEUR MUNI DE PNEU A FAIBLE PRESSION, DE L'AVION « FARMAN-222 », TYPE « CENTAURE », PESANT 17 TONNES ET CAPABLE DE TRANSPORTER 40 PASSAGERS

très improbable, car le pneu se dégonfle lentement et présente une très grande surface de contact avec le sol. L'emploi de ces pneus pose d'ailleurs certains autres problèmes, car le diamètre des roues munies de ces pneus étant très réduit, il faut prévoir des dispositifs spéciaux pour relever le fuselage de l'avion et éviter que l'hélice ou l'extrémité des ailes ne viennent toucher le sol. De plus, il est très difficile, avec des roues de diamètre très faible, d'utiliser des tambours de frein suffisants pour répondre aux efforts de freinage qui sont nécessaires pour arrêter un avion gros porteur au moment de l'atterrissage.

Le caoutchouc amortisseur de chocs et de vibrations

En dehors de son application essentielle dans la fabrication du pneumatique, le caoutchouc joue également un rôle important dans la construction des avions modernes. C'est ainsi qu'on l'utilise fréquemment, par exemple, pour les canalisations d'huile et d'essence, les conduits destinés à l'aération de l'avion, les amortisseurs de

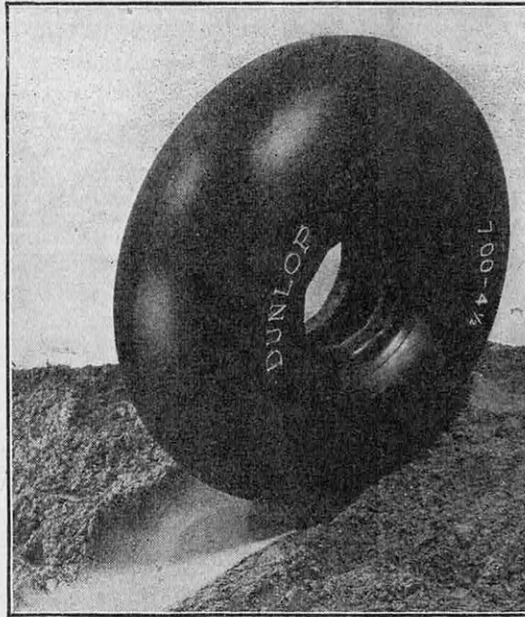


FIG. 4. — EXEMPLE DE PNEU DE ROUE DE QUEUE DU TYPE « SUPERBALLON » GONFLÉ A TRÈS BASSE PRESSION

vibrations disposés dans toutes les parties de la carcasse de l'avion et, en particulier, aux points de suspension du moteur, etc. Il est également appliqué dans la construction des trains d'atterrissage et des organes amortisseurs de chocs, soit des amortisseurs qui travaillent par extension comme les sandows, soit de ceux qui travaillent à la compression comme les amortisseurs à disques. *La Science et la Vie* (1) a signalé aussi son application récente au dégivrage des ailes d'avion pour empêcher que le poids de glace qui, dans certaines condi-

tions, se forme sur le bord d'attaque de l'aile n'alourdisse l'appareil d'une manière excessive et ne soit la cause d'accidents.

Enfin, nous en aurons terminé avec les applications du caoutchouc dans l'aviation en signalant l'emploi du caoutchouc spongieux dans la confection des fauteuils, matelas, banquettes des avions de transport et des revêtements en caoutchouc des réservoirs d'essence destinés à obturer les fuites dans les avions militaires.

G. GÉNIN.

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

Depuis 1900, près de 1 700 000 familles (approximativement) ont émigré des campagnes vers les agglomérations urbaines. Voilà une statistique qui incite à réfléchir ! Or, au siècle dernier, notre population rurale représentait plus de la moitié des Français vivant en France ; en 1937, cette proportion est déjà quelque peu inférieure. Que sera-ce demain si on ne parvient pas à retenir le paysan à sa terre ! Il est vrai que les divers gouvernements qui se sont succédé depuis le début du siècle n'ont pas fait grand effort pour atteindre un tel résultat : ni grands travaux agricoles, ni améliorations de l'hygiène et du confort pour les travailleurs des champs. Quant à l'électrification rurale, elle est bien en retard et trop onéreuse pour les consommateurs de nos communes, dont un grand nombre est encore dépourvu d'adduction d'eau et d'égouts. De plus, le cultivateur n'a même pas bénéficié d'une revalorisation suffisante des produits agricoles ; aussi, sa tâche — ardue et pénible — est-elle encore bien mal rémunérée. Une telle situation ne saurait durer et les incidents survenus au sujet des décisions de l'Office du Blé témoignent de l'inquiétude de la paysannerie française.

COMMENT ON ÉVALUE, GRACE AU CINÉMA, STABILITÉ ET MANIABILITÉ DES AVIONS

Par Charles BRACHET

Les grandes souffleries aérodynamiques (1) installées pour étudier le comportement (dans une veine gazeuse animée d'une vitesse élevée) des maquettes d'avions, ou même des avions en grandeur réelle, fournissent des indications précieuses sur la résistance de la cellule à la pénétration dans l'air et les efforts qui s'exerceront en vol sur ses différentes parties (plans fixes, empennages, commandes diverses). Cependant, ces essais en soufflerie ne sauraient prétendre à remplacer les essais réels en vol qui, seuls, permettent l'étude de la stabilité (dans les trois mouvements possibles : tangage longitudinal, roulis transversal, lacet horizontal) et de la maniabilité des appareils par la mesure méthodique des mêmes réactions que précédemment, non plus « au point fixe » mais dans les conditions mêmes du vol effectif. La méthode la plus élémentaire consiste à relever systématiquement (au cours des diverses évolutions du prototype soumis à l'expérience) l'amplitude des déplacements successifs et les efforts imprimés aux leviers de commande par le pilote qui les manœuvre. Ainsi se trouvent, d'une part, déterminées les vitesses minima auxquelles les différents appareils conservent leur stabilité, et, d'autre part, contrôlée, pour toutes les vitesses compatibles avec le vol normal, l'efficacité des gouvernes qui conditionne leur maniabilité. En dehors de ce vol dit « permanent », pour toutes les manœuvres de virtuosité, d'acrobatie (vrilles, tonneaux, etc.), ou simplement les évolutions rapides, l'enregistrement continu de ces variables s'impose. Il est en outre indispensable de leur en adjoindre de nouvelles telles que l'altitude, le nombre de tours du moteur, les angles d'incidence longitudinale et transversale (dérapage), les trois vitesses angulaires de rotation (dans les trois directions de l'espace), les accélérations de la pesanteur apparente, etc. C'est dans ce but que le professeur Haus, de l'Université de Gand, a mis récemment au point un dispositif cinématographique très ingénieux qui permet précisément l'enregistrement automatique et simultané de ces multiples coefficients si importants pour la navigation aérienne. L'analyse minutieuse de leurs variations conduit à des conclusions pratiques (dont on ne saurait cependant exagérer la portée) en vue de l'amélioration de la sécurité aérienne dans toutes les circonstances de vol.

« Lorsqu'un navire se trouve dans la tempête, son pilote n'a pas, sauf cas exceptionnels, à se préoccuper d'assurer sa stabilité. 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. »

Avant rappelé ce principe de construction navale, M. Verdurand nous a expliqué ici même (2) combien plus complexe est apparu le même problème de l'autostabilité lorsqu'il s'est agi de l'appliquer aux navires de l'air. La stabilité d'un avion, a-t-il rappelé, pose trois problèmes qui correspondent aux trois effets possibles de la houle aérienne : le « tangage » longitudinal ; le « roulis » transversal, et le « lacet » horizontal. A chacune de ces trois oscillations correspond une stabilité dont les conditions doivent être déterminées et conservées.

Traitant de la sécurité aérienne en général, l'éminent spécialiste nous a expliqué comment l'avion conquiert chaque jour davantage cette autostabilité qui le fait réagir automatiquement, à l'instar du navire, aux trois mouvements de bascule qui le menacent durant son vol. En sorte que l'avion moderne répond de plus en plus au vœu des constructeurs et des usagers ; il est établi pour « voler » plus que pour « piloter ». L'ère du pilotage est close ; celle de la navigation bat son plein.

N'allons pas croire, toutefois, que la stabilité aéronautique dépend d'un problème standard qu'on résout une fois pour toutes par le calcul des formes. Pour l'avion, comme pour le navire, il existe une stabilité *statique* et une stabilité *dynamique*. Si le navire est un « hydrostat », l'avion est le contraire d'un aérostat ; il ne se soutient que par son mouvement et la poussée résultante de l'air en un point précis de ses formes : le *centre de poussée*. Dès que changent les conditions

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

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 375.

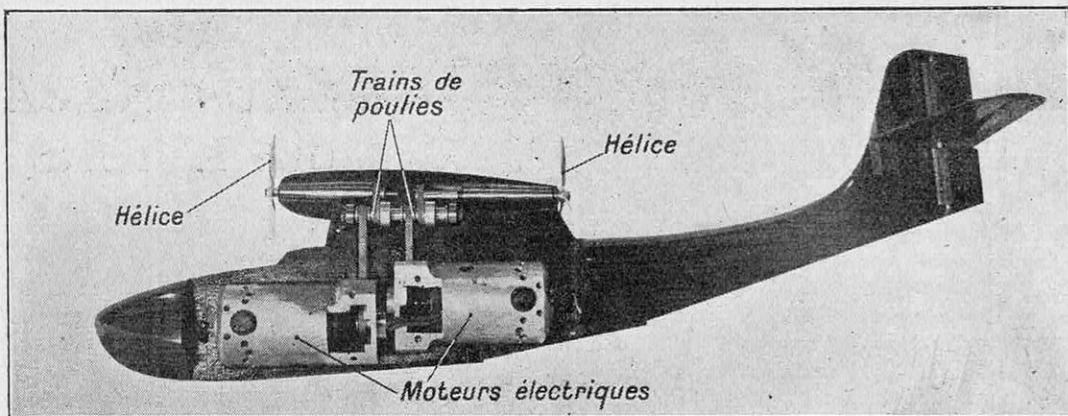


FIG. 1. — ORGANES D'UNE MAQUETTE D'AVION « MOTORISÉE » POUR ESSAIS EN SOUFFLERIE

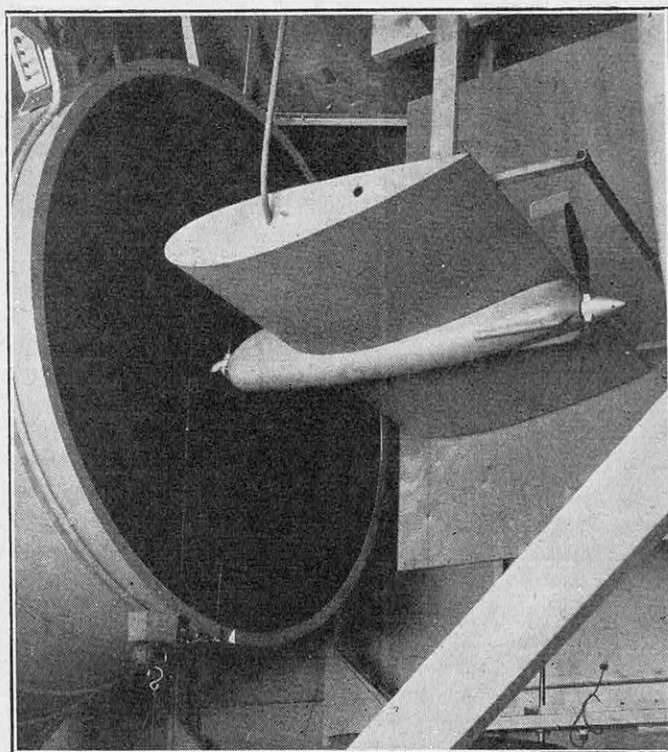
dumouvement, celles de la stabilité se modifient *ipso facto*. En sorte que chaque « prototype » d'avion doit être éprouvé du point de vue de la stabilité, en fonction des caractéristiques propres au nouvel appareil et dans les conditions de vol qui seront les siennes.

Un tel essai ne peut être fait pratiquement qu'en vol réel, non en soufflerie (1).

Les tunnels aérodynamiques sont impuissants à reproduire toutes les conditions du vol

Les grandes souffleries sont utilisées couramment pour étudier les maquettes d'avions ou même l'avion de gran-

(1) Les essais en soufflerie peuvent donner des résultats différents de ceux obtenus en vol, les lois de la similitude aérodynamique étant encore mal



(Laboratoire des usines Lioré et Ollivier.)

FIG. 2. — MAQUETTE « MOTORISÉE » DESTINÉE AUX ESSAIS DANS DES CONDITIONS IDENTIQUES AU VOL RÉEL

Une hélice tournant à 20 000 tours, sous l'action d'un moteur électrique, rétablit les « lois de similitude » que les essais en soufflerie étudient sans cesse. Mais il ne s'agit ici que du « vent d'hélice », un coefficient entre vingt ! Rien ne démontre mieux l'insuffisance de la soufflerie pour les essais des appareils.

deur réelle, s'il s'agit d'un appareil de petite taille. C'est ainsi qu'un avion de chasse peut être soumis assez aisément à des mesures méthodiques à la soufflerie de Chalais-Meudon, dans le tunnel dont la section elliptique est de 16 m sur 8 m. Mais outre qu'il est impossible d'expérimenter en soufflerie de très grands avions, les plus petites maquettes sont elles-mêmes incapables d'y réaliser les conditions les plus élémentaires du vol.

Sans doute la réciprocité qui relie les résistances qu'éprouve un obsta-

cle fixé, suivant une incidence donnée, dans un courant d'air et les résistances éprouvées

connues. C'est pourquoi on a établi des souffleries géantes pour les essais d'avions en vraie grandeur. (Voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 263).

par le même obstacle en mouvement propre dans l'air calme, cette réciprocité, posée en *postulat* pour la première fois par les mathématiciens Poncelet et Saint-Venant, ne souffre aucune contradiction théorique. Pratiquement, la contradiction apparaît : comparant la résistance à l'avancement d'un objet traîné en eau calme et celle qu'oppose le même objet à un courant de même vitesse, le physicien français Dubuat a trouvé que la résistance s'élevait à 1,86 dans le premier cas et tombait à 1,43 dans le second. L'énorme différence de ces chiffres est due (Henri Poincaré, consulté par Eiffel, l'a démontré) à l'influence des parois du canal qui ajoutent un mouvement tourbillonnaire parasite au phénomène de simple translation, et aussi à l'influence des aubes directrices situées à l'entrée des tunnels. Le paradoxe de Dubuat se retrouve, intégralement, dans l'aérodynamique canalisée des souffleries et pour les mêmes raisons.

Il faut donc que le tunnel aérodynamique soit très vaste comparativement à l'objet étudié pour que le principe de relativité y joue de manière absolue : c'est ainsi qu'une plaque de tôle de 1 m^2 expérimentée à Chalais-Meudon ou même à Issy-les-Moulineaux résiste à l'air suivant la même loi que révèle sa chute libre (guidée par câble) à partir, par exemple, du premier étage de la Tour Eiffel. C'est là le cas classique étudié par Eiffel en personne. L'application expérimentale du principe de relativité aérodynamique exige donc que la maquette étudiée soit, dans tous les cas, très petite.

Tous les exercices dits d'acrobatie sont évidemment effectués par dérogation à la stabilité du vol normal. Le secret de ces virtuosités manœuvrières réside dans le

dépassement volontaire des conditions limites de la stabilité normale. Et tout le problème consiste justement, pour le pilote, à rétablir ces conditions après les avoir perdues. Aucun essai de maquette en soufflerie ne suffit pour éclairer le constructeur sur les possibilités de son appareil considéré de ce biais — conditions qui définissent sa « maniabilité ». L'étude la vrille se fait, en

Allemagne et aux Etats-Unis, dans des tunnels verticaux, en donnant aux gouvernes de la maquette des braquages convenables.

Notons enfin que le vent relatif d'une soufflerie appliqué à une maquette inerte, ne rencontre pas, sur cette maquette, le tourbillon qui enveloppe le fuselage de l'avion réel, je veux dire le *sillage de l'hélice*. On conçoit aisément que le courant d'air mis en branle par l'hélice exerce une pression dissymétrique sur le fuselage et modifie en conséquence la sustentation de l'avion et son équilibre. Afin de rétablir cette condition expérimentale, certains constructeurs envoient leurs maquettes aux essais du tunnel munies d'une hélice à l'échelle, mue électriquement. Mais les lois de similitude

qui dominent la mécanique des fluides exigent que l'hélice réduite tourne jusqu'à 20 000 t/mn (avec un « pas » naturellement conforme à cette vitesse) pour que l'effet relatif du vent d'hélice sur la maquette soit comparable à celui du même vent sur l'avion.

Par quelque bout qu'on prenne les essais en soufflerie, ils se présenteront donc toujours comme des essais « au point fixe ». Le point fixe est matérialisé par la « balance aérodynamique » ancrée au sol et qui mesure la réaction au vent artificiel de l'avion qui lui est attaché.

L'étude de la stabilité et de la maniabilité

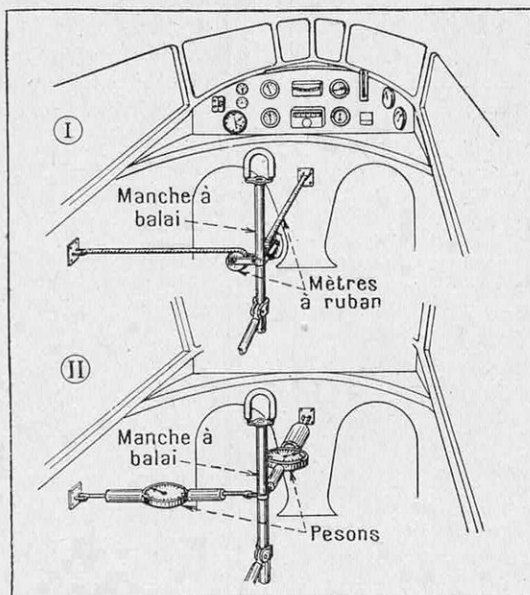


FIG. 3. — SCHÉMAS DES DISPOSITIFS DE MESURE DES DEUX FACTEURS D'ACTION DU « MANCHE A BALAI » DANS LE PILOTAGE I. Le manche se manœuvre en extension : on le tire à droite, à gauche, en avant, en arrière, d'une certaine « amplitude » que mesurent simplement deux mètres à ruban d'acier, perpendiculaires entre eux. — II. La manœuvre en extension se double nécessairement d'une manœuvre en force. L'amplitude de la déviation imposée au manche exige un « effort » qui dépend précisément de la réaction des gouvernes en vol. Deux pesons, placés à angle droit comme l'indique notre second schéma, mesurent ces efforts de manœuvre.

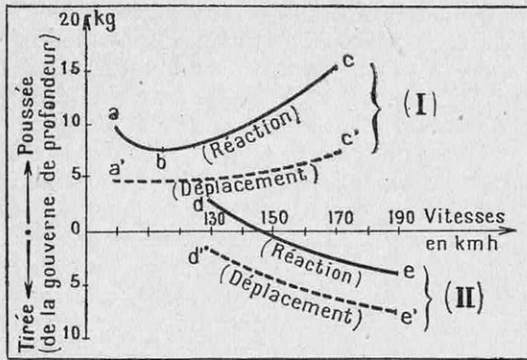


FIG. 4. — GRAPHIQUES MONTRANT LES RÉSULTATS DES ESSAIS « EN VOL » DE DEUX AVIONS TRÈS DIFFÉRENTS EN CE QUI CONCERNE LEUR STABILITÉ LONGITUDINALE

En I, la courbe représente les valeurs que prend l'effort de « réaction » mesuré sur le manche d'un avion, qui est instable au-dessous de la vitesse 100 km/h, mais reprend de la stabilité au-dessus de 130 km/h. Les déplacements du manche relatifs aux efforts correspondants figurent (en pointillé) suivant une échelle propre. — En II, mêmes courbes relatives à un autre avion très mauvais au point de vue stabilité qui tend à piquer aux vitesses supérieures à 150 km/h.

de l'avion réel exige la mesure des mêmes réactions au vent qu'il rencontre dans son vol effectif. C'est toute la raison d'être de la méthode des essais en vol (1).

La substitution de la « mesure exacte » à l'« impression qualitative » du pilote en matière d'essais

Voici donc l'avion que l'on désire éprouver par des mesures précises, au cours de son évolution réelle.

Jusqu'ici, l'appréciation personnelle d'un expert pilote tenait lieu de ces mesures. Le pilote fondait cette appréciation sur les réactions de l'avion aux diverses commandes et sur sa docilité de manœuvre. Les instruments de mesure qu'il convient, en conséquence, de mettre en action pour déterminer exactement la stabilité et la maniabilité de l'avion devront enregistrer pour ainsi dire les mêmes « sensations » que le pilote — c'est-à-dire mesurer le *travail du pilotage* — tel que les fournit la réaction méca-

(1) Observons, d'ailleurs, que nulle soufflerie ne saurait reconstituer les « accidents » du vent naturel. Cette considération nous conduirait à définir ce que les spécialistes ont dénommé « l'atmosphère standard ». Les essais en vol eux-mêmes n'échappent pas aux contingences qui troublent perpétuellement l'atmosphère réelle. Nous reviendrons un autre jour sur l'étude de ces contingences atmosphériques et sur le profit que l'aviation tire de leur connaissance.

nique des gouvernes dans les circonstances les plus variées.

La mesure d'un *travail* exige (comme toute mesure d'une énergie physique) la connaissance de deux facteurs : l'un, d'*extension*, qui sera donné ici par l'amplitude du geste appliqué aux leviers de commande ; l'autre, d'*intensité*, qui n'est autre que l'effort nécessité par ce geste. Ces deux facteurs se ramènent toujours, le premier à une *longueur* ; le second, à une *force*.

Un mètre « ruban » d'acier (du type bien connu à enroulement automatique) est accroché d'une part au « manche à balai » que manœuvre le pilote et, d'autre part, à un point fixe du fuselage : cela suffit pour mesurer les « amplitudes » de commande. Un premier mètre disposé dans le sens longitudinal mesurera les amplitudes imprimées aux gouvernes de profondeur, tandis qu'un second, disposé latéralement, enregistrera les amplitudes données aux ailerons de gauchissement, pendant les virages.

Quant aux « forces » déployées au cours des deux manœuvres précédentes (qui résument tout le pilotage de stabilisation) deux « pesons à ressort » vont y pourvoir. Ils seront fixés, exactement de la même façon que les mètres, à *angle droit*, afin d'enregistrer les efforts correspondant à chacune des deux manœuvres essentielles.

On le voit, les mesures qu'exige la méthode d'essai en vol sont les plus élémentaires de toutes celles qui peuvent incomber au mécanicien. Deux mètres, deux pesons, c'est tout le nécessaire. Il est inutile d'ajouter que les dispositifs de réalisation peuvent et *doivent* comporter des perfectionnements qui sont en principe illimités, comme de juste.

Grâce à l'initiative de l'ingénieur Vellay,

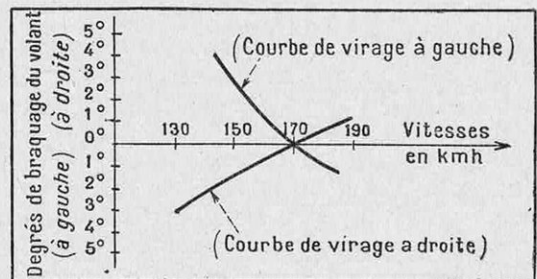


FIG. 5. — GRAPHIQUE DES RÉACTIONS D'UN AVION CONSÉCUTIVES A LA MANŒUVRE DU « VOLANT DE GAUCHISSEMENT » (VIRAGES)

On voit que c'est seulement à partir de 170 km/h que la réaction de l'avion est opposée à l'action du volant (virage à droite ou à gauche), c'est-à-dire qu'elle tend à le faire virer dans le sens contraire à celui imposé. L'avion devient stable.

que développe présentement l'ingénieur Ziegler, le centre de Villacoublay fut l'un des premiers à comprendre l'importance de ces essais.

Doté de moyens financiers plus étendus, M. Haus, de l'Université de Gand, travaillant au service de l'armée belge, a poussé très loin l'enregistrement des mesures fondamentales et celui, *concomitant*, des circonstances de vol les plus variées. Il a mis en jeu le cinématographe pour enregistrer *automatiquement* et *simultanément* toutes les variables définissant le vol de l'avion à l'instant de la mesure. Nous donnerons une idée de ce travail un peu plus loin. Ne quittons pas Villacoublay sans prendre connaissance des résultats pratiques obtenus par notre centre d'essais qui, du reste, n'est pas strictement réservé à l'expérimentation des avions militaires.

Toutela valeur d'un avion est fournie par son régime de « vol permanent »

Le pilote d'essai de Villacoublay est donc tenu de lire *directement* (sur le mètre à ruban ou sur le cadran du peson) les mesures caractéristiques dont nous connaissons maintenant le sens. Du seul fait qu'il doit noter *successivement* toutes ces mesures (cependant inséparables pour l'étude de la stabilité dans des circonstances données), il faut que le vol conserve un régime constant durant tout le temps de la lecture. Inutile de dire qu'au cours d'une acrobatie, le pilote a bien d'autres choses à faire que lire des mesures : ces lectures, s'il les faisait, seraient d'ailleurs aussi discordantes que des photos successives posées sur le même cliché. Seul, le cinéma peut « tout » enregistrer d'un seul trait.

On conclut de là que les études sur la stabilité des avions effectuées à Villacoublay portent avant tout sur les *régimes de vol permanents*. Or, ce sont les plus importants. Jadis, — en matière d'aviation, jadis c'est « il y a dix ans » — on pensait que l'avion destiné aux acrobaties et à la voltige qu'exige,

par exemple, la « chasse » militaire, ne pouvait être stable. Pour virevolter à la moindre impulsion du « manche », l'avion semblait devoir être aussi « instable » qu'un danseur de corde. C'est une conception souverainement fautive : le mot populaire « d'acrobatie » appliqué à la voltige aérienne est des plus erronés et l'on a réussi à concilier la stabilité et la maniabilité à partir du jour où l'on a mieux connu leurs lois qui sont très complexes.

Seulement, en matière d'aviation, la stabilité dépend de nombre de caractéristiques

dont le choix est *imposé* au constructeur par la destination de l'appareil. Ce n'est pas parce qu'un avion de chasse se retourne comme il doit, sur un coup de gouverne dont l'amplitude est de l'ordre du millimètre, que cet avion n'est pas stable. Il a sa stabilité propre, qui n'est pas plus celle de l'avion de bombardement que la « stabilité » du cheval de course n'est celle du percheron.

Les variables qui définissent le vol d'un avion

Il faut donc s'habituer à avoir présentes à l'esprit toutes

les conditions — les « variables » comme disent les mathématiciens — dont la constance définit le régime étudié et dont la variation *permet* justement de connaître les *limites* constituant le régime normal *hors desquelles la stabilité disparaît*.

M. Haus dresse comme suit la liste des paramètres dont il s'agit d'enregistrer la mesure à tous les instants du vol :

- 1° l'altitude (h) à laquelle se fait l'essai ;
- 2° le nombre de tours (n) du moteur ;
- 3° la vitesse V de l'avion sur sa trajectoire ;
- 4° l'angle d'incidence (i) de l'aile sur sa trajectoire longitudinale et l'angle d'incidence (j) de la même aile sur sa trajectoire latérale éventuelle, en cas de dérapage ;
- 5° la pente (p) de la trajectoire sur l'horizon ;
- 6° la vitesse angulaire de rotation (n) de

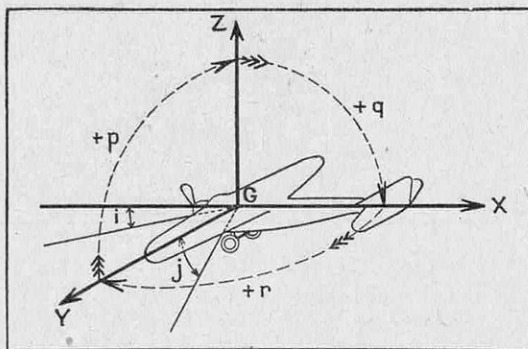


FIG. 6. — SCHÉMA THÉORIQUE MONTRANT (D'APRÈS M. HAUS) TOUTES LES « VARIABLES » AFFECTANT LA STABILITÉ D'UN AVION EN VOL. CE SONT CES FACTEURS QU'IL FAUT MESURER POUR DES ESSAIS ABSOLUMENT RIGoureux G, centre de gravité de l'appareil pris pour origine des axes X, Y, Z, sur lesquels se projettent les forces résultant des manœuvres ; p, q, r, sont les composantes des mouvements angulaires de rotation de l'appareil autour de son centre, au cours de ses évolutions aériennes ; i, angle de l'incidence longitudinale ; j, angle de l'incidence latérale.

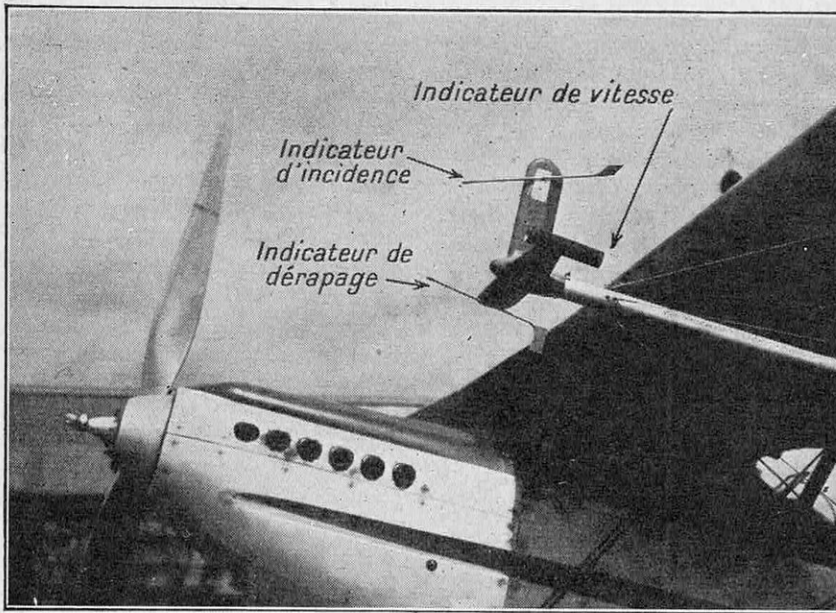


FIG. 7. — AU COURS DES ESSAIS EN VOL, LES INDICATIONS DES GIROUETTES FAISANT CONNAÎTRE L'INCIDENCE LONGITUDINALE ET LE DÉRAPAGE LATÉRAL SONT ENREGISTRÉES PAR LE CINÉMA (VOIR FIG. 8 ET 9)

l'appareil au cours de ses virages (1) ;

7° la pesanteur *apparente* de l'avion (cette pesanteur dépend des accélérations imprimées par les accidents aériens) ;

8° la position des trois commandes principales : profondeur, gauchissement, direction ;

9° les efforts exercés par le pilote pour produire le braquage de ces commandes ;

10° les angles définissant l'inclinaison de l'avion par rapport à l'horizontale.

Ce sont ces dix « paramètres » que le cinéma de M. Haus tient en surveillance permanente, sous un même regard de son objectif.

Il est évident qu'en vol normal, la moitié de ces paramètres perd de son intérêt. Les variations de la pesanteur apparente par exemple ou, encore, les vitesses angulaires de chavirement de l'aéroplane, qui sont de première importance pour l'étude du tonneau ou de la vrille, n'intéressent pas le vol normal. Il s'agit précisément, en vol normal, de ne pas entrer en contact avec de telles variations qui se traduisent par la glissade sur l'aile, l'entrée en vrille et autres désagrèments.

La complexité des paramètres qui intéressent la stabilité

Les seules variables relevées, pour l'instant, à Villacoublay, étant celles que nous

(1) Cette vitesse comporte naturellement trois projections relativement à l'avion, puisque celui-ci se meut dans 3 dimensions.

avons dites, elles suffisent à déterminer deux sortes de « stabilité », *longitudinale* et *transversale*.

Si nous reprenons la comparaison grossière du navire, les limites de sa stabilité transversale sont données, par exemple, lorsque, en marche, il est attaqué par une forte houle qui le fait pencher suffisamment pour qu'il ne puisse se relever de lui-même. Les marins disent qu'à ce moment le navire est « engagé ». Il est en perte.

Les conditions dans lesquelles un avion peut atteindre la limite analogue, à laquelle il « s'engage », plus vulgairement « glisse sur l'aile » ou « tombe » en perte de vitesse », ces conditions sont plus subtiles à déceler que dans le navire. De plus, le centre de gravité du navire conserve une position invariable à moins d'une rupture d'arrimage de la cargaison : le va et vient des passagers n'influence pas ce centre de gravité. Pour l'aéronef, il en est autrement ; à mesure que le vol se prolonge, le carburant s'épuise ; s'il s'agit d'un bombardier, les bombes sont lâchées ; la répartition des charges s'en trouve modifiée. Modification prévisible et prévue. Mais le va et vient des hommes d'équipage dans le fuselage n'est pas sans influencer, lui aussi, la position du centre de gravité. Or la position du centre de gravité relativement au centre de poussée (point d'application de l'effort de sustentation), cette position relative constitue pour l'avion (comme, d'ailleurs pour le navire) le facteur capital de stabilité.

Les deux forces appliquées à l'un et à l'autre de ces centres forment un couple de « balance », comme nous l'expliquait M. Verdurand, instable ou stable selon les qualités de l'avion (1).

Les avions modernes se redressent d'eux-mêmes après un « coup de tabac » ; les gouvernes n'interviennent qu'en cas de rafale

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 375.

violente et prolongée. En dehors de ces cas exceptionnels, le but principal des gouvernes est d'assurer la maniabilité de l'avion. Il y a lieu ici de tenir compte de la maniabilité à la vitesse minimum (atterrissage, décollage). Il faut donc déterminer l'efficacité des gouvernes à toutes les vitesses de vol.

Les deux graphiques ci-joints indiquent les résultats obtenus à l'essai de prototypes dont nous ne nous permettrons pas de donner la marque de fabrique (fig. 4 et 5).

L'un de ces graphiques a trait à la stabilité longitudinale d'un premier appareil : on voit qu'au-dessous de la vitesse 100 km/h l'appareil est instable mais que sa stabilité s'améliore à partir de 130, puisque la courbe a une pente ascendante, puisqu'il tend à se cabrer. Le second prototype a réagi de toute autre façon : aux vitesses supérieures à 150 km/h, la gouverne de profondeur tire sur

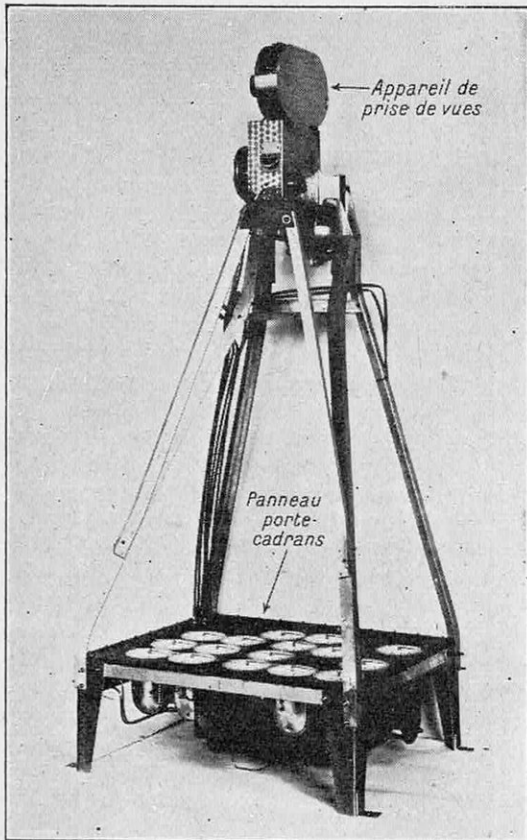


FIG. 8. — DISPOSITIF DESTINÉ A CINEMATOGRAPHER LES INDICATIONS SIMULTANÉES DE TOUS LES APPAREILS ENREGISTREURS INSTALLÉS PAR M. HAUS A BORD DE L'AVION SOUMIS AUX ESSAIS EN VOL

La commande à distance des cadrans permet de les grouper dans le champ de l'objectif.

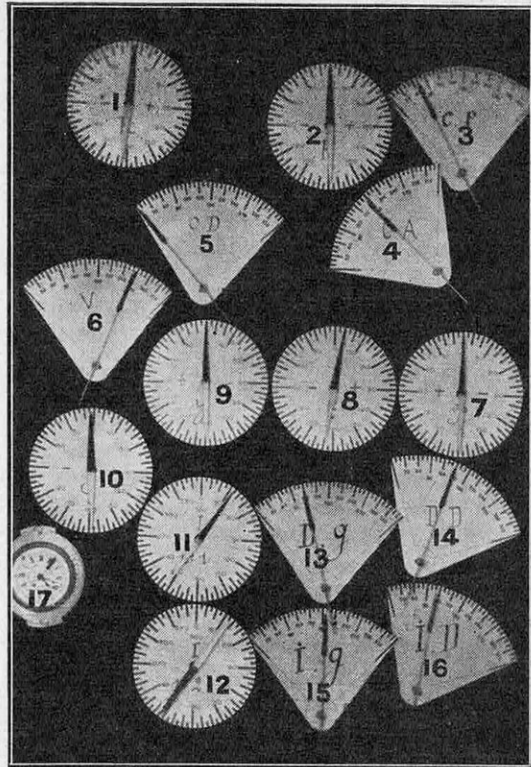


FIG. 9. — VOICI LES CADRANS CINÉMATOGRAPHIÉS AVEC L'APPAREIL DE M. HAUS, ET LES DIVERSES INDICATIONS QU'IS FOURNISSENT
 1, 2, indicateur de vitesse; 3, réaction de la commande de profondeur; 4, réaction des commandes de direction; 5, réaction de la commande de gauchissement; 6, voltmètre; 7, 8, 9, cadrans des accéléromètres qui mesurent les trois projections de la « pesanteur apparente » sur les trois axes (du schéma fig. 6) à l'instant de la manœuvre « cinématographiée »; 10, 11, 12, indicateurs des trois vitesses angulaires p, q, r, (du schéma fig. 6); 13, 14, cadrans relatifs aux girouettes de dérapage; 15, 16, cadrans relatifs aux girouettes d'incidence; 17, chronomètre.

le manche, l'avion tend donc à piquer, c'est-à-dire à « s'engager » de l'avant, comme dirait un marin. C'est très mauvais.

Le second de ces graphiques indique le degré de braquage du volant de gauchissement dans les deux virages (à droite et à gauche). On voit que c'est à partir de la vitesse de 170 km/h seulement que la stabilité de l'avion apparaît.

A cette vitesse, le sens de braquage à droite correspond au virage à droite ainsi qu'il est normal — et réciproquement, le braquage à gauche provoque le virage à gauche. Aux vitesses inférieures, l'avion ne répond pas à la commande d'une manière correcte.

L'analyse intégrale du vol acrobatique

Les courbes obtenues à Villacoublay sont très suffisantes pour caractériser chaque appareil et juger s'il remplit les conditions de son futur service. Les *vitesse minima* auxquelles les différents appareils doivent conserver leur stabilité peuvent, de la sorte, être précisées et exigées à la réception. Il n'y aura pas de surprises — qu'il s'agisse de la stabilité des avions civils ou de celle des avions militaires, doublement nécessaire pour assurer la « visée » de tir et pour la navigation par tous les temps, notamment pour le « pilotage sans visibilité » de nuit ou dans les nuages.

Toutefois, les mesures simples que nous venons d'esquisser supposent, nous l'avons dit, que beaucoup de facteurs du vol demeurent constants. Ainsi, l'on admet, dans les mesures, que le « couple » motopropulseur est constant. Or, nous savons que ce couple varie et faiblit avec la montée (1). Le *compteur* a donc son mot à dire dans l'établissement des graphiques qui doivent être établis à altitude constante, autant que possible.

La même observation s'applique aux *accélération*s de la pesanteur apparente, dans le cas des trajectoires acrobatiques parmi lesquelles la vrille occupe une place privilégiée : la chute en vrille résume, pour ainsi dire, toutes les conditions d'instabilité : dans ce cas, il faut munir l'avion d'*accéléromètres*, d'*indicateurs de vitesse angulaire*, de *variomètres* enregistrant la variation d'altitude avec une extrême sensibilité. A cet équipement, il faut ajouter deux girouettes destinées à mesurer les *variations d'incidence* (longitudinale et transversale); deux autres girouettes pour noter le *dérapiage*.

Finalement, on aboutit à la nécessité déjà indiquée d'enregistrer *simultanément* plus d'une douzaine de mesures instantanées. M. Haus y est parvenu, en Belgique, par l'invention (en collaboration avec M. Bouny) d'un équipement spécial (à répétiteurs de mesure) dans lequel tous les cadrans indica-

(1) Signalons que cette situation est sur le point de disparaître grâce aux moteurs à puissance constante jusqu'à 3 000 et 4 000 m et avec les hélices qui maintiennent un couple constant pendant la montée. Ces engins, déjà appliqués en Amérique, le seront très prochainement en France.

teurs sont rassemblés sur un même tableau, lui-même englobé dans le champ d'une camera cinématographique automatique.

Le pilote de l'appareil ainsi équipé n'a plus à se préoccuper que de ses manœuvres de virtuosité. Il pourra décrire les trajectoires les plus inattendues, toutes les circonstances de son vol se retrouveront mesurées, sur le film, au rythme cinématographique. L'analyse minutieuse de données aussi complètes conduit à des conclusions pratiques dont on ne saurait exagérer la portée. L'abandon du régime normal et le retour à ce régime révèlent leur mécanisme le plus secret. Le retour, notamment, s'effectue par des oscillations curieuses (phugoïdes). Cette analyse est malheureusement très compliquée et le dépouillement des graphiques de quelques minutes de vol demande parfois plusieurs journées de travail. Elle ne peut donc être appliquée que dans des cas très particuliers et limités.

Un point important de ces études rationnelles de stabilité est de perfectionner les divers procédés de stabilisation automatique, gyroscopiques, ou autres.

C'est actuellement au C. E. de Villacoublay que sont réalisés les essais de stabilité les plus complets, car actuellement ces essais sont embryonnaires en Russie, peu développés et assez empiriques en Angleterre, et même en Amérique, ils ne sont pas poussés au même point qu'en France.

Nos techniciens de Villacoublay réalisent leurs études précises avec des moyens limités. Il faut leur octroyer des crédits.

D'autant que c'est en France, avec Toussaint et Vellay, qu'est née l'idée féconde de l'essai en vol. Rappelons également que le docteur Magnan (1) et ses collaborateurs Huguenard, Phaniol, Sainte-Lagué avaient proposé, voilà bientôt quinze ans, l'établissement « d'avions-laboratoires » qui prévoyaient la mise en œuvre de presque tous les appareils (accéléromètres, girouettes et autres) dont la nécessité s'impose maintenant pour l'analyse intégrale du vol, suivant toutes les trajectoires — normales ou non.

CHARLES BRACHET.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 147, page 215.

La politique des hauts salaires a conduit l'Amérique à l'inflation de crédit, et on sait où l'inflation de crédit a conduit l'Amérique. Les produits s'échangent contre des produits par l'*intermédiaire* de la monnaie. Il n'y a pas de « pouvoir d'achat », mais des « pouvoirs d'échange ». La prospérité étant revenue aux Etats-Unis, le revenu national s'est alors accru de 38 % au cours des trois dernières années, mais le prix de la vie n'a augmenté que de 18 % !

VERS QUEL DESTIN S'ACHEMINE LE NIPPON INDUSTRIEL ?

Par le docteur LEGENDRE

L'évolution industrielle du Japon constitue peut-être l'un des faits économiques les plus saillants du début du XX^e siècle. Une nation, jadis exclusivement adonnée à l'agriculture et à quelques travaux d'art, s'est en effet rapidement transformée — au cours d'une seule génération — en l'un des plus puissants centres de production industrielle du monde. Doté d'un outillage moderne au rendement maximum, d'une organisation rationnelle du travail poussée à son extrême limite, tels sont les principaux facteurs qui ont conditionné cette évolution économique. De par sa capacité de travail, sa frugalité, sa discipline, la classe ouvrière (dont le « standard of life » n'est pas d'ailleurs inférieur, malgré la modicité des salaires, à celui des ouvriers européens) a largement contribué à l'essor de l'industrie nipponne. Non seulement le Japon tend à éliminer ainsi progressivement les autres pays producteurs sur les marchés de l'Extrême-Orient, mais encore il parvient à concurrencer — souvent avec succès — les nations européennes et américaines sur leurs propres territoires, et cela en dépit des tarifs douaniers et des contingents. Ainsi, par exemple, pour les produits textiles japonais : soieries, laines, cotonnades, la Fédération britannique des Industries mécaniques reconnaissait tout récemment que la lutte de prix devenait impossible. Même en ce qui concerne les industries mécaniques, — alors qu'il importait encore il y a quelque cinq ou dix ans une quantité imposante de machines fabriquées à l'étranger, — le Nippon est devenu naturellement à son tour exportateur ! Il l'était déjà du reste pour l'appareillage électrique (petit et gros matériel), pour les explosifs, les matières colorantes, les produits pharmaceutiques. Il le sera sans doute demain pour l'automobile et peut-être un jour pour la construction aéronautique. Le docteur Legendre — qui a fait de fréquents et prolongés séjours au pays du Soleil Levant et dont l'autorité en la matière est si appréciée — nous expose ici comment, selon lui, le plus grave problème qui se pose pour les Japonais, en ce qui concerne l'avenir des industries transformatrices, est celui des matières premières. Le Japon, comme certaines grandes nations industrielles d'Europe, est lui aussi dépourvu de la plupart d'entre elles, précisément de celles qui sont indispensables à la plupart de ses industries (1). N'est-ce pas de cette situation de fait — résultant de l'inventaire des richesses naturelles d'un peuple — que dépend en effet son potentiel économique et militaire et que découle l'orientation non seulement de sa politique intérieure, mais aussi de sa politique extérieure ?

ON sait la place que tient aujourd'hui le Japonais dans l'activité mondiale, et l'étonnante course qu'il a fournie depuis trente ans. Bien peu de gens ayant vécu à son contact ont deviné son « potentiel » d'action, de réalisation. Ecoutez Pierre Loti : « Petit, vieillot, à bout de sang et de sève, est le Japonais ; j'ai conscience de sa momification prochaine... »

Loti n'est pas allé au delà des apparences. Il n'a vu qu'un masque, non le vrai facies de ce peuple, sa vraie forme physique et psychique, saine incontestablement. Surtout, il n'a pas su déceler son âme ardente, si jeune et si puissante de volenté.

Ecoutez aussi un Anglais, sir Arnold : « Le Japonais tient plus de la nature de l'oiseau ou du papillon que de celle de

l'homme. Il ne voudra ou ne pourra jamais prendre la vie au sérieux. »

L'Angleterre elle-même, ses hommes d'Etat, ont mis très longtemps pour se rendre compte de la capacité d'action et d'évolution du peuple japonais. Lorsque, pour freiner la puissance russe en Chine, le gouvernement anglais signa, en 1902, un pacte avec le Japon, lord Lansdowne, secrétaire du Foreign Office, fit, à ce sujet, au Parlement, l'étrange déclaration suivante : « *We have allowed Japan to contract an alliance with us* (Nous avons autorisé le Japon à s'allier avec nous). »

Combien parmi nous saisirent le sens, la portée de la victoire du Japon dans les plaines de Mandchourie en 1905 ? Ce ne fut pas seulement la défaite de la Russie, mais aussi celle de la race blanche, la première

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 206, page 107.

rupture de l'équilibre mondial. Ce fut une immense victoire pour la race mongole. Quant à l'Angleterre, elle était obligée de reconnaître un peu tard que sa décision d'arrêter la poussée en Chine de la Russie tzariste en lançant le Japon contre elle avait été un faux calcul. Le Japonais, en effet se révélait aussitôt grandi en prestige et avec pleine conscience de sa force, d'autant plus que son équipement industriel avait considérablement bénéficié de l'aide de l'Angleterre durant les deux années de préparatifs de guerre contre la Russie.

Argent, instructeurs de toute sorte furent, en effet, prodigués au Japon, sans compter les meilleures armes qui, ensuite, furent imitées, reproduites avec toute la minutie et l'habileté japonaises. En somme, presque toutes les branches de l'industrie reçurent une impulsion décisive durant ces préparatifs de guerre et même dans les années qui suivirent, l'Angleterre se trouvant liée avec le Nippon par son pacte de 1902. On peut ajouter, sans crainte de se tromper, qu'aucune nation autant que la Grande-Bretagne n'a contribué au développement de ce puissant Empire nippon qui l'inquiète tant aujourd'hui. Et la Grande Guerre récente en Europe, ce « harakiri » des nations de race blanche, n'a pas peu contribué à grandir, à consolider cet empire.

Le facteur biologique dans le développement industriel du Japon

Mais, en dehors de l'aide étrangère indispensable, il faut tenir grand compte du coefficient personnel, ethnique du Japonais. Car, avant tout, il y a le facteur *biologique* : la valeur physique et intellectuelle de la race, sa valeur morale aussi, et, naturellement, sa capacité d'adaptation à un régime de production scientifique entièrement nouveau, des plus complexes et difficiles, surtout lorsqu'on n'a guère pratiqué que l'agriculture comme le Nippon, et quelques travaux d'art. A ces différents points de vue, on peut dire qu'aucun peuple, plus que le Japonais, ne mérite son ascension sur l'échiquier mondial. Qu'on en juge en songeant à toute la machinerie moderne, à la diversité extrême de ses appareils ! La seule obligation de se familiariser avec leur fonctionnement exige un effort considérable, où l'intelligence doit s'allier à l'adresse. Et si l'on ne veut pas rester tributaire de l'étranger pour la fabrication de ces machines, quel nouvel effort autrement puissant est nécessaire pour reproduire, sinon créer ces engins ! C'est toutes les forces vives, c'est

tout le potentiel de la race mis à contribution, mais ce potentiel est-il adéquat à toutes les tâches ? Construire, par exemple, une locomotive, une dynamo, un avion, fabriquer tel ou tel produit chimique délicat : était-elle capable, cette race, de pareilles réalisations ? Telle était la troublante question qui se posait. Eh bien ! après s'être mis un demi-siècle durant à l'école des meilleurs instructeurs étrangers, après un effort d'une continuité, d'une ténacité qui a fait notre étonnement, le Japonais a émergé, ces dernières années, triomphant de cette formidable épreuve. D'après la Fédération des Industries britanniques, le Japon, non seulement n'achète plus de nombreuses catégories de machines, mais il a commencé à les exporter avec succès en raison de leur prix sensiblement inférieur à celui de la construction européenne. Ce progrès inattendu de l'industrie japonaise de construction mécanique implique de graves conséquences pour l'Europe, puisque d'importateur, le Nippon devient exportateur.

Et comme l'industrie textile est celle la plus développée au Japon, c'est l'Angleterre et aussi notre Alsace qui, non seulement cessent de vendre leurs machines, mais vont avoir à lutter sur les divers marchés avec une concurrence redoutable.

Le président de la Fédération anglaise des Industries mécaniques, après avoir déclaré que le monde est inondé (*flooded*) par les produits textiles japonais, soieries, laines et cotonnades, fait cet aveu inquiétant que la « lutte de prix est impossible ».

L'industrie hydroélectrique

Mais, pour donner une idée réelle de l'effort japonais et de ses réalisations, il convient d'énumérer les branches principales de cette activité industrielle et de signaler sa réussite partout, alors que ce nouveau-né dans l'industrie se trouvait dénué de grands moyens financiers et, de plus, ne trouvait sur son territoire que peu de matières premières.

Par exemple, ce qui m'a frappé quand j'ai circulé à l'intérieur du Japon, dans des campagnes fort éloignées des villes, c'est d'y observer l'éclairage électrique dans les moindres villages, remplaçant la petite soucoupe d'antan avec huile de colza et mèche de jonc. On me dira que le Japon étant pour une grande part montagneux, il a été facile d'utiliser torrents et chutes d'eau. Il n'empêche que le Japonais a vite saisi l'importance de la force motrice hydro-électrique : il a donc dressé aussitôt un plan

de reproduire n'importe quel instrument pour toutes études scientifiques.

Les industries mécaniques

D'un autre côté, en horlogerie, il réalise la mise au point d'excellents chronomètres de marine, mais depuis deux ans seulement. Durant une longue période, malgré les efforts les plus tenaces, le navigateur japonais avait dû se résigner à n'employer que des chronomètres français ou anglais.

L'avion aussi a été pour lui une pierre d'achoppement : depuis combien de temps n'usait-il pas le meilleur de sa volonté et de son intelligence à réaliser le type d'avion qu'il souhaitait, surtout depuis que les Soviets ont accumulé à Vladivostok, soit à la portée de ses arsenaux, de puissantes escadrilles d'appareils de chasse et de bombardement ? On vient de voir, par le raid du *Kami Kase*, ou « Souffle Divin », que le Nippon a fini par égaler ses maîtres européens.

Mais la puissance économique et militaire d'une nation se mesure au développement de son industrie métallurgique. Quelles sont donc les réalisations du Japon dans ce domaine ? Comme le pays est pauvre en minerai de fer, il a dû s'adresser à la Chine, à la Mandchourie et même à l'Inde, d'où il importe de la fonte. En 1918, lors de mon premier voyage au Japon, ce pays consommait déjà 1 200 000 t d'acier, mais n'en produisait encore que la moitié chez lui. En 1928, il était encore obligé de se procurer certains aciers en Belgique et aux Etats-Unis, mais, aujourd'hui, on ne trouve plus ces articles sur la liste des importations, et la consommation totale de l'acier s'élève, depuis 1934, à près de 3 millions de t, production d'un équipement, d'un outillage entièrement japonais, qui ne tend qu'à se développer. L'humble artisan d'antan est donc devenu mécanicien, électricien, fondeur ou mouleur ; le charpentier-constructeur de barques, rive maintenant de lourdes tôles d'acier sur les chantiers Kawasaki ou Mitsubichi ; et le pêcheur de la Mer Inférieure, qui ne perdait jamais ses côtes de vue, court à l'heure présente les océans sur de lourds cargos, de grands paquebots construits à Nagasaki, Kobe ou Yokohama. Ainsi le Japonais possède aujourd'hui une marine marchande dont le tonnage dépasse le nôtre. Il est devenu un des « rouliers » des mers et ne cesse de construire dans le but d'évincer de plus en plus l'Angleterre de l'Océan Indien et du Pacifique. Il y réussit d'ailleurs si bien que, d'après le « Lloyd », le tonnage

japonais compte, entre l'Inde et Yokohama, pour 75 % du total et entre ce port et l'Australie, pour 79 %, pendant que le tonnage anglais recule sur des lignes dont il a eu si longtemps presque le monopole.

La marine de guerre japonaise a cessé aussi d'être tributaire de l'étranger tant au point de vue construction de coques que de machinerie ou d'armement.

Quant aux chemins de fer, l'Européen qui a voyagé au Nippon n'a pu qu'être frappé de l'excellente organisation et de la régularité parfaite des convois. Tout le matériel est maintenant japonais, et cette production se développe si bien que locomotives et wagons commencent à s'exporter. Le Siam, après avoir commandé 8 locomotives et 300 wagons à marchandises, en a été si satisfait qu'il vient de transmettre un nouvel ordre pour 16 machines et 20 voitures à voyageurs.

Depuis quelques années, le Japon s'est aussi lancé dans l'industrie automobile ; ses progrès sont encore lents. S'étant associé, toutefois, avec des constructeurs américains, il a pu, en 1936, sortir 9 600 véhicules divers et il dispose désormais d'un matériel perfectionné ainsi que de spécialistes dressés aux meilleures écoles étrangères. Il est regrettable que la France ait si peu fait pour placer ses modèles au Japon : son exportation est tombée de 420 en 1928 à 28 en 1933 et à 3 en 1934.

L'industrie agricole

J'ajouterai quelques lignes sur l'industrie agricole qui, elle aussi, a subi une étonnante poussée. L'industrie de la soie, en particulier, a, ces dernières années, grâce à l'emploi des méthodes Pasteur à l'élevage des vers, atteint un tel développement que le Japon est, aujourd'hui, le plus grand producteur du monde dans cette branche, laissant loin derrière lui la Chine elle-même, si longtemps maîtresse du marché : depuis des siècles. Il a décuplé sa production en moins de 40 ans et, en 1930, atteint l'énorme chiffre de production de 400 000 t de cocons. Dès 1916, il vendait en Europe et en Amérique pour 604 000 000 de yens (2 f 50 or à l'époque) de soie brute ou ouvrée. Le grand client du Japon est l'Américain (Etats-Unis) : il lui achète 80 % de sa soie grège et de ses soieries « hubutai » et autres qualités. Ce serait donc la ruine pour le Japonais si pareil client se dérobaient un jour pour cause de conflit dans le Pacifique.

Mais, en dehors de la sériciculture, c'est le problème de la production du coton qui

préoccupe aujourd'hui le Nippon devenu grand exportateur de tous les articles fabriqués avec ce textile. Le Japonais, jusqu'ici, n'a pu produire sur son sol qu'une faible quantité de coton. La Chine peut en fournir une quantité considérable mais de médiocre qualité. Or, ce que le Japon veut avant tout, ce sont les variétés à longue soie d'Amérique et d'Égypte. Il les cultive donc en Mandchourie méridionale et en Corée, pendant qu'il cherche à les produire en Chine

bien imité la production européenne la plus variée que ses articles s'imposent sur tous les marchés, en raison de leur bas prix.

Mais ce serait trop long d'énumérer toutes les conquêtes récentes du Japon dans le domaine économique, agricole comme industriel. Dans le domaine agricole, il a déployé de remarquables qualités de volonté, d'esprit de suite et de patiente organisation que nous pourrions lui envier, surtout qu'il réussit à nous dépasser dans certaines branches

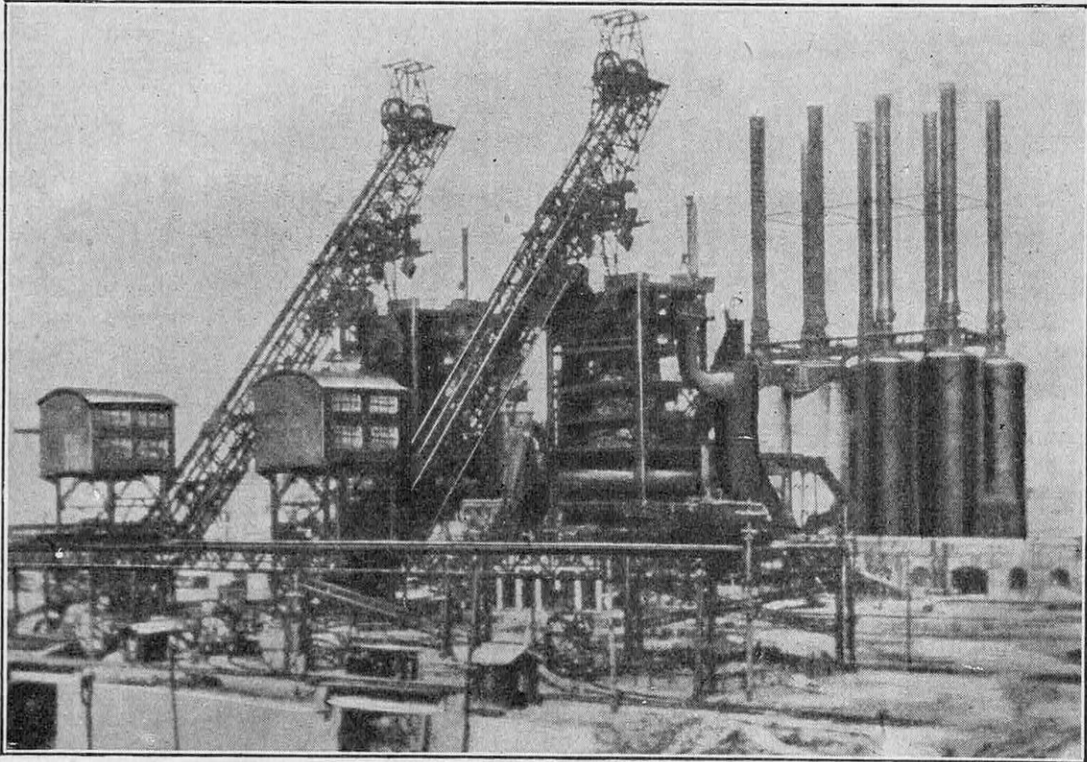


FIG. 2. — LES MINES DE FER D'ANSHAN AU MANDCHOUKOU

Le Japon ne produit sur son territoire qu'une faible partie du minerai de fer qu'il transforme (1 800 000 t importées en 1933). La Mandchourie joue un rôle important pour son ravitaillement. Son minerai de fer étant pauvre, elle le transforme sur place et exporte au Japon 85 % de sa production de fonte.

même par des ententes avec les gouvernants.

Il veut aussi être producteur de laine, de ce textile qu'il a, comme le Chinois, si longtemps dédaigné. Il s'est donc mis à l'élevage depuis quelque vingt ans, introduisant des mérinos dans le Hokkaido, dont j'ai admiré les fermes-modèles en 1928. Il opère de même en Corée et en Mandchourie et se pousse aussi côté Mongolie, où l'élevage du mouton est très développé, mais d'un mouton à croiser, en raison de la mauvaise qualité de sa laine. En attendant, le Japonais achète une grande quantité de laine brute en Argentine, ainsi qu'en Australie. Et il a si

de la culture de plantes vivrières ou industrielles. Il n'est même pas exagéré de dire que nous pourrions aujourd'hui aller demander certaines leçons au Japon.

Le sort de l'ouvrier japonais

Bref, il s'est levé dans l'Orient lointain un nouvel Empire, une vigoureuse nation qui se développe fébrilement, vise au zénith dans l'enthousiasme, l'orgueil légitime de sa rapide croissance, du potentiel que représentent 70 millions d'âmes, 96 même avec la Corée et Formose. Cet Empire, c'est la terre de la déesse Soleil, ardente, vivifiante,

reine de l'Asie un jour, pensent secrètement ses fils. Mais ce puissant avatar du Nippon, ses grands succès industriels, on ne saurait les comprendre si on ignore certains faits de l'ordre social et professionnel, de l'ordre moral aussi tels que : homogénéité de la race avec aspirations communes à toutes les classes ; patriotisme intense exclusif de toute compromission ; bien mieux, un fétichisme véritable de ce

peuple pour son sol, celui d'ancêtres qui jamais ne souffrirent sa violation par un ennemi ; enfin, croyance profonde en une haute destinée par l'union de tous. En outre, c'est le *yamato damashii*, l'acceptation joyeuse de tout sacrifice, individuel ou collectif, en vue des fins assignées par un maître vénéré, le Fils de la déesse Soleil, l'Empereur, Père de tous les Japonais et les traitant comme tel. Aussi, ne faudrait-il pas croire, comme certaine presse l'a dit, que l'action du gouvernement soit tracassière, tyrannique : tout

au contraire, elle est prudente, avertie, ayant le souci de n'être qu'une aide, une protection, la *régulatrice* de tous les efforts dans l'intérêt général. Et l'industriel ne manque pas de se modeler sur pareil exemple.

On commence à comprendre les raisons des succès économiques du Japon. D'un autre côté, cette concurrence nous a paru si redoutable que le Bureau International du Travail et de grands industriels (sir Mac Gowan, J. Clark, docteur Pearse, Anglais ; Charles Moser, Américain) sont allés enquêter sur

place, ces dernières années. Or, ils n'ont pas eu de peine à reconnaître que les succès du Japon sur la plupart des marchés ne sont en rien dus au « *sweated labour* », ainsi que le prétendent les socialistes anglais, lesquels dénoncent à toute occasion l'« exploitation à outrance » de l'ouvrier japonais, de l'adulte et surtout de l'enfant, pour un salaire de famine et sans limitation raisonnable des

heures de travail. Ces socialistes affirment aussi que les conditions hygiéniques dans les usines sont pitoyables, révoltantes. Bref, pour le « *Labour Party* », le prolétariat japonais doit être considéré comme la grande victime du capitalisme.

Or, que disent les enquêteurs sur place ? Que l'ouvrier japonais gagne suffisamment pour se nourrir et vêtir convenablement. A ce point de vue, il n'est au-dessous d'aucun ouvrier européen. Aussi est-il un prolétaire gai, content de son sort, ainsi que j'ai pu d'ailleurs le constater moi-même sur place.

Il est vrai que le Japonais touche un salaire inférieur à celui de l'ouvrier européen, mais il ne s'ensuit pas que son « *standard of life* » soit plus bas : pour la simple raison que le coût de la vie au Japon est très inférieur à celui de nos pays. En effet, la base de l'alimentation du Japonais est le poisson, si bon marché chez lui. Le bifteck ne l'attire en rien. Il faudrait aussi en finir avec la légende que le Japonais ou le Chinois vit d'une poignée de riz ; le bol de riz représente simplement notre

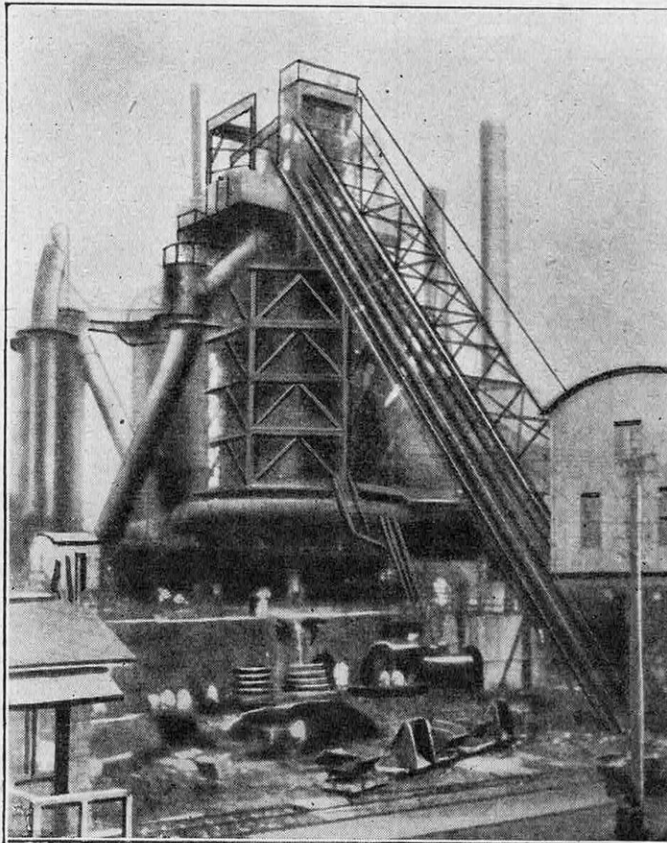


FIG. 3. — UN HAUT FOURNEAU DE LA « JAPANESE STEEL CO » A NGAN CHAN (MANDCHOURIE MÉRIDIONALE)
Le Japon (y compris la Corée et la Mandchourie) se place au 6^e rang dans le monde pour la production de l'acier (5 024 000 t en 1936) et au 7^e pour celle de la fonte (2 869 000 t en 1936).

morceau de pain. Or, nous ne vivons pas que de pain ; de même, l'Asiatique ne vit pas uniquement que de riz.

Il faudrait encore laisser tomber cette illusion que l'ouvrier japonais est maltraité à l'usine. Erreur profonde ; le patron japonais traite ses ouvriers en père de famille, se préoccupant toujours de leur santé et de leur avenir. C'est là la grande tradition, la *grand fait social* au Japon : le personnel d'une usine constitue une *grande famille* avec droits et devoirs réciproques. Et l'ouvrier travaille non pour son salaire uniquement, mais encore pour le succès de l'entreprise, la prospérité du père-patron dont il est le fils obéissant et dévoué, parce qu'il sait que ce patron ne lui fera jamais défaut dans le besoin. Quelle force que cette communauté familiale, étayée non sur le seul intérêt matériel, mais sur le sentiment d'affection mutuelle !

L'organisation industrielle

En dehors du bas prix de la vie courante et, par suite, de la main-d'œuvre, pourquoi l'article japonais est-il si bon marché ? Parce que l'ouvrier, au Japon, n'hésite à pas travailler dix heures ou davantage pour le même salaire si sa chère patrie, son peuple doivent en bénéficier.

Il faut savoir aussi que l'industrie japonaise est admirablement outillée, qu'elle utilise seulement les machines les plus récentes du meilleur rendement, n'hésitant jamais à se débarrasser d'un matériel quelque peu vieilli. A ce point de vue, l'Angleterre et la France sont en retard sur le Japon. De même, si l'on en croit les spécialistes anglais, l'organisation japonaise du travail est manifestement supérieure à celle de Manchester : la chaîne des multiples opérations de traitement du coton, par exemple, est ininterrompue. Il s'ensuit donc une énorme économie et jamais d'à-coups dans les

fabrications. Il en est de même du reste de l'industrie de la soie et de la laine.

Il faut surtout ne pas oublier que l'effort du Japonais réunit tous les facteurs d'efficacité. Par exemple, tous les potentats du « business » sont « trustés » au Japon ou se « trustent » chaque fois que l'intérêt général l'exige. Et par qui sont-ils mus ? D'où vient le mot d'ordre qui courbe les volontés, éteint les convoitises particulières ? Mais du Palais impérial, du Trône avec ses conseillers à vie, qui restent pendant que les ministres passent. Cette action régularisatrice a un but sacré pour tous : la grandeur du Japon, de cette « terre des dieux ».

C'est pourquoi, dans le travail, c'est l'entente absolue dans l'unité d'organisation ; c'est la discipline de l'ouvrier dans la conscience profonde du devoir, un devoir librement consenti, considéré comme *familial et national à la fois*, au lieu de la révolte qu'est la grève. Nobles et fécondes traditions qui, hélas ! se perdent chez nous.

C'est toute une rénovation psychique, spirituelle de nos peuples et surtout de nos bergers qui devient nécessaire. Autrement toutes les techniques, toutes les protections feront long feu devant le dynamisme japonais.

Le grave problème des matières premières et des débouchés

Mais, est-ce à dire que la situation économique du Japon est désormais assurée, que les risques pour elle d'instabilité ou de régression n'existent pas ? Il est difficile de prédire l'avenir, mais on est obligé de constater que le désordre politique et social est tel dans le Monde, à ce jour — et pour combien de temps ? — qu'il est bien difficile de faire des pronostics, surtout que le Japon traverse une crise rurale sérieuse et surtout manque de nombreuses matières premières.

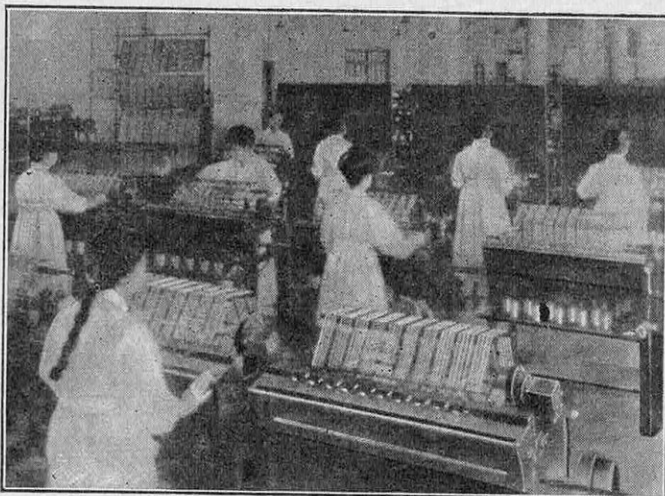


FIG. 4. — LE CONDITIONNEMENT DE LA SOIE DANS LA GRANDE MANUFACTURE DE YOKOHAMA

Le Japon, premier producteur de soie du monde, traite chaque année plus de 400 t de cocons.

Sans doute, à l'heure actuelle, le marché des matières premières est partout libre. Mais en sera-t-il toujours ainsi, se demandent certaines grandes nations, en particulier l'Allemagne et le Japon, si mal loties par la Nature? Quelle garantie auront-elles que ces produits ne leur seront pas refusés, par exemple en cas de complications politiques, de menaces de guerre surtout? L'Allemagne, le Japon et l'Italie ne peuvent oublier de sitôt la machine à étranglement économique figurée par l'application de redoutables sanctions sous le masque de la S. D. N.

Le Japon, en particulier, eut tout lieu de craindre, en 1933, d'être pénalisé comme l'a été plus tard l'Italie. Or, sur son territoire, c'est la pénurie, sinon le manque total de certaines matières premières de nécessité primordiale, tant pour l'industrie que pour la défense militaire. Il suffit de citer le coton, la laine, les minerais ou métaux et le pétrole, qui entrent pour 60 % dans le chiffre de l'importation japonaise, sans compter le caoutchouc, non moins indispensable. Sans doute, aujourd'hui, le Japon se procure-t-il facilement toutes ces matières, mais qu'advierait-il en cas de conflit? *Les marchés, comme les mers, pourraient se fermer.*

Ce serait un désastre pour une grande nation insulaire, exportatrice avant tout, désastre aggravé par la paralysie de ses industries de guerre avec les conséquences qu'on devine dans la tension présente en Extrême-Orient, tant du côté Russie que du côté Chine. Même le fer et certaines qualités

de charbon doivent être importés par le Nippon. Quant au besoin de pétrole et de ses dérivés pour une nation maritime et industrielle, il est inutile d'insister sur leur importance, alors que la production japonaise est infime : 8 % de la consommation. L'embargo sur le pétrole serait donc un coup terrible porté au Nippon ; aucun autre moyen de pression ne serait plus efficace.

Aussi, le Japonais en vient-il à penser que la liberté des marchés est loin d'offrir les mêmes garanties de ravitaillement que la possession de certaines terres coloniales aux produits variés. Il regarde donc malgré lui du côté des « Mers du Sud », comme il dit, soit vers l'archipel Malais, grand producteur de caoutchouc comme de pétrole. Il espère que'on ne tentera pas un jour de lui fermer l'accès à ces produits et de l'acculer ainsi à des mesures désespérées. Il y a là, toutefois, un risque de guerre véritable, risque prévu par l'Angleterre, puisqu'elle se hâte fébrilement d'équiper sa

base navale et aérienne de Singapour, destinée à couvrir Bornéo et Java autant que l'Australie.

On sait qu'à l'heure présente, de grands efforts sont faits même par les Etats-Unis pour étendre largement la reprise des échanges dans le Monde, mais, de l'exposé ci-dessus, il ressort nettement que l'instauration de la paix dans le Monde par le moyen d'ententes économiques basées uniquement sur une facilité plus grande des échanges demeure des plus difficiles.

Docteur LEGENDRE.

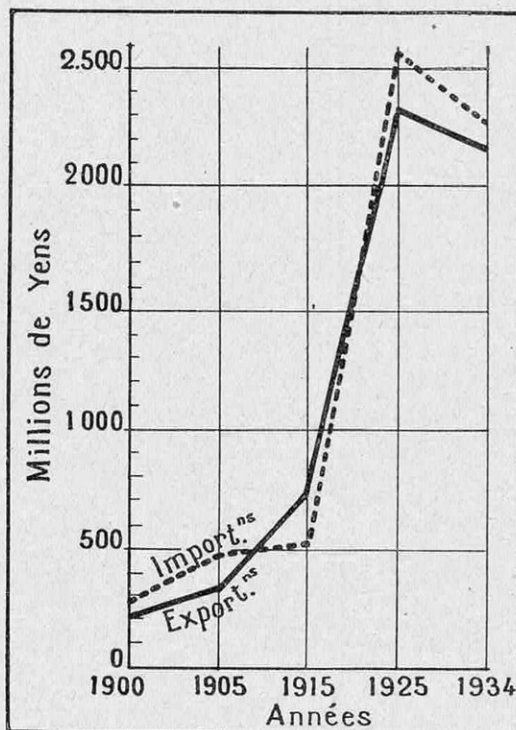


FIG. 5. — GRAPHIQUE DES IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS JAPONAISES DE 1900 A 1934

En économie politique — comme en arithmétique — un problème posé ne comporte qu'une solution et une seule. En dehors de là, c'est l'erreur..

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

LA MATHÉMATIQUE N'EST PLUS
EXCLUSIVEMENT UNE SCIENCE PURE,
ELLE EST AUSSI, MAINTENANT,
UNE SCIENCE APPLIQUÉE

Par Jean LABADIÉ

Il n'est pas de science qui ne fasse appel aux mathématiques. On peut même affirmer qu'un domaine de la connaissance ne s'élève vraiment au rang de science que lorsque a été franchie l'étape inévitable au terme de laquelle entre en jeu l'appareil mathématique qui assure en quelque sorte la synthèse des résultats d'observations, souvent imparfaits et parfois d'apparence incohérente. La mathématique permet ainsi de formuler les lois générales. En astronomie, en optique, en électricité, en thermodynamique, seule l'analyse mathématique s'est en effet affirmée capable de remonter sans ambiguïté jusqu'à la causalité des phénomènes observés et d'en tirer ainsi par voie déductive les rigoureuses conséquences même les plus lointaines. Les mathématiques ne se sont-elles pas introduites récemment et logiquement jusque dans les sciences naturelles (plus exactement biologiques)? A côté de ces précieuses machines d'une infinie précision, capables de résoudre automatiquement les équations parmi les plus compliquées, la salle réservée aux mathématiques, dans cet instructif Palais de la Découverte, place devant nos yeux de nombreux exemples concrets qui permettent de comprendre comment les lois mathématiques régissent les phénomènes aussi variés que complexes tels que ceux de la circulation du carbone dans le cycle vital, de la croissance des organismes et des sociétés, du développement des espèces animales et végétales, de la symbiose, du parasitisme, et même jusqu'à la forme des êtres vivants! La mathématique — en l'an 1937 — n'est plus, même pour le profane, cette science dite abstraite — injustement qualifiée de rébarbative — qui, au début du présent siècle, était encore l'apanage des esprits « spéculatifs » plus épris de philosophie que de réalités concrètes. Henri Poincaré ne laissait-il déjà prévoir cette évolution, aux environs de 1900, lorsqu'il démontrait le rôle de l'intuition et de la logique dans les sciences, comment il concevait les notions de temps et d'espace, comment les sciences mathématiques et la valeur objective de la Science pure en général devaient nous permettre d'atteindre, non pas les choses en elles-mêmes, mais leurs rapports...

« La mathématique est une science dans laquelle on ne sait pas de quoi on parle, ni si ce qu'on dit est vrai. » Rassurez-vous, ce blasphème n'est pas de moi, mais d'un philosophe de la science, mathématicien de surcroît, sir Bertrand Russel, membre, ainsi qu'il convient, de la *Royal Society* britannique.

Cependant, lorsque nous pénétrons dans le « stand » exceptionnellement intéressant que M. Sainte-Laguë, professeur aux Arts et Métiers et au lycée Janson, a été chargé d'organiser au Palais de la Découverte par le Comité que préside M. Emile Borel, l'éminent mathématicien français, une vaste inscription frappe notre regard. Elle fait

le tour de la salle. La voici : « Il n'est pas une science moderne qui n'ait fréquemment à utiliser les mathématiques. »

Comment concilier ces deux affirmations ?

Elles ne sont pas contradictoires. La première, celle de Russel, signifie simplement que les mathématiques sont un « jeu de l'esprit » qui autorise toutes les fantaisies, à partir de définitions que l'intelligence se donne librement, à la seule condition de rester, ensuite, « logique » vis-à-vis d'elle-même, ce qui lui permet de travailler, s'il lui plaît, sur l'irréel. La seconde, l'inscription lapidaire, constate que le « jeu » des mathématiques possède une vertu singulière, celle de pénétrer la réalité du

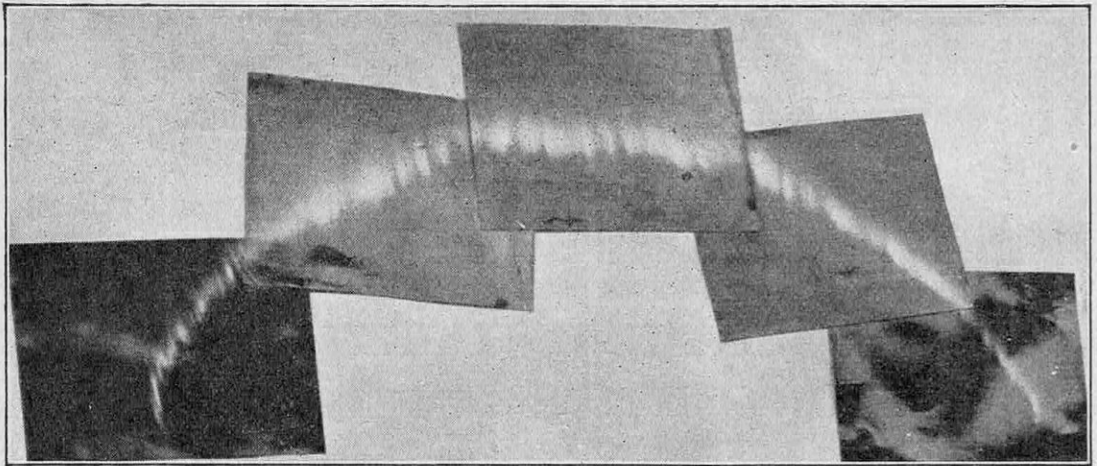


FIG. 1. — TYPES DES AURORES BORÉALES DONT LE PROFESSEUR NORVÉGIEN STÖRMER, DE L'UNIVERSITÉ D'OSLO, A FOURNI L'EXPLICATION ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Il n'a pas fallu moins de cinq clichés photographiques pour saisir celle-ci dans son ensemble.

monde, à tel point qu'on ne sait si la mathématique est née de l'industrie humaine ou si elle a été créée pour la perfectionner.

Les deux points de vue ont également leur part de vérité. Et c'est justement cet admirable parallélisme des *lois de la pensée* et des *lois de la nature*, que le visiteur attentif vérifie sans effort, en parcourant les vitrines où sont présentés tantôt des figures planes, gauches, solides, dont vous n'avez, bien entendu, à considérer les « équations » que « pour mémoire » et tantôt des appareils, des machines d'une infinie précision, qui se chargent de résoudre automatiquement les plus compliquées de ces équations.

Ces appareils sont, aujourd'hui, familiers dans nombre d'industries touchant à la science exacte par l'optique, l'hydrodynamique, la thermodynamique, l'électricité. Ils soulagent l'ingénieur qui, sans eux, était en train de devenir lui-même une « machine à mathématiques » au point que l'on a pu dire, sans exagération, que les mathématiciens professionnels n'étaient pas, comme on le pense d'ordinaire, les hom-

mes du monde les plus astreints au calcul.

Et nous n'avons pas parlé des savants de laboratoire qui, pour leurs recherches, sont également contraints d'utiliser à force l'« outil mathématique » que les professionnels préparent à leur intention, leur livrent avec désinvolture et la « manière de s'en servir », pour courir eux-mêmes, derechef, à d'autres recherches « désintéressées », infiniment plus amusantes que les applications terre à terre.

La genèse des mathématiques

C'est pourtant du « terre à terre », de l'arpentage, qu'est née, étymologiquement, la « géométrie », sur ce « tableau noir » providentiel que le delta du Nil, périodiquement effacé par les crues du « père des eaux », offrait à la sagacité des agents du cadastre,

au temps des pharaons, 3 000 ans avant J.-C.

Il faut arriver à la Grèce du ^ve siècle, avant J.-C. pour voir apparaître le raisonnement pur, désintéressé, abstrait — bref la « déduction ». C'est elle qui permit à Pythagore d'établir le fameux théorème du

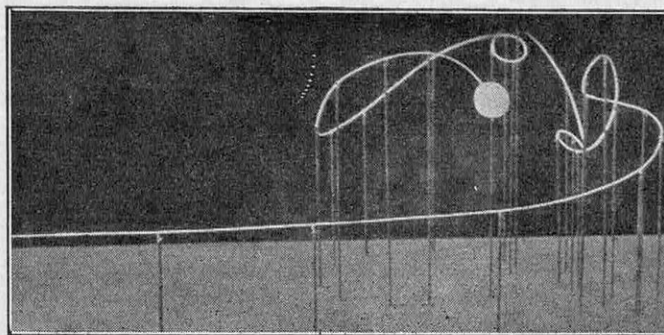


FIG. 2. — EXEMPLE MATÉRIALISÉ EN FIL DE LAITON D'UNE TRAJECTOIRE PARCOURUE PAR UN ÉLECTRON SOLAIRE SE DIRIGEANT VERS LE POLE TERRESTRE

La Terre est représentée ici par la petite sphère centrale blanche.

carré de l'hypothénuse, dont chacun de nous eut à connaître, avec plus ou moins de bonheur, à la saison du bachot.

Le raisonnement de Pythagore fixe également la première énigme réellement féconde sur laquelle devaient pâlir, des siècles durant, tous les mathématiciens du monde : l'« incommensurabilité » de la diagonale du carré avec le côté pris comme unité. Incommensurabilité qui ne laissa de repos à l'intelligence humaine qu'au jour où, grâce à l'effort, d'ailleurs insuffisant, de Cavalieri et à celui de Pascal, son contradicteur, l'Allemand Leibnitz put réaliser les premières opérations du « calcul infinitésimal ». Ignorant les nombres entiers et même les nombres fractionnaires, des opérations qui portent sur des quantités « infiniment petites », tendant vers zéro, ignorent *ipso facto* ce qui fut le casse-tête de l'antiquité.

Ce magicien de Pythagore ne s'en tint d'ailleurs pas là : il posa les premiers termes du calcul de π (rapport de la circonférence à son diamètre), calcul qui — nous le savons aujourd'hui — ne saurait pas plus avoir de fin que celui de la diagonale du carré, mais qui ajouta à la science des nombres une propriété nouvelle, la « transcendance ».

La « transcendance » — que le lecteur excuse l'introduction de ce terme rébarbatif — apporte au calcul mathématique une puissance que ni l'« arithmétique » des nombres entiers, ni l'« algèbre » des mesures purement géométriques ne pouvaient lui procurer et qui lui est cependant indispensable si on veut l'appliquer aux pro-

blèmes aujourd'hui les plus familiers de la physique — notamment à tous ceux qui mettent en jeu des phénomènes « périodiques », tels que la propagation des ondes et la mécanique de l'atome.

La « transcendance » est le caractère le plus distinctif de cette algèbre supérieure que les mathématiciens dénomment d'un terme générique : l'« analyse ».

Il fallut des siècles et mille ans de sommeil absolu (tout le « moyen âge », durant lequel, seuls, les Arabes entretenirent le feu sacré), pour que — à la Renaissance — l'algèbre vint prolonger l'arithmétique des anciens. L'algèbre, cette « arithmétique universelle » comme l'appelaient Newton, s'épanouit seulement avec François Viète (1540-1603), et le génial Descartes en fit l'âme de la géométrie par l'invention de ses axes de « coordonnées » (1635).

La « géométrie analytique » de Descartes

devint bientôt le cadre naturel de toute la science moderne : toutes les « relations » que l'expérience du laboratoire extrait de l'observation et de la mesure se traduisent en « graphiques », c'est-à-dire en « courbes » cartésiennes. Ces courbes expriment des « fonctions » qui sont les expressions les plus claires des « lois » naturelles que les physiciens, les chimistes, et, par delà ces privilégiés, les statisticiens, extraient des patients travaux qui, dans tous les ordres de la recherche, portent une étiquette scientifique.

Mais, tandis que la mathématique cartésienne se développait sans limites, une autre branche poussait sur l'arbre de la ma-

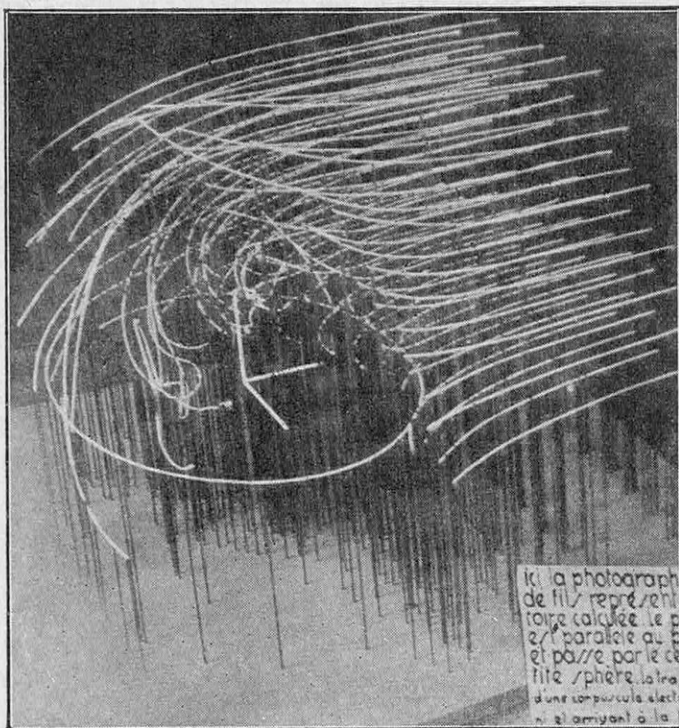


FIG. 3. — UN FAISCEAU D'ÉLECTRONS SOLAIRES CONVERGEANT VERS LE POLE TERRESTRE

On voit l'effrayante complexité des chemins parcourus. Le petit angle trièdre trirectangle tracé en blanc au centre de la figure indique les directions de l'axe terrestre (axe vertical) et du plan de l'équateur (deux axes horizontaux).

thématique. Dès 1580, l'anglais Napier (Neper) découvrait *les logarithmes* et le fameux nombre e (leur base naturelle) qui, sous la plume d'Euler (1707-1783) est devenu la clé analytique de la *trigonométrie*.

La trigonométrie est, comme chacun sait, cette méthode de mesure spatiale qu'avait entrevue Hipparque (130 avant J.-C.), que

lesquelles se résolvent toutes les « fonctions périodiques », c'est-à-dire : les phénomènes acoustiques, électriques alternatifs, hertziens, et bien d'autres encore. Les « séries de Fourier » n'ont subi leur premier échec que dans l'interprétation des « spectres lumineux » de la physique contemporaine. Tout de même, l'analyse cartésienne de l'espace n'a ren-

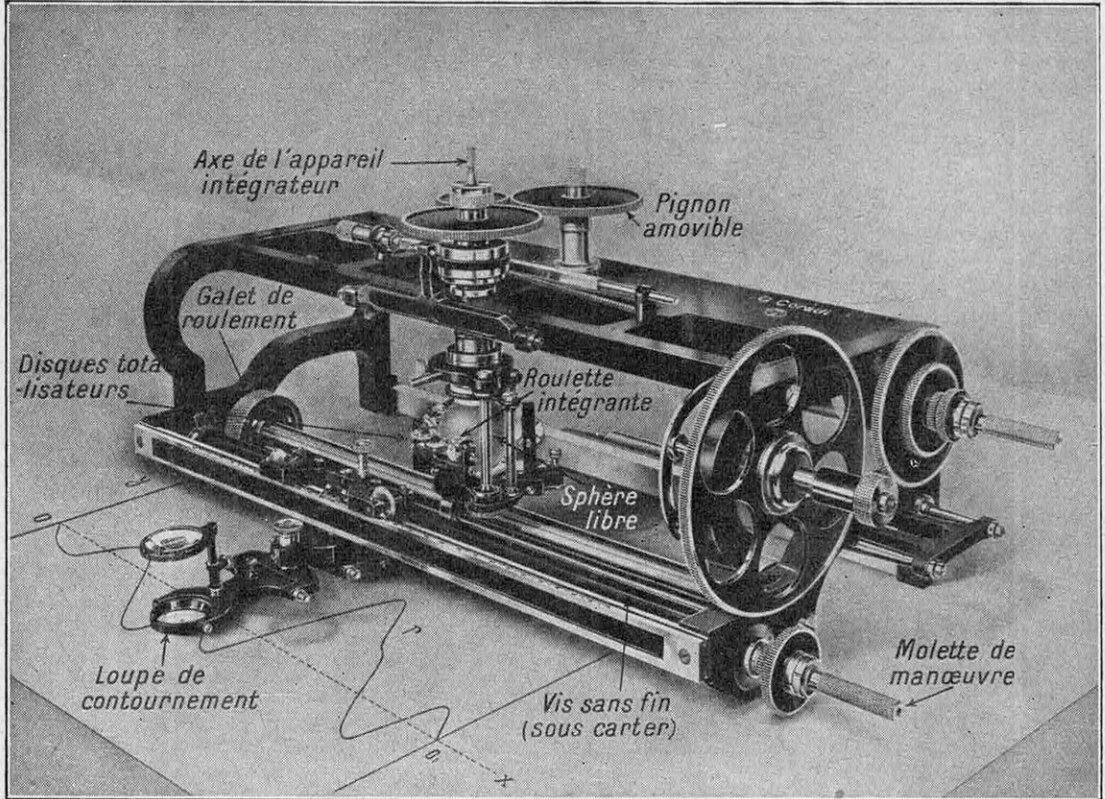


FIG. 4. — UN CHEF-D'ŒUVRE DE « LA MÉCANO-MATHÉMATIQUE »

Cet « analyseur harmonique » Coradi permet de décomposer la courbe la plus irrégulière (dans l'exemple ci-dessus, il s'agit du diagramme de pression dans un moteur) en tous ses harmoniques, si nombreux soient-ils. L'âme de l'appareil consiste dans une sphère parfaite de cristal que palpent deux roulettes dites « intégrantes », lesquelles sont en liaison avec la loupe avec laquelle l'opérateur contourne le graphique. Sans entrer dans plus de détails, notons que l'extraction de chaque harmonique s'effectue en changeant chaque fois le pignon amovible visible au-dessus de l'appareil.

précisa l'Arabe Aboul Wefa (994-998) et qui consiste à évaluer les distances sans, pour ainsi dire, bouger de place, au moyen d'une seule base matérielle et d'autant de triangles qu'on veut bien construire sur cette unique base par de simples « visées » angulaires.

Les géodésiens ont « triangulé » la terre. Les astronomes ont « triangulé » le ciel.

Cependant voici le grand miracle du siècle dernier.

Les « fonctions trigonométriques », traitées analytiquement par le grand Fourier, ont fourni les « séries » d'harmoniques en

contré son premier obstacle que dans l'interprétation du mouvement des corps relativement à la propagation de la lumière. Obstacle que M. Einstein a levé... en ajoutant un quatrième axe aux trois axes de Descartes !

On sait ce qu'il est advenu : depuis M. Einstein, notre univers n'est plus « euclidien », c'est-à-dire qu'il ne saurait comporter ni « droites » ni « plans » — et possède quatre « dimensions ».

Mais n'allez pas croire que les géométries rebelles aux trois instruments du char-

pentier et du maçon : la règle (ligne droite), l'équerre (angle droit) et le compas (cercle), dont Euclide (300 avant J.-C.) avait fait les assises de la géométrie, soient l'invention de M. Einstein. C'est en plein XIX^e siècle que de telles géométries furent ébauchées par ces enfants terribles : Bolyaï, Riemann, Lobatchevski, dont les travaux avaient été, du reste, préparés par ceux, beaucoup plus immédiatement pratiques, de Gauss (1777-1855).

Avec Gauss, Ampère, Laplace, Fourier, l'analyse mathématique épousa longtemps la physique aussi étroitement que l'algèbre avait épousé la géométrie, grâce à Descartes.

Aujourd'hui, nous constatons que ce mariage du calcul transcendant et de l'expérience physico-chimique ne comporte pas la calme, l'harmonieuse évolution qui, durant trois cents ans, a présidé au développement de la géométrie cartésienne. La « mécanique analytique » — c'est-à-dire la science du mouvement,

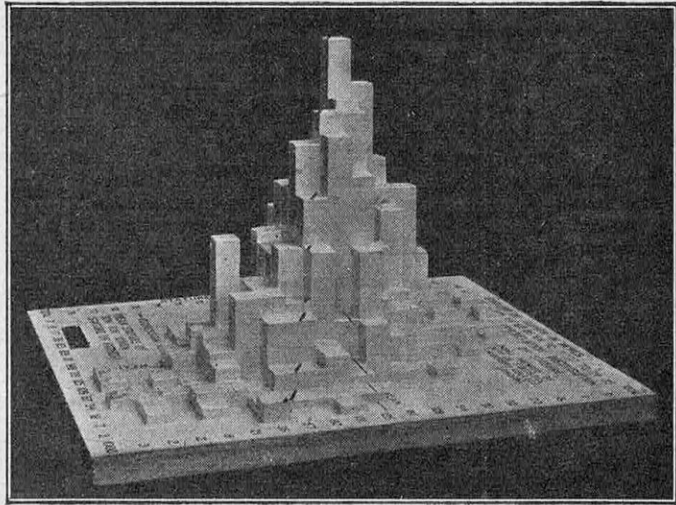


FIG. 6. — UNE UTILISATION PRATIQUE DE L'OGIVE OU SURFACE DE GALTON. UN GRAPHIQUE « STATISTIQUE » RICHE DE RENSEIGNEMENTS

Voici une statistique formulée dans l'espace. On dirait un bloc de gratte-ciel. Chaque prisme vertical représente le nombre des enfants d'une population donnée qui ont une taille donnée. Le plan de base est quadrillé suivant des abscisses où sont portées (en pouces anglais) les tailles moyennes de mille pères de la dite population. En ordonnées, sur le même plan, on note la taille des enfants. Au carrefour de ces coordonnées, sur le plan, on élève un prisme dont la hauteur correspond au nombre d'enfants défini ci-dessus. Si l'on pousse cette figuration statistique très loin, on finit par obtenir comme « enveloppe » des sommets prismatiques une ogive de Galton, analogue à l'ogive parfaite représentée sur la figure précédente, mais qui présente en général diverses particularités. Si la race de la population était « homogène », les sections horizontales de cette surface seraient des ellipses ayant leurs axes parallèles aux coordonnées de la base. Mais ce n'est jamais là qu'un cas théorique : aucune race n'est homogène. Tous les peuples sont sangs mêlés. S'il y avait dépendance absolue entre la taille des pères et la taille des fils, la surface de Galton deviendrait un plan. Cela n'arrive jamais. Que signifie donc la coupe horizontale de la surface pratiquement obtenue ? Simplement ceci : Que la taille des enfants n'est pas absolument dépendante de celle des pères et qu'elle n'en est pas, non plus, indépendante. Il y a corrélation entre les deux termes et la courbe de la section donne par sa forme la nature de cette corrélation. Elle la mesure. Cent autres problèmes de ce genre peuvent être traités par ce graphique. Il représente un véritable instrument d'analyse de l'ethnologie d'un peuple.

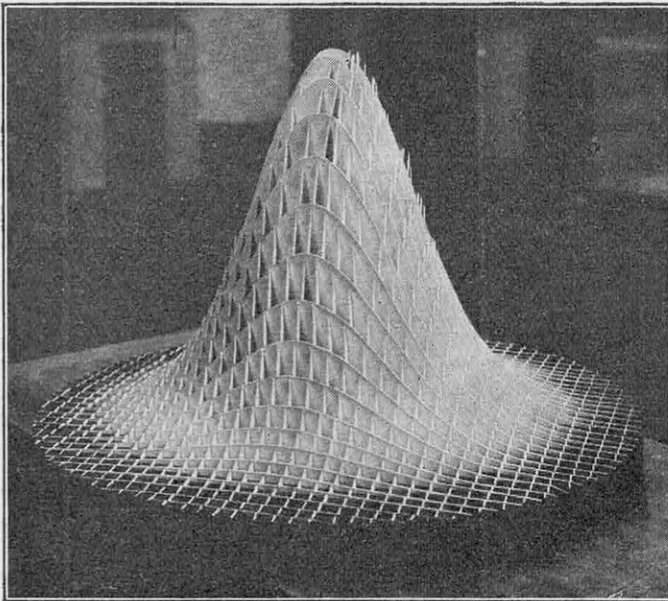


FIG. 5. — L'OGIVE DE GALTON

Voici, matérialisé, un graphique fameux, dit « ogive de Galton », dont aucun statisticien ne saurait se passer dès qu'il entame un problème de sociologie, d'ethnographie, de psychotechnique, etc. Cette ogive est, pour ainsi dire, le gabarit dont l'approche plus ou moins exacte détermine le caractère d'une expérience statistique.

de l'équilibre et du travail des forces — que Lagrange (1736-1813) avait cru pouvoir édifier à son tour avec les coordonnées cartésiennes et le calcul infinitésimal, cette mécanique apparaît insuffisante aux physiciens de l'atome et de l'onde.

D'une manière générale, suivant le mot de Poincaré, « le monde ne peut plus s'exprimer par équations différentielles ». Le calcul des « infiniment petits » — qui depuis Leibnitz, Euler, d'Alembert, demeurerait l'outil *le plus fin* de la pensée exacte — s'est trouvé faussé par la rencontre de ces petits obstacles, très petits *mais non pas infiniment petits*, que nous appelons aujourd'hui les « électrons », les « protons », les « neutrons ».

Quoi qu'il en soit, partout où l'industrie néglige les « corpuscules » pris individuellement, c'est-à-dire dans tous les « bureaux d'études » et la plupart des laboratoires, l'analyse classique demeure plus que jamais en usage

Les instruments mécano-mathématiques sont d'excellents « professeurs »

Ici s'impose, d'ailleurs, une remarque tirée de l'observation.

L'usage des instruments de calcul « mécanique » semble devoir confiner les calculateurs dans la routine ? Pas du tout ! Ecoutez plutôt...

A l'Institut de mécanique des fluides de Toulouse, l'éminent directeur M. Camichel (de l'Académie des Sciences) a dressé au calcul « mécano-mathématique » des « élèves-conducteurs » munis seulement d'une instruction *primaire supérieure*, nullement destinés, en principe, à devenir « ingénieurs ». Or, en utilisant les « intégraphes », et d'autres appareils, ces jeunes élèves ont appris *mieux qu'au tableau noir* les principes du calcul

différentiel. Tant et si bien qu'admis à se présenter à la section d'élèves-ingénieurs, plusieurs ont conquis leur diplôme.

Les « équations » traitées par équipes avec lesquelles M. Störmer a débrouillé le phénomène de l'aurore boréale

Voulez-vous un exemple de l'utilité des équations traitées « en quantité industrielle » ?

Voyez les courbes ci-jointes matérialisées par des fils de fer qu'on dirait tordus au hasard d'un incendie : ce sont les trajectoires des électrons qui, lancés par le Soleil incandescent et happés par le champ magnétique terrestre, viennent former au-dessus des pôles les aurores boréales. Ces aurores prennent tantôt la forme de draperies flottantes, tantôt celle de schrapnells qui explosent, tantôt celle d'une onde sinusoïdale... Il fallait expliquer cette diversité.

Le professeur Carl Störmer, de l'Université d'Oslo, fit appel à tous ses étudiants, leur divisa le travail en leur demandant de traiter, chacun, le cas d'une incidence particulière du faisceau électronique solaire sur les lignes magnétiques du champ terrestre. On se quitta en juillet. En octobre, retour de vacances,

— c'était un devoir de vacances, — pas une seule des trajectoires calculées ne parvenait à rejoindre le pôle terrestre ! C'était l'échec total.

L'année suivante, M. Störmer recommença son appel à la centaine d'étudiants mathématiciens qui se réunirent à son service. Mais, cette fois, il demanda que l'on traitât le problème « en sens inverse », c'est-à-dire en essayant de *retrouver* le chemin des électrons solaires, à partir du pôle terrestre boréal et en remontant vers le Soleil. Quatre

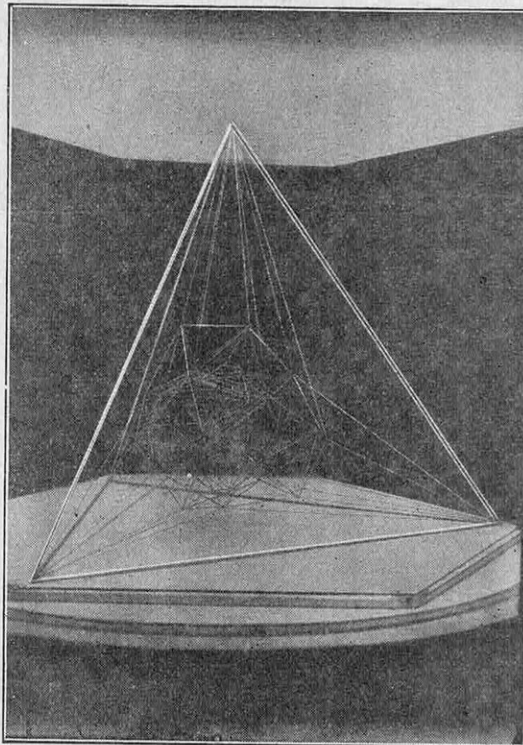


FIG. 7. — UNE PERSPECTIVE TRIDIMENSIONNELLE D'UN ESPACE A QUATRE DIMENSIONS
De même qu'en observant un cube à trois dimensions, un œil distingue trois faces, de même l'œil du géomètre considérant ici un polyèdre (complet, il est vrai) à quatre dimensions aperçoit 600 cellules, s'enveloppant les unes les autres, qui figurent chacune une face perspective du polyèdre en question.

étudiants sur cent vingt rapportèrent chacun une solution du problème, soit quatre trajectoires sur plus de cent étudiées.

De ce moment, le problème *total* se trouvait résolu : ce fut un jeu (de longue haleine, il est vrai) d'éliminer les courbes parasites et de formuler les équations des trajectoires par « familles » correspondant à autant de formes particulières d'aurores boréales.

Les « graphiques » correspondant à ces travaux couvrent plusieurs mètres carrés, dont chaque millimètre de coordonnée exige vingt minutes de calculs.

Cet exemple demandé à l'astrophysique ne diffère que par sa complexité exceptionnelle de tous ceux que pourraient également fournir des problèmes plus pratiques : le calcul d'un objectif, d'un miroir, d'une aile d'avion, d'une coque de navire, d'un pont de béton...

Et c'est ici qu'interviennent les appareils dont je vous ai laissé entrevoir le pouvoir magique.

Les voici.

Une industrie unique au monde : l'exploitation des mathématiques pures par la maison Coradi

Ce n'est pas une publicité. Je cite la « maison » Coradi, comme, au XIX^e siècle, tout savant aurait cité la « maison » Bréguet : elle n'a pas un concurrent au monde.

Elle ne fabrique que *sur commande, et sur mesure*, des appareils destinés à travailler en série, tout en défiant eux-mêmes la fabrication en série. La vitrine des appareils mathématiques Coradi est le joyau du Palais de la Découverte.

Procédons par exemples de *complexité croissante*.

Les astronomes ont besoin de mesurer avec une précision de l'ordre du centième de seconde d'angle les « coordonnées » polaires de chaque étoile, sur leurs clichés photographiques du ciel qui en contiennent des dizaines de mille. Quelle règle, quel compas et, surtout, quels opérateurs pourraient

assurer une telle besogne? Voici donc un « coordinatographe » Coradi sous lequel l'opérateur fait défiler, en tous sens, son cliché : il n'a qu'à noter les « coordonnées » de ses astres, à mesure que le chiffre en apparaît dans l'oculaire d'un microscope. Sans un tel appareil, les *cent vingt mille mesures* qu'exige la vérification de la loi d'Einstein touchant la déviation des « rayons stellaires » au voisinage du Soleil ne seraient pas encore terminées, ou demeureraient douteuses quant à leur précision.

Autre exemple. Voici une surface plane, aux contours bicornus, dont il s'agit d'éva-

luer l'aire avec une très grande précision, car cette surface représente une donnée expérimentale de grande importance. Les appareils qui se chargent de l'opération s'appellent des « intégrateurs ». Leur invention est ancienne. Leur principe consiste à faire parcourir (en aller et retour), par un *curseur*, le contour de la surface. Mais tout le succès (en précision) dépend d'une règle qui sert de base au mouvement cyclique du curseur. Cette règle peut être soit une *règle linéaire*, soit un *cercle*.

Les intégrateurs

Coradi utilisent les deux procédés. Mais la *règle linéaire* est immensément plus difficile à construire, métalliquement, que le cercle. Vous verrez dans la vitrine l'un de ces appareils dont la règle, de quelques décimètres, coûte autant que le reste de l'instrument : une dizaine de mille francs peut-être. Si le cœur vous en dit... Mais je vous ai prévenu, cette « industrie » des mathématiques n'a rien de « commercial ».

Autre exemple. Il s'agit, cette fois, de trouver la courbe « intégrale » dont les mesures expérimentales n'ont fourni que la courbe « dérivée ». C'est la courbe « intégrale » qui, seule, fournira la « loi » du phénomène étudié. L'opération demandée est l'une des plus malaisées du calcul infini-tésimal, à tel point que, dans l'immense majorité des cas, l'« intégration » mathé-

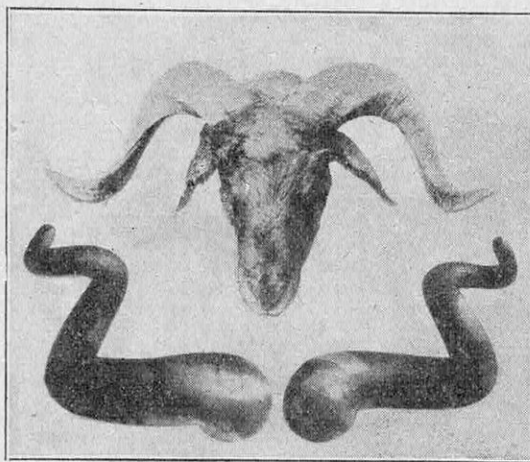


FIG. 8. — LE MOUFLON DE SARDAIGNE FAIT DE LA GÉOMÉTRIE SANS Y PENSER

Voici, en bas de figure, la surface mathématique que le géomètre a trouvée sur la corne du mouflon. Comme on le voit, après un redressement qui s'impose, la corne du géomètre pourrait passer sans inconvénient sur la corne du mouflon.

matique est impossible. L'« intégraphe » Coradi se charge de résoudre le problème avec une approximation à laquelle le calcul rigoureux, s'il était réalisable, n'ajouterait rien — puisque la courbe expérimentale (dérivée) est elle-même empirique, tracée *matériellement* sur une feuille de papier.

Autre exemple qui, cette fois, dépasse les forces du mathématicien le plus tenace. Voici une courbe qui semble tracée par un insecte zigzaguant au hasard sur le papier : un profil analogue à celui des Pyrénées ! C'est la courbe annuelle des *marées* observées heure par heure dans tel port de l'Atlantique. Il s'agit d'expliquer l'origine de ces dents de scie. L'« analyseur harmonique » Coradi y pourvoit : il résout la courbe annuelle (qu'a fournie le « marégraphe ») en autant d'*harmoniques* que l'on veut (voir plus haut ce que nous avons dit des « séries » de Fourier). Chacune de ces « harmoniques » se rapporte à une *cause* différente : l'attraction de la Lune, puis du Soleil, sur la mer ; la forme de la côte ; un ouragan qui est passé tel jour sur l'océan, etc. Cinquante harmoniques ne vous suffisent pas ? C'est le nombre de l'appareil « courant ». On vous fabriquera donc un analyseur spécial — pour quelques 100 ou 150.000 francs — qui vous donnera, si vous y tenez, cent cinquante harmoniques. Aucun cerveau humain ne peut, y passât-il sa vie, accomplir ce tour de force...

Les mystères de l' « espace » à trois et à quatre dimensions

Mais quittons le côté pratique des mathématiques, pour finir sur leur côté spirituel — celui de « jeu » que nous avons souligné.

Je vous ai parlé d'espaces « non-euclidiens » et « à plus de trois dimensions ». Jetez un regard dans cette vitrine : un polyèdre en fil de laiton y figure avec une perspective bizarre de cellules intérieures (au nombre de 600) s'enchaînant les unes aux autres. Qu'est-ce que cela ? Simplement la « coupe » perspective à *trois dimensions* (les figures en laiton ne se font jamais à plus de *trois dimensions* !) d'un polyèdre « invisible » (et pour cause), mais qui possède, lui, *quatre dimensions*. Une telle « coupe » — que justifie la géométrie, déjà citée, de Riemann — aboutit à la perspective de ces 600 « cellules ».

La mathématique transcendante et spontanée des êtres vivants

Un aspect non moins énigmatique des mathématiques, c'est celui des figures savantes que les plantes et les animaux souvent

les plus inférieurs — se plaisent à tracer.

Voyez ces « radiolaires » — êtres microscopiques. Leurs formes « polyédriques », garnies d'ornements inouïs sur leurs faces centrées, sur leurs sommets, sur leurs arêtes, épuisent les *cinq formes* classiques des polyèdres réguliers, tels que les découvrit Archimède.

Voyez ce paon qui fait la roue. Ses ocelles sont disposés suivant un faisceau de spirales d'Archimède.

Voyez cette corne de mouflon, tordue avec harmonie : on connaît l'équation de cette surface. Elle est très compliquée, mais très sûre. Le mouflon l'a construite en « vivant », simplement.

La vie serait-elle géomètre sans le savoir ? Et par quelle mystérieuse « intuition » les mollusques (ammonites) auraient-ils utilisé la spirale logarithmique des *millions d'années* avant que Bernoulli n'en découvrit, extasié, les propriétés au XVIII^e siècle ?

Bernoulli comparait cette courbe au « phénix », qui renaît de ses cendres, parce que chacun de ses éléments possède les mêmes propriétés que son centre — son « pôle », faut-il dire, puisque la spirale logarithmique s'enroule indéfiniment sur elle-même, autour d'un point central idéal. Elle est l'image de tous les problèmes de la science moderne.

C'est pourquoi, sans doute, dans le « bouddoir » de son stand — l'« antre du mathématicien », comme il le dénomme — où vous irez méditer, assis sur un divan circulaire, dans une salle circulaire à la frise de laquelle se succèdent les 707 premières décimales de π que l'Anglais Schanks eut, seul au monde, la patience de calculer, M. Sainte-Laguë a disposé un système projecteur qui déroule, sur la coupole blanche, sphérique, immaculée, une spirale logarithmique.

Les yeux fixés sur le pôle de la voûte, votre esprit aura l'illusion que la rotation spirale du tourbillon magique l'entraîne vers l'infini céleste. Vous « saurez » ainsi, d'intuition certaine, ce qu'est réellement une courbe « transcendante » ; vous comprendrez pourquoi certains animaux (les volailles) se laissent hypnotiser par une telle rotation, centrée sur l'infini. Mais c'est la supériorité de l'esprit humain de ne pas se laisser emprisonner par le mécanisme mathématique, danger qui peut toutefois menacer les plus orgueilleux.

Et vous sortirez de l'« antre » en vous écriant peut-être : « Moi aussi, je veux être mathématicien » — si vous ne l'êtes déjà.

JEAN LABADIÉ.

NOUVELLES APPLICATIONS DES ULTRASONS A LA MÉTALLURGIE, A LA CHIMIE, A LA BIOLOGIE

Par Jean HESSE

Les premières applications vraiment pratiques des ultrasons (1) — vibrations de même nature que le son, mais dont la fréquence s'étend de 16 000 cycles (2), limite supérieure d'audibilité, à plus de 800 millions de cycles — sont la résultante de recherches récentes, notamment du professeur Langevin (pendant la guerre de 1914-1918) sur la détection des sous-marins et le sondage ultrasonore (3). De nombreux travaux scientifiques entrepris par d'autres savants chercheurs ont abouti à mettre en évidence — au cours de ces dernières années — certaines propriétés toutes nouvelles de ce rayonnement, aussi bien dans le domaine de l'optique que dans celui de la chimie et de la biologie. C'est ainsi qu'on fait couramment appel aujourd'hui aux ultrasons pour l'examen des pièces métallurgiques massives, l'« activation (4) » de certains gaz en solutions liquides, l'homogénéisation des émulsions et des suspensions colloïdales, le dégazage des bains métallurgiques, la préparation des sérums et des vaccins, et surtout l'accélération de certaines réactions, si précieuses pour la synthèse chimique, etc. Ces méthodes, particulièrement originales, nécessitent une mise au point singulièrement délicate, qui se poursuit actuellement dans différents laboratoires consacrés à la recherche scientifique. Elles parviendront sans doute prochainement à faire du rayonnement ultrasonore un moyen puissant d'investigation pour effectuer le contrôle ou le traitement des opérations et des produits dans l'industrie.

LES ultrasons — vibrations mécaniques dont la fréquence est au delà de la limite de l'audibilité, c'est-à-dire environ 16 000 cycles — ont trouvé jusqu'ici leurs principales applications dans le sondage, la détection des obstacles sous-marins et dans les communications en mer (5).

Mais il est bien d'autres domaines dans lesquels ils sont susceptibles de trouver un emploi.

Pour produire des ultrasons jusqu'à 50 kilocycles, on utilise généralement l'émetteur à magnétostriction. Cet appareil comporte un barreau ou un tube en matière ferromagnétique peu coûteuse que l'on soumet à un champ magnétique alternatif intense. Ce champ provoque des compressions et des dilatations

périodiques du barreau, qui exécute alors des vibrations longitudinales.

Pour les fréquences plus élevées, on utilise le triplet piezoélectrique de Langevin (1), c'est-à-dire un cristal de quartz compris entre deux plaques minces d'acier. On obtient des ultrasons compris entre 50 et

200 000 kilocycles. Pour produire des ultrasons dans l'air, l'appareil le plus pratique est l'émetteur à jet d'air de Hartmann (fig. 1). D'une tuyère sort un courant d'air avec une vitesse plus grande que celle du son. Dans le sens de la longueur du jet, il se produit des variations régulières de pression. En mettant un résonateur dans une région de pression croissante, le résonateur est excité et émet des ultrasons. Cet émetteur ultrasonique est très puissant et capable de réaliser une grande échelle de fréquences.

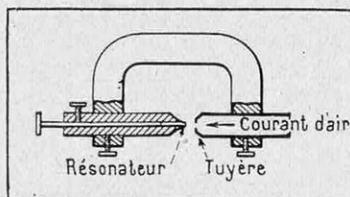


FIG. 1. — SCHÉMA DE L'ÉMETTEUR D'ULTRASONS A JET D'AIR DE HARTMANN

sante, le résonateur est excité et émet des ultrasons. Cet émetteur ultrasonique est très puissant et capable de réaliser une grande échelle de fréquences.

La diffraction de la lumière par les ultrasons

En 1932, Lucas et Biquard, en France, d'une part, Debye et Sears, en Amérique,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 438.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 78, page 467.

(2) Périodes par seconde.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 175, page 25.

(4) L'action des ultrasons, sur l'air dissous dans l'eau, par exemple, provoque la formation de bulles dont l'oxygène « activé » donne lieu à des réactions que l'oxygène ordinaire ne produit pas. Il en est de même pour l'azote, mais le mécanisme de cette « activation » est encore inconnu.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 437.

d'autre part, ont montré que, dans certaines conditions, un liquide traversé par une onde ultrasonore peut agir comme un réseau de diffraction optique (1).

Rappelons qu'un réseau est constitué par une série de fentes très fines de largeurs égales et séparées par des intervalles égaux. Si on fait tomber sur un réseau plan transparent tracé sur verre, par exemple, de la lumière blanche venant d'un collimateur dont la fente est parallèle aux traits du réseau, on obtient un spectre, dit « spectre de diffraction ». Ceci posé, dirigeons un faisceau lumineux (fig. 2) éclairant une fente sur une cuve contenant

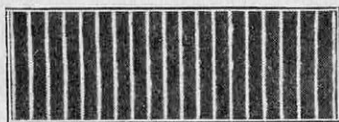


FIG. 3. — ONDES ULTRASONORES DE 4500 KILOCYCLES OBSERVÉES DANS DU XYLOL A L'AIDE D'UN DISPOSITIF STROBOSCOPIQUE

un liquide transparent, surmontée d'un quartz émetteur de très haute fréquence et de faible puissance; ce faisceau subit une diffraction que l'on peut observer sur un écran placé près de la cuve, diffraction d'autant plus grande que le trajet de la lumière dans la région troublée par les ultrasons est plus grand et que les ultrasons sont plus intenses.

La propagation de l'onde sinusoïdale ultrasonore dans le liquide se traduit en effet par une variation sinusoïdale de la pression et, par suite, de l'indice de réfraction.

Tout se passe comme si le liquide était décomposé en une succession de petites lentilles cylindriques, dont chacune donnerait une image de la fente, ces images se déplaçant à la vitesse de l'ultrason, vitesse négligeable par rapport à celle de la lumière.

Ces images peuvent être rendues visibles au moyen d'un dispositif stroboscopique et être observées au micro-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 364.

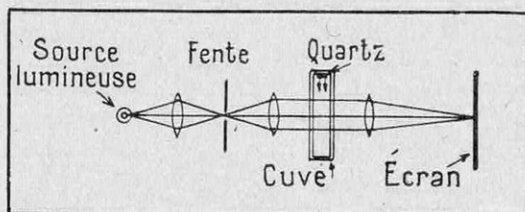


FIG. 2. — SCHEMA DE L'APPAREIL DE DEBYE ET SEARS MONTRANT LA DIFFRACTION DE LA LUMIERE PAR LES ULTRASONS

un liquide transparent, surmontée d'un quartz émetteur de très haute fréquence et de faible puissance; ce faisceau subit une diffraction que l'on

peut observer sur un écran placé près de la cuve, diffraction d'autant plus grande que le trajet de la lumière dans la région troublée par les ultrasons est plus grand et que les ultrasons sont plus intenses.

La propagation de l'onde sinusoïdale ultrasonore dans le liquide se traduit en

effet par une variation sinusoïdale de la pression et, par suite, de l'indice de réfraction.

Tout se passe comme si le liquide était décomposé en une succession de petites lentilles cylindriques, dont chacune donnerait une image de la fente, ces images se déplaçant à la vitesse de l'ultrason, vitesse négligeable par rapport à celle de la lumière.

Ces images peuvent être rendues visibles au moyen d'un dispositif stroboscopique et être observées au micro-

scope. Si on emploie comme liquide du xylol, on observe sans l'aide de stroboscope les ondes ultrasonores stationnaires (fig. 3). La distance entre deux franges voisines de diffraction permet de calculer la longueur d'onde ultrasonore dans le liquide et, par conséquent, la vitesse de propagation des ultrasons. En substituant à la fente un orifice de petit diamètre, on obtient des images de diffraction, situées de part et d'autre de l'image principale, qui permettent de calculer l'intensité et de déterminer la direction de l'ultrason à l'endroit exploré.

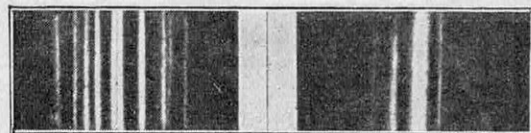


FIG. 4. — FRANGES DE DIFFRACTION DUES AUX ULTRASONS DANS LE CAS D'UN BARREAU HOMOGÈNE (A GAUCHE) ET D'UN BARREAU DÉFECTUEUX (A DROITE)

L'atténuation et la suppression partielle des franges décèlent la défektivité du barreau.

Examen et contrôle des pièces de fonte et d'acier

La diffraction de la lumière par les ultrasons a donné lieu à une application curieuse de ces derniers comme moyen de contrôle dans l'industrie, due à Sokoloff.

Il suffit de reprendre le dispositif de Debye et Seare et d'interposer entre l'appareil émetteur d'ultrasons (par exemple un quartz piezoélectrique) et la cuve la pièce de fer ou d'acier à étudier.

Si les franges de diffraction obtenues sont nettes, la pièce est homogène. Si les franges sont atténuées en disparaissant en partie, c'est qu'il existe des irrégularités telles que des fissures, des criques ou des vides, fig. 4 à droite.

Cette méthode s'applique surtout bien aux pièces de grandes dimensions, qu'on ne peut analyser alors au moyen

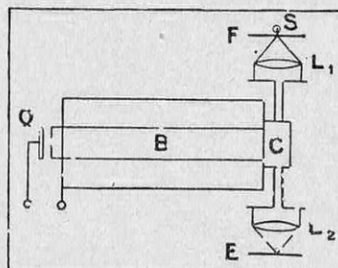


FIG. 5. — SCHEMA DE PRINCIPE DE L'EMPLOI DES ULTRASONS POUR L'EXAMEN D'UNE PIÈCE MÉTALLIQUE Q, émetteur en quartz; B, barreau à essayer; C, cuve; S, source lumineuse; F, fente; L₁, L₂, lentilles; E, écran.

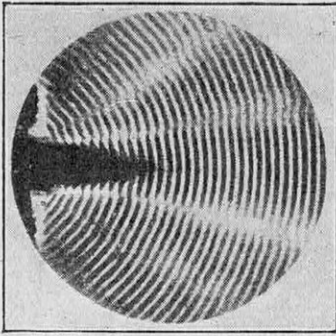


FIG. 6. — UN QUARTZ PIÉZO-ÉLECTRIQUE SPÉCIALEMENT TAILLÉ PERMET, GRACE AUX ULTRASONS QU'IL ÉMET, L'ÉTUDE DE SON ÉTAT VIBRATOIRE

Le dispositif proposé par Sokoloff est celui de la figure 5. Le quartz émetteur Q envoie dans le barreau B à vérifier des ondes ultrasonores. L'autre extrémité de la barre est au contact de la cuve C remplie de liquide. Une source lumineuse S éclaire une fente F , placée au foyer de la lentille L_1 de telle sorte que les rayons parallèles qui en sortent traversent la cuve C .

Ces rayons sont ensuite projetés au moyen d'une lentille L_2 sur un écran E , placé au foyer de L_2 .

Les ultrasons appliqués à l'acoustique et à la résistance des matériaux

Nous avons vu que l'on pouvait rendre visible le déplacement des ondes ultrasonores dans le liquide au moyen d'un dispositif stroboscopique. Il en résulte que, si l'on veut étudier la propagation du son émis par une membrane vibrante, on peut utiliser un modèle réduit de la membrane, sous forme d'un piézo-quartz spécialement taillé. On photographie alors le champ ondulatoire produit devant la membrane fig. 5.

Les ondes ultrasonores stationnaires permettent de déterminer

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 143, page 349.



FIG. 7. — GRACE AUX ULTRASONS, IL EST POSSIBLE DE PRÉCIPITER ET D'AGGLOMÉRER DES BROUILLARDS ET DES POUSSIÈRES EN SUSPENSION, PAR EXEMPLE DES FUMÉES DE TABAC COMME CI-DESSUS

de rayons X (1) qui sont absorbés. Le coefficient d'absorption des ultrasons est, par contre, très petit pour les solides. Les ultrasons ne sont pas absorbés par les métaux, au moins pour les fréquences allant jusqu'à 10 000 kilocycles.

Le disposi-

tif proposé par Sokoloff est celui de la figure 5. Le quartz émetteur Q envoie dans le barreau B à vérifier des ondes ultrasonores. L'autre extrémité de la barre est au contact de la cuve C remplie de liquide. Une source lumineuse S éclaire une fente F , placée au foyer de la lentille L_1 de telle sorte que les rayons parallèles qui en sortent traversent la cuve C . Ces rayons sont ensuite projetés au moyen d'une lentille L_2 sur un écran E , placé au foyer de L_2 .

les constantes élastiques des solides transparents. On observe en lumière polarisée les phénomènes de diffraction causés, les uns par les ondes longitudinales, les autres par les ondes transversales, dont on peut mesurer ainsi les longueurs d'onde. Cette méthode rappelle la méthode photoélastique (1), où les tensions internes que subit la matière au travail sont déterminées sur un modèle réduit en verre de l'ouvrage à construire.

Les ultrasons et les réactions chimiques

Il y a déjà quelques années que l'on a observé des actions remarquables des ultrasons soit sur l'accélération de certaines réactions chimiques (hydrolyse du diméthylsulfate), soit sur les colloïdes. C'est ainsi que les ultrasons ont permis d'obtenir des émulsions parfaitement stables d'huile ou de mercure dans l'eau, et surtout un grand nombre de solutions colloïdales des corps solides et liquides les plus différents.

En électrolysant certains métaux par l'eau et en employant une action ultrasonore énergique, Claus a obtenu une disper-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 132, page 491



FIG. 8. — SOUS L'ACTION DUN RAYONNEMENT ULTRASONORE LES PARTICULES DE FUMÉE VIBRENT, S'AGGLOMÈRENT ET SONT PROGRESSIVEMENT PRÉCIPITÉES

sion des métaux d'une finesse extrême.

Claus a pu également, à l'aide des ultrasons, augmenter la sensibilité des plaques photographiques : grâce à eux, il précipite et sensibilise le bromure d'argent avant de le septiser dans la couche de gélatine, et la fabrication d'une pellicule ne demande plus que quelques minutes. Enfin, dès 1933, Marinesco et Trillat signalèrent à l'Académie des Sciences qu'une irradiation ultrasonore de courte durée augmente la sensibilité des plaques, comme le ferait une courte exposition à la lumière.

Les ultrasons agglomèrent et précipitent les poussières en suspension (fig. 7 et 8). Cet effet de coagulation a été observé avec des fumées de tabac, d'anhydride phosphorique, d'acide chlorhydrique, etc...

Si l'on fait agir des ultrasons dans une masse d'eau contenant de l'air en solution, il se forme de nombreuses bulles d'air minuscules, qui exécutent de petits mouvements vibratoires. Ce phénomène est une conséquence de la *cavitation* (1). Ces bulles d'air possèdent des propriétés chimiques remarquables : l'oxygène qu'elles contiennent est activé et donne lieu à des réactions d'oxydation que l'oxygène normal ne donne pas. Les ultrasons peuvent également « activer » l'azote. Cette *activation* est d'une nature encore inconnue, jamais observée auparavant en chimie.

Les applications industrielles des ultrasons

Les curieux effets chimiques des ultrasons trouveront certainement une utilisation en

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 440.

N. D. L. R. — Les photographies qui accompagnent cet article nous ont été communiquées par la « Revue Industrielle ».

chimie industrielle et en métallurgie. On a déjà proposé de les employer pour accélérer la synthèse de l'ammoniaque et augmenter l'allure de certains procédés métallurgiques, ce qui permettrait d'opérer à température plus basse.

Enfin, les ultrasons chassent les gaz dissous dans les liquides, d'où leur utilisation possible au *dégazage* des bains fondus métalliques à densité élevée.

Les ultrasons en biologie

Le dernier domaine d'application des ultrasons est immense : c'est celui de la biologie.

Langevin avait observé, il y a longtemps, qu'au voisinage de son émetteur ultrasonore de petits poissons étaient paralysés et même tués.

Wood et Coomis ont constaté depuis les actions destructives des ultrasons sur les infusoires. Il semble que ce soit dû à l'air dissous qui, sous l'action des ultrasons, déchire partiellement ces organismes. Enfin, soumis aux ultrasons, des bactéries pathogènes peuvent perdre leur virulence, des bactéries luminescentes leur luminescence et le lait est stérilisé.

Il semble donc que l'application des ultrasons à la biologie soit pleine de promesses. De nombreux chercheurs étudient actuellement leur action sur les globules rouges du sang, sur d'autres liquides organiques et sur les microbes. Qui sait si, un jour, la médecine ne les utilisera pas comme elle a utilisé d'autres radiations dont l'emploi semblait limité à la physique et à la chimie ?

JEAN HESSE.

L'activité des laboratoires de recherches scientifiques — dans le domaine de la physique, comme dans celui de la biologie — laisse prévoir des découvertes plus ou moins sensationnelles ! Mais nos savants sont en avance de mille ans sur nos institutions et nos mœurs. Les législateurs, a-t-on dit, s'essouffent sur les pas des inventeurs. C'est l'impression qui se dégage d'un examen impartial et compréhensif des merveilleuses présentations au Palais de la Découverte. Ainsi, comme l'a dit un autre savant : « La Justice, par contre, est en retard sur la Science... ! » Mais la recherche désintéressée donne à l'esprit inventif cette liberté créatrice dont jaillit l'application technique. Le navigateur qui, pour la première fois, utilisa les résultats d'une observation exacte de la longitude n'appliqua-t-il pas sans le savoir une théorie imaginée quelque deux mille ans auparavant par des savants en mal de spéculations géométriques... En radioélectricité, le physicien allemand Hertz ne fut-il pas également le génial « découvreur », qui permit à l'« applicateur » italien Marconi de réaliser ses splendides procédés techniques de télégraphie sans fil et de poursuivre l'utilisation des micro-ondes au cours de ses patients travaux poursuivis jusqu'à sa mort.

PRENONS L'ÉCOUTE

PARITÉ NAVALE EN MÉDITERRANÉE

L'évolution continue des moyens mis en œuvre par l'Italie pour sa défense nationale appelle l'attention des autres grandes puissances militaires sur son potentiel « de guerre » actuel. Non seulement la motorisation d'un certain nombre de ses divisions témoigne des conceptions modernes de son état-major, mais encore le « plan » d'aménagement industriel actuellement en cours (1) attribue une large place aux fabrications de guerre (armée, aviation, marine). C'est surtout dans le domaine des forces navales (2) de l'Italie qu'apparaît le vigoureux et méthodique effort de réalisation destiné à poursuivre sa politique extérieure — en Méditerranée évidemment (3). Il va de soi que la France, dont la mobilisation militaire est notamment basée sur le transport de l'armée d'Afrique sur son territoire métropolitain, doit sans cesse se préoccuper de ce qu'il adviendrait de la liberté de ses communications maritimes en Méditerranée. La situation de la péninsule italienne entre les deux bassins (occidental et oriental) de cette mer intérieure comme celles de la Sicile et de la Libye (Afrique du Nord) incitent, par voie de conséquence, le Royaume-Empire à pousser activement son programme naval en vue de lui assurer — le cas échéant — le contrôle des lignes de communications françaises, et nul ne méconnaît — à commencer le Reich — la valeur de ce contrôle « naval » en cas de mobilisation générale. La Grande-Bretagne a, depuis longtemps, envisagé une telle perspective, qui, si elle se réalisait un jour, la menacerait sérieusement, elle aussi, au point de vue de ses « liaisons » avec notamment l'Égypte, la Palestine, bien que la route des Indes puisse être maintenue à travers l'Atlantique, par le Cap (4). Notre éminent collaborateur, M. La Bruyère, ne signalait-il pas, dernièrement, qu'un grand quotidien allemand avait récemment écrit que « l'Italie possédera, dans un délai relativement court, autant de bâtiments de combat que l'Angleterre en possède pour sa flotte méditerranéenne ». Nous avons déjà montré ici (5) comment le programme des constructions navales de l'Italie devait — à échéance relativement brève — aboutir à une telle conclusion. Bientôt, à côté des quatre anciens cuirassés modernisés, ou en voie de l'être, le corps de bataille de la flotte italienne comprendra une unité moderne de 35 300 t (cuirassé *Vittorio Veneto*, lancé le 25 juillet dernier) qui sera suivie d'une semblable (*Littorio*), de même tonnage (6). Dans la catégorie des croiseurs dits « lourds » de 7 000 t, il faut déjà compter avec 7 bâtiments modernes mieux protégés que ceux appartenant à la même catégorie en France, puis vient la catégorie des bâtiments plus « légers », qui comprend 12 unités d'un tonnage global d'environ

(1) On sait que, pour l'aménagement de l'Éthiopie, un plan sexennal a été établi. Par contre, pour la Métropole, aucune « période » n'a été fixée.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 309.

(3) Certains journaux italiens — qui, dans une nation totalitaire, traduisent évidemment l'opinion officielle — ont affirmé récemment que cette interprétation n'était pas conforme à la réalité des faits.

(4) A ce point de vue, la presse italienne conclut que, par conséquent, la Méditerranée ne constitue pour l'Angleterre qu'un facteur secondaire.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 183.

(6) Ces deux cuirassés doivent entrer en escadre avant la fin de 1939 alors que les 2 nôtres de même tonnage (*Jean-Bart* et *Richelieu*), ne seront pas prêts avant 1942.

75 000 t ; mais la marine française en possède également une dizaine, soit au total près de 85 000 t. La différence est minime. Dans la classe des destroyers (ou contre-torpilleurs), l'Italie compte un nombre de navires sensiblement égal à celui de la France (76 unités). Par contre, le tonnage global de nos destroyers (contre-torpilleurs) est notablement plus élevé : 131 000 t (environ) contre un peu plus de 87 000 t. Mais c'est dans le domaine de la navigation sous-marine qu'apparaît par contre une disproportion marquée — et cela dans un avenir relativement prochain — entre le nombre des sous-marins italiens et celui des sous-marins français (Italie, 83 en service ou en construction en 1937 ; France, 81 en 1937). Les tonnages respectifs de la flotte sous-marine pour chacune des deux nations ont actuellement de 78 200 t pour la France et 65 000 t pour l'Italie (1). Ainsi, ce bref exposé impartial permet de comparer l'état actuel des deux flottes en tenant compte des programmes en cours. On peut donc envisager comme prochaine l'équivalence des deux marines. Quant aux forces aériennes — que nous examinerons en temps opportun — il va de soi qu'elles complètent logiquement et efficacement les forces navales, surtout dans une mer intérieure dont la plus longue traversée n'exige que quelques heures de vol. Ceci dispense du reste l'Italie de construire des navires porte-aéronefs, alors que la flotte française (de par sa situation géographique) doit, au contraire, en construire et y consacrer, dans ses programmes, un tonnage important et un budget onéreux (2). C'est toute la question de la concentration des forces navales qui se pose aussi : l'Italie n'a qu'une flotte à concentrer dans le bassin méditerranéen alors que la France est obligée de répartir la sienne entre l'Atlantique et la Méditerranée.

LES NOUVELLES VEGETTES LANCE-TORPILLES DES GRANDES MARINES MILITAIRES

Tour à tour les marines des grandes puissances navales adoptent la vedette lance-torpilles. L'Italie qui lui était restée fidèle depuis les succès de ces petits

(1) Il faut remarquer que les sous-marins italiens sont plus petits que les nôtres, destinés qu'ils sont à opérer dans une mer intérieure alors que les sous-marins français de tonnage plus élevé (il y en a de 3 000 t) ne sont pas utilisés en Méditerranée.

(2) En présence de l'évolution de la puissance navale italienne, la France et l'Angleterre ont, elles aussi, envisagé le développement de leurs flottes militaires, sans oublier la reconstitution récente et rapide de celle du Reich. Déjà, le cuirassé *Dunkerque* (26 600 t) sera bientôt suivi du *Strasbourg*, de même tonnage ; puis viendront les cuirassés de 35 000 t, *Richelieu* et *Jean-Bart*. Les récentes économies décrétées par le gouvernement français, dans les différents budgets, auront certainement pour conséquence de retarder non seulement le vote des nouveaux crédits pour les futures « tranches » du programme naval, mais encore de ralentir l'exécution des travaux en cours, notamment en ce qui concerne nos cuirassés de 35 000 t. De plus, il est possible que le ministère de la Marine s'efforce d'obtenir des crédits pour construire 2 autres cuirassés à peu près semblables. Notre corps de bataille comporterait alors d'ici quelques années (1942, par exemple) 6 unités modernes, ce qui permettrait à la marine française, dans cette catégorie des gros bâtiments, de surclasser ses rivales. Il est également question d'accroître le nombre des croiseurs (de la catégorie A) de 8 000 t, de remplacer les contre-torpilleurs (destroyers) trop anciens, de construire de nouveaux sous-marins, et aussi un navire porte-avions de l'ordre de 16 000 t, pour accompagner nos escadres en haute mer (Océan, etc.). D'ici 1940-1942, l'équilibre des forces peut donc se modifier à l'avantage de la France, car les crédits nécessaires à la réalisation d'un tel programme ne peuvent être consentis que par les nations les plus riches, capables de faire cet effort au point de vue financier. Souhaitons que cela soit « dans nos moyens » prochainement. C'est ainsi que, de son côté, la Grande-Bretagne accomplit actuellement pour sa défense nationale cet effort financier, qui est l'un des plus considérables enregistrés à ce jour : 150 milliards de francs (valeur en or fixée par loi monétaire d'octobre 1936, modifiée par celle de juillet 1937) répartis sur cinq années. Si la marine anglaise possède actuellement 15 bâtiments de ligne quelque peu démodés (d'un tonnage avoisinant 35 000 t par unité), elle construit en ce moment 5 autres cuirassés ; elle a, en outre, décidé de doubler le nombre de ses croiseurs, de renouveler ses destroyers, de renforcer ses bases navales anciennes et d'en aménager encore de nouvelles (notamment Larnaka, dans l'île de Chypre, et Caiffa, en Palestine, à 100 km au nord de Jérusalem), qui constitueront des points d'appui formidables pour ses navires et ses forces aériennes. N'a-t-elle pas déjà laissé entendre que, dès 1938, ces dernières comprendraient un nombre plus que doublé d'appareils ! Mais chacun sait que la Grande-Bretagne se montre toujours fort discrète sur la quantité et la qualité de ses programmes d'armement. Ce ne sont donc là que des probabilités et non des certitudes en ce qui concerne l'aviation. Quoi qu'il en soit, ce facteur décisif peut — à plus ou moins brève échéance — modifier la répartition des forces dans le monde. Et puis, au point de vue défense nationale, il n'y a pas que la puissance des armements, il y a aussi et la puissance financière de la nation et la quantité de calories (énergie de ses combustibles solides, liquides) dont elle dispose pour accroître son potentiel industriel, c'est-à-dire, en fin de compte, ses fabrications de guerre...

navires en Adriatique au cours de la guerre 1914-1918 en possédait 39 au 1^{er} janvier 1937 et 27 sont en construction. Ce sont les M. A. S. (Motoscafi antisommergibili) de 18 à 36 t. L'Allemagne en a construit 18 de 1929 à 1936, dont 17 de 50 t et 1 de 20 t. D'autres seraient actuellement en chantier. La Grande-Bretagne, en dehors de quelques « échantillons » déjà anciens, en a commandé 2 séries de 6 chacune ; la première série est entrée en service en 1936 — la seconde série entrera en service en 1937. Ces vedettes appelées M. T. B. (Motor Torpedo Boats), d'une longueur de 18 m environ, sont propulsées par 3 moteurs (puissance totale 1 500 ch) à la vitesse de 40 nœuds (rayon d'action de 500 milles à la vitesse de 20 nœuds seulement).

Toutes ces vedettes lance-torpilles présentent un point commun : leur armement principal est constitué par 2 tubes lance-torpilles. Cette orientation dans la construction navale vers le petit navire de combat tendrait à prouver que ce genre de bâtiment qui avait subi bien avant-guerre (surtout de 1875 à 1900) sous la forme des torpilleurs de faible tonnage (moins de 100 t) l'épreuve de l'expérience et qui n'était pas sorti à son avantage, est de nouveau en faveur. C'est qu'alors le torpilleur était à cette époque « mangé » par la mer en cas de mauvais temps, chavirable (comme l'ont montré de nombreux accidents) et propulsé par machine à vapeur, c'est-à-dire demandant au moins trois heures pour la mise en marche. Il perdait de plus rapidement sa vitesse (dès qu'il y avait un peu de mer), était aveugle, puisqu'il n'avait pas le moyen de s'« éclairer » pour rechercher l'ennemi ; il avait été enfin destiné, au cours de manœuvres trop ambitieuses, à un rôle qu'il ne pouvait pas tenir. Au contraire, la vedette moderne aux formes bien étudiées pour lui faire « lever à la mer » et rejeter l'embrun, relativement stable, toujours prête à « marcher », grâce à l'adoption du moteur à explosion ou du moteur à combustion type « Diesel », atteint maintenant de plus grandes vitesses (dessin de ses lignes d'eau). Elle est en outre éclairée par les avions, à grande distance. Son grand rayon d'action, en raison de la faible consommation de ses moteurs s'est considérablement développé. Elle a trouvé pendant la guerre de 1914-1918, en évoluant dans les mers fermées où elle peut exécuter un raid rapide d'une côte à l'autre, l'emploi rationnel des qualités militaires qui lui sont propres.

LE DÉVELOPPEMENT DES NAVIRES A MOTEURS DANS LA MARINE MARCHANDE

Notre éminent collaborateur M. Gautier, ingénieur en chef du génie maritime, a signalé récemment les nouveaux progrès réalisés dans le domaine des navires à moteurs aussi bien au point de vue du tonnage global que de la puissance installée. C'est la Grande-Bretagne qui arrive au premier rang en 1936 avec 305 260 ch, puis l'Allemagne avec 167 800 ch, le Japon (116 700), la Suède (106 200), le Danemark (73 700), la Hollande (27 700), l'Italie (24 500), la France avec seulement 13 500 ch (1) de puissance totale installée l'an dernier, représentant l'équipement de 4 navires d'un tonnage supérieur à 1 000 tonnes, alors que l'Angleterre en a construit 53 et le Reich 32 ! La plupart des armateurs — sauf en France, qui occupe le huitième rang dans cette énumération — ont grande confiance dans l'avenir du moteur Diesel appliqué à la marine marchande : paquebots, cargos (2), pétroliers, ferry-boats, etc.

(1) La flotte marchande française comprend actuellement une proportion très faible (vraiment surprenante par rapport aux autres nations) de navires à moteurs, alors que ses concurrents étrangers accroissent au contraire le pourcentage des « motorships » pour l'exploitation du trafic mondial. Ainsi, sur neuf pétroliers français récents, un seul — le plus grand du reste — est équipé avec des moteurs Diesel. Ce magnifique bâtiment de 21 300 t, lancé cette année même, « manutentionne » à l'heure 2 000 t de pétrole et est destiné au transport du naphthé (en provenance de l'Irak) vers les raffineries de notre littoral métropolitain (Le Havre, Etang de Berre, notamment).

(2) Les armateurs anglais ont fait construire des cargos dits « économiques », propulsés par un seul moteur dont les gaz d'échappement sont ingénieusement utilisés pour fournir la vapeur aux appareils auxiliaires de bord. Cette solution paraît très intéressante au point de vue des économies réalisées par ce nouveau dispositif, récemment imaginé par les ingénieurs britanniques.

Les plus beaux spécimens de ces flottes commerciales sont représentés par de magnifiques unités telles que, notamment, le paquebot anglais de 25 000 t *Stirling Castle*, de 30 000 ch, et les paquebots italiens *Saturnia* (50 000 ch effectifs) et *Vulcania* (35 000 ch effectifs) qui ont été mis en service le premier en juin 1929, le second quelques mois auparavant (décembre 1928). Ils assurent depuis lors sans défaillance la liaison Italie-Amérique du Nord et dans des conditions d'économie des plus satisfaisantes.

QUELQUES STATISTIQUES « ÉCONOMIQUES » A MÉDITER

La statistique générale de la France est toujours intéressante à consulter : elle nous apprend notamment que l'indice des matières industrielles qui s'établissait à 501 en janvier dernier atteignait 546 en fin mai, alors que celui des produits agricoles (alimentaires) est passé pendant la même période de 528 à 516. En décembre 1936, il était de 513 alors que celui des produits industriels était par contre de 488. Donc en six mois (décembre à mai inclus), l'indice industriel a gagné 58 points ; l'indice agricole 3 points seulement. Le revenu du travail de la terre n'a pas été, comme on voit, « valorisé » dans les mêmes proportions que celui des usines. On peut même ajouter que les prix agricoles ont *relativement* baissé au cours des premiers mois de 1937, et, constatation encore plus grave du point de vue social : la capacité de consommation des ouvriers des villes s'est — heureusement — améliorée, mais celle des ouvriers des campagnes (ou cultivateurs exploitant eux-mêmes), au contraire, a diminué. Or, ne perdons pas de vue qu'en France, pays agricole par excellence, la paysannerie représente une fraction très importante — sinon la plus importante — de la population. Pour qu'une nation soit bien équilibrée, il importe qu'ouvriers et paysans soient également traités du point de vue économique et social. Il importe aussi, pour la prospérité nationale, que ses prix de revient (produits *manufacturés* ou plus exactement *machinofacturés*) ne soient pas plus élevés que ceux des concurrents étrangers. Or, actuellement (en mai 1937 par rapport à mai 1936), la hausse des prix était de 15 % aux Etats-Unis, environ 23 % en Grande-Bretagne, et de plus de 41 % en France. Ces variations et ces relations de *prix de gros* sont assez inquiétantes pour notre marché extérieur, mais aussi pour notre marché intérieur (d'où la demande d'une nouvelle protection plus efficace pour de nombreux produits). Quant aux *prix de détail*, en un an (printemps 1936-printemps 1937), leur hausse était de 7% seulement en Angleterre contre 28 % en France. Si savoir c'est comparer, on peut dire en toute objectivité que statistiques et enquêtes sont d'accord pour nous inciter à protéger à la fois notre *production* et notre *travail* par une économie mieux adaptée aux circonstances. Qu'advient-il du salaire de l'ouvrier (même majoré) si on ne pouvait lui maintenir son « niveau » de vie ?

FERRAILLES A VENDRE ?

Les programmes d'armement généralisés et intensifiés, la reprise économique dans la plupart des pays du monde, sans oublier le facteur spéculatif, avaient déterminé une pénurie relative de matières premières qui commence à s'atténuer, mais qui a compromis singulièrement l'évolution normale de nombreuses industries. Parmi celles-ci, la sidérurgie est aux prises avec certaines difficultés pour ses approvisionnements, depuis que la consommation d'acier a rapidement augmenté en Europe comme en Amérique. (Aux Etats-Unis, pendant le premier trimestre de cette année, on a enregistré une production d'acier de 14 500 000 t environ contre moins de 9 500 000 t pendant la même période de 1936). On sait que, pour produire l'acier, il faut du coke, du minerai et des déchets ferreux provenant des pièces métalliques en acier, en fer, jetées au rebut (riblons, ferrailles, rails usagés, déchets de fabrication, etc.). Ces matières sont indispensables à l'obtention de l'acier par le procédé *Martin-Siemens*, en opposition au procédé *Thomas* (dit « basique ») qui a le mérite

d'utiliser les minerais phosphoreux, mais donne, par contre, des produits de moins bonne qualité. Le premier fournit, en effet, des aciers bien supérieurs à ceux obtenus par le procédé Thomas, à tel point que, dans certains pays, il représente environ 91 % de la totalité de l'acier produit (Amérique, Japon, Angleterre, etc.). Dans les autres pays, qui possèdent dans leur sous-sol du minerai de fer phosphoreux, c'est évidemment le procédé Thomas qui s'impose, car il permet seul de traiter ces minerais qui contiennent plus ou moins de phosphore (élément nuisible à éliminer). C'est notamment le cas de la France (70 % de la production), de l'Allemagne (50 % environ). Ceci explique donc pourquoi les fournisseurs d'acier Martin ont besoin non seulement de minerai (quasi exempt de phosphore), mais encore de *ferrailles*, et cela d'autant plus que la demande de la clientèle s'intensifie. C'est pour cette raison, ainsi que nous l'avons signalé antérieurement (1), que l'Angleterre, qui, jadis, vendait à l'étranger une partie de « sa ferraille », en importe aujourd'hui et encore pas autant qu'elle le désirerait (plus de 1 million de t importées en 1936 contre moins de 500 000 t en 1935). Il en est de même des autres nations où le procédé Martin constitue le principal mode de production d'acier. (Le Nippon a acheté 1 million 1/2 de t de ferrailles en 1936, ce qui constitue un record.) Les fournisseurs de ferrailles (2) les plus importants en Europe sont la France et la Belgique. En Amérique, ce sont évidemment les Etats-Unis qui exportent chaque année 2 millions de t (environ) de ferrailles à travers le monde. Il va de soi que cette ferraille, en période normale d'exploitation, remplaçait pour une grande partie — et économiquement — le minerai de fer lui-même, ce qui est démontré par les statistiques. En effet, alors que la production mondiale de l'acier croissait, l'extraction du minerai ne suivait pas la même courbe ascendante (300 % par exemple, depuis le début du siècle, pour l'acier contre 75 % seulement pour le minerai). On sait qu'en Europe les plus riches pays producteurs de minerai de fer sont la France et la Suède, qui exportaient bon an mal an (en 1936) respectivement quelque 18 millions de t et 11 millions de t. Il faut citer ensuite l'Espagne et l'Afrique du Nord. Quant aux Etats-Unis, ils trouvent dans leur propre sous-sol tout le minerai dont ils ont besoin. En outre, il est probable que de récents gisements mis en exploitation en Afrique (colonie britannique de Sierra-Leone), aux îles Philippines (archipel américain de la Malaisie), sans oublier la Chine et le Mandchoukouo, etc., contribueront à accroître les ressources en minerais au profit des sidérurgistes internationaux qui s'en partageront les importations pour alimenter leurs hauts fourneaux (fonte) et leurs aciéries (fers et aciers). Et voilà pourquoi les « aciéristes » Martin-Siemens se sont disputé les ferrailles, — ces précieux résidus de l'industrie moderne, — qui prennent d'autant plus de valeur que l'on s'achemine vers une activité productrice se rapprochant de plus en plus de la consommation normale enregistrée pendant les années de prospérité économique (3).

CINÉMA ET TÉLÉVISION

Dans une interview récente, le grand savant Marconi, qui vient de mourir, a exposé ses vues sur l'avenir de la télévision aussi bien dans ses applications au

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 385.

(2) L'Allemagne, grosse consommatrice de produits ferreux, ne peut assurer, en quantités suffisantes, les approvisionnements en matières premières de ses puissantes aciéries. Aussi fait-elle prospecter minutieusement son sous-sol pour y déceler de nouveaux gisements. De plus, il y a longtemps que les autorités d'Empire ont rendu obligatoire la récupération de tous les vieux métaux sur l'ensemble du territoire allemand.

(3) L'Entente internationale des Ferrailles (réunions de Venise et de Dusseldorf) est parvenue à un accord en ce qui concerne les prix et les contingentements des ferrailles sur le marché international, de façon que les gros importateurs (le Japon en tête, avec 1 500 000 t par an, puis l'Angleterre avec 1 million de t au moins et l'Italie avec 900 000 t, etc.), ne soient plus aussi désavantagés par rapport aux exportateurs maîtres du marché : Etats-Unis (2 millions de t), France (670 000 t), Belgique (540 000 t). De cette façon, une hausse spéculative des prix a pu être évitée. En France, l'organisation du marché intérieur a fait l'objet de laborieuses discussions pour éviter la hausse injustifiée des prix et mieux assurer la régularité des approvisionnements, parfois suspendus faute de transactions ! Dans ce domaine, — comme dans bien d'autres, — la spéculation avait dépassé les limites de la consommation.

cinéma que dans celles se rapportant à la défense nationale. Après s'être inscrit en faux contre toutes les fantaisies concernant de soi-disant inventions utilisant les *Ondes* pour arrêter les moteurs des avions ou des tanks, ou créer « le rayon de la mort », l'illustre physicien auquel le monde doit la réalisation pratique de la T. S. F. (comme on disait alors, car il s'agissait vraiment, à cette époque, de télégraphie sans fil) a envisagé, par contre, l'avenir de la télévision pratique dans certains domaines encore inexploités.

Nous sommes encore loin, selon lui, du jour où le grand public pourra acquérir, à des prix abordables, des appareils susceptibles de lui procurer le cinéma à domicile. Par contre, il n'a pas caché que des recherches scientifiques, actuellement en cours dans certains laboratoires italiens, pouvaient conduire, assez rapidement, à des applications techniques du point de vue militaire. Il s'est évidemment montré réservé à ce sujet. Quoi qu'il en soit, il est probable que, d'ici un temps relativement court, la télévision apportera une transformation profonde dans les industries du cinéma. Un Américain, M. Lasky, dont l'autorité s'est depuis longtemps affirmée dans la production du film à Hollywood, n'a-t-il pas déclaré dernièrement que celui-ci subirait tôt ou tard une transformation totale grâce aux progrès de la télévision ? Il ajoutait que cette révolution serait encore plus brutale que ne le fut, il y a quelques dizaines d'années, celle réalisée par le passage du film muet au film sonore. Si tout parfaitement technique, toute découverte scientifique n'intéressent le public qu'à l'époque précise où il peut en jouir couramment, par contre elles préoccupent déjà, et à juste titre, les industriels avertis qui pressentent des bouleversements dans leur production actuelle.

On conçoit dès lors que les grandes compagnies cinématographiques américaines se demandent si, dans un avenir rapproché, leur vaste clientèle actuelle ne désertera pas les salles de cinéma pour assister « at home » à la projection de la dernière création filmée grâce au télécinéma (1)... Savoir, c'est prévoir, et M. Lasky n'a pas dissimulé qu'aux États-Unis certaines difficultés techniques touchant au radiocinéma étaient maintenant *résolues*. Il a même affirmé que des appareils récepteurs et émetteurs (sons et images) étaient depuis peu suffisamment au point, et que l'on envisageait d'ores et déjà leur fabrication en grande série, ce qui évidemment abaisserait considérablement le prix de revient et, par suite, les prix de vente. Si cette perspective devenait une réalité à bref délai, il va de soi que l'industrie du film — telle que nous la concevons encore aujourd'hui — en serait singulièrement bouleversée.

Mais les hommes de progrès sont précisément ceux qui savent s'adapter aux conditions nouvelles d'une industrie. Il paraît donc à peu près certain que les grandes sociétés cinématographiques sauront s'entendre avec leurs concurrents détenteurs des brevets nouveaux (télécinéma, etc.), pour que le bénéfice de cette industrie nouvelle dérivée de la télévision ne leur échappe pas — du moins en totalité. Rappelons-nous du reste qu'il faut un certain temps pour qu'une invention, *même mise au point au laboratoire*, passe sur le plan des réalisations industrielles. M. Marconi, en homme de science, nous a prouvé qu'il pratiquait le doute cartésien et la patience ; M. Lasky, en businessmann, prend peut-être ses désirs d'aujourd'hui pour des réalités immédiates pour demain.

(1) Notre éminent collaborateur M. Louis Lumière a fait connaître récemment son point de vue à ce sujet. La *télévision*, c'est la transmission à distance de l'image d'êtres vivants, réalisée grâce à l'exploration du sujet par un faisceau lumineux qui, après réflexion sur lui, frappe une cellule photoélectrique transformant en courants électriques variables les différences de teintes de ce sujet. Pour une transmission correcte, il faudrait décomposer la scène à téléviser en centaines de millions de points et cela 25 fois par seconde, afin de reproduire le mouvement. Or, la cellule ne peut réagir qu'à des millions de variations d'éclairage pendant 1/25 de seconde. L'image obtenue à la réception manque donc de netteté. En outre, la télévision, qui coûte cher, ne peut être encore « vulgarisée » en raison de son imperfection même. Elle demeure donc jusqu'ici du domaine du laboratoire.

Par contre, le *télécinéma* consiste à prendre un film d'une scène, à le développer et à le transmettre. L'image objet est donc de plus faibles dimensions que la scène animée réelle et, de plus, on peut l'éclairer plus fortement. Déjà le délai nécessaire entre la prise de vue et la transmission est inférieur à une minute (développement rapide). Le télécinéma offre donc, dès maintenant, des possibilités industrielles que l'on ne peut encore envisager pour la télévision proprement dite.

LA LOCOMOTION MÉCANIQUE EN ALLEMAGNE ET SA POLITIQUE DE L'ÉNERGIE

La politique économique de l'Allemagne — depuis dix ans bientôt — s'est sans cesse orientée vers la production des carburants et combustibles solides, liquides, gazeux destinés à l'alimentation des moteurs à carburation ou à combustion interne pour la locomotion mécanique. Elle entreprit d'abord la recherche méthodique de naphte dans son sous-sol (forages atteignant 1 000 m de profondeur et même plus), ce qui eut pour résultat de lui fournir l'an dernier, près de 550 000 t de pétrole naturel. C'est peu évidemment pour les immenses besoins du Reich, qui dépassent 2,7 millions de t (1), soit à peine 0,2 ! C'est pourquoi, notamment, l'essence de synthèse a pris si rapidement un tel essor en territoire germanique pour diminuer le plus possible les importations d'essence étrangère et économiser ainsi les réserves — déjà si réduites — de devises étrangères appréciées. Aussi, on peut affirmer que si dès 1935, l'Allemagne a consommé environ 2 millions de t d'essence, elle n'en avait plus, par contre, acheté au dehors que 55 %, alors que, cinq ans auparavant, elle avait dû en importer plus de 94 % ! La politique économique allemande, dans ce domaine économique, a été conditionnée par l'essor particulièrement rapide de la motorisation, qui a commencé en 1933 et est actuellement en plein développement. En effet, en moins de cinq années, la consommation en carburants a augmenté de près de 33 % pour l'essence, plus de 20 % pour le benzol, 50 % environ pour le gas oil (Diesel pour moteurs fixes, moteurs marins, moteurs pour la traction automobile ou ferroviaire, etc.). Sur ces 50 % de gas oil, à peine 10 % de ce carburant provenait du territoire national. Le gas oil offre cependant l'avantage de coûter moins de la moitié par rapport au prix de l'essence (qui coûte près de 40 pfennig le litre actuellement). Avec la ténacité et la méthode que tout esprit impartial doit reconnaître à l'organisation allemande, celle-ci a cherché, en outre, à utiliser d'autres sources d'énergie mécanique. Ce furent, tout d'abord, les combustibles gazeux et les gaz liquéfiés qui proviennent — entre autres — du cracking et des opérations de synthèse effectuées dans l'industrie pétrolière (butane, propane, employés couramment aujourd'hui pour les moteurs de traction mécanique). L'an dernier, cette production a atteint plus de 25 000 t. Dans le même ordre d'idées, on utilise aussi aux environs des grandes agglomérations le gaz d'éclairage (stations de compression) et aussi les gaz des cokeries (sidérurgie). Celles-ci fournissent un élément précieux : le benzol, dont la production a été notablement intensifiée, grâce à des procédés plus rationnels d'extraction et de récupération d'un meilleur rendement. A ce point de vue, ce sont les cokeries de la Ruhr qui produisent le plus de benzol pour moteurs : près de 250 000 t actuellement.

On sait enfin que le Reich a prescrit l'addition d'alcool éthylique dans l'essence. L'essence vendue dans le commerce comme carburant pour l'automobile en renferme obligatoirement de 20 à 30 % ; aussi, depuis le décret du 1^{er} août 1930, on a enregistré une plus forte consommation d'alcool éthylique (alcool ordinaire) pour les moteurs, qui est passée de 500 000 hl (environ) à plus de 2 200 000 hl en 1935 (dernière statistique parue). Les raffineries allemandes de pétrole payent cet alcool à l'Etat 50 mark l'hectolitre (2). Quant à l'alcool méthylique (méthanol), il est également assujéti à la même réglementation que l'alcool éthylique (éthanol), depuis le décret du 15 août 1935. Cet alcool est obtenu synthétiquement à bas prix, mais il n'est miscible à l'essence qu'en présence d'éthanol ; aussi, le Reich le livre-t-il à la consommation sous forme de mélange (dans le rapport 8 de ce dernier alcool pour 2 du premier) ; il est vendu à raison de 44 mark (environ) l'hectolitre. Enfin, un décret plus récent encore (1^{er} octobre 1936) prescrit la vente obligatoire du carburant essence-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 76 ; n° 215, page 402 ; n° 223, page 54 ; n° 226, page 296 ; n° 231, page 218.

(2) Le prix de l'alcool destiné à la carburation vient d'être ramené (1^{er} juillet) à 39,25 R M l'hectol.

alcool à 11 % (mélange *binnaire*), soit deux autres mélanges, ceux-là *ternaires*, qui contiennent respectivement 3 ou 4 % d'alcool ordinaire.

L'économie allemande n'a pas non plus négligé l'emploi des véhicules automobiles à *vapeur* qui présentent sur le moteur à carburation (à essence) et le moteur à combustion interne (à gas oil, genre Diesel) l'avantage d'être plus souples, de ne pas nécessiter de boîte de vitesses, d'autoriser les grandes accélérations (au démarrage), etc. Il existe en Allemagne un certain nombre de camions de ce genre, chauffés au mazout, pour produire la vapeur nécessaire à ce mode de propulsion.

A ce propos, signalons que l'Angleterre a, elle aussi, appliqué ce principe, mais la chauffe utilise de préférence la houille ; près de 10 000 véhicules ainsi équipés circulent actuellement en Grande-Bretagne.

Il va de soi que le Reich a fait également appel au gazogène (1) — production de gaz pauvre — pour ses moteurs de traction qui utilisent alors les carburants dits « forestiers » pour les véhicules industriels, les autorails, les remorqueurs fluviaux, les péniches automotrices et même les automobiles de tourisme. Bien que ce procédé présente encore certains inconvénients (2), il offre toutefois l'avantage d'être économique, d'utiliser un produit essentiellement national, et de ne nécessiter que d'assez simples transformations des moteurs ordinaires (à essence, notamment), pour ce mode de traction au gaz pauvre. Récemment ont été mis aux essais, sur le Rhin, des remorqueurs à gaz pauvre d'anhracite à pouvoir calorifique notablement plus élevé que le coke, employé jusqu'ici sur les remorqueurs, et dont la densité, plus grande que celle du coke, diminue l'encombrement et, par suite, augmente évidemment la capacité des soutes.

N'oublions pas, en terminant cet inventaire général des ressources d'énergie où puise l'Allemagne, les applications de l'électricité, soit sous forme d'accumulateurs, soit sous forme de Diesel électriques, notamment pour l'exploitation ferroviaire par autorail actuellement en plein essor.

NOUVEAU BOMBARDIER AMÉRICAIN

Le programme américain des constructions aéronautiques destinées à l'« Air Corps » consiste à doter l'armée aérienne des États-Unis de nouveaux avions de bombardement puissants et rapides. C'est ainsi que le nouveau bombardier bimoteur *Gleen-L. Martin* (3) a été livré en grande série (première livraison de 100 appareils) aux formations militaires, après avoir fait ses preuves au Centre d'essais de Wright Field (New Jersey). Mais le *Douglas B.-18*, à deux moteurs « Cyclone » de 1 000 ch maximum (« Wright »), vient, paraît-il, de surclasser le précédent, et les autorités militaires américaines ont décidé d'en commander plus d'une centaine à entreprendre immédiatement à Santa Marica. Ce nouveau bombardier moderne, à ailes médianes et à demi-compresseur, aura une vitesse de près de 390 km/h avec 1 000 kg de bombes ; son autonomie sera de l'ordre de 3 000 km. De son côté, le « North American » met également au point un bombardier (*Dragon*) à ailes médianes et équipé de deux moteurs « Pratt et Whitney » de 1 200 ch (au décollage).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 401 ; n° 240, page 438.

(2) Le Reich, au début de 1936, a construit déjà plus de 1 300 autorails (ou automotrices) électriques, plus de 350 à moteur thermique (Diesel et à vapeur) et enfin quelques-uns à gazogène (à titre d'essai). Dans le domaine de l'automotrice, le Reich cherche évidemment à appliquer la chauffe au charbon, à cause de ses abondantes ressources houillères.

(3) Déjà en 1935, le gouvernement américain avait constitué un concours entre les constructeurs pour fixer son choix sur les meilleurs avions de bombardement répondant aux conditions suivantes : vitesse, 410 km/h ; plafond, 7 500 m ; altitude d'utilisation, 3 500 m ; charge, 4 à 6 t de bombes ; autonomie, 10 heures. Le monoplane métallique *Boeing-299*, poids total 15 t, à 4 moteurs de 3 000 ch au total, pouvant emporter 6 t de projectiles, à train d'atterrissage escamotable avait répondu à ce programme. Mais l'activité aéronautique des États-Unis ne se manifeste pas seulement dans l'équipement des forces aériennes de terre et de mer. Au point de vue des transports aériens l'Amérique occupe, ainsi que nous l'avons vu précédemment (voir *La Science et la Vie*, n° 228, page 435), la première place, étant suivie de près par l'Angleterre grâce à son plan d'organisation des « lignes impériales » (voir *La Science et la Vie*, n° 242, page 152).

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

QUE SAVONS-NOUS DES ONDES ÉLECTRIQUES ÉMISES PAR LE CERVEAU ?

Par Jean LABADIÉ

Tout organe appartenant à un être vivant, — muscle, glande, nerf, — peut être considéré comme une « machine électrique ». L'oscillographe a déjà permis l'enregistrement des impulsions électriques parcourant les fibres nerveuses (influx nerveux) (1), il a également autorisé l'inscription minutieusement détaillée des contractions cardiaques (2) ; voici maintenant qu'il constitue un instrument — précis et fidèle — capable de dresser un véritable diagramme de notre activité cérébrale. C'est un savant allemand, Hans Berger, qui le premier découvrit, dès 1929, que notre cerveau, à l'état de repos total, émettait, en effet, des oscillations électriques régulières de très basse tension (un cent-millionième de volt!) et de très basse fréquence (10 périodes/s.). A ces ondes « alpha » — c'est ainsi que les ont dénommées les physiologues modernes — se substituent d'autres ondes (les ondes bêta), de fréquence irrégulière et d'amplitude réduite, qui se manifestent lorsque les centres nerveux entrent en activité, soit par suite d'une excitation sensorielle (surtout oculaire) d'origine extérieure, soit à la suite d'un phénomène psychologique essentiellement intérieur, tel que l'attention ou la réflexion. Les « encéphalogrammes » relevés grâce à une technique particulière et ingénieuse, que l'on peut voir à la Section de Biologie du Palais de la Découverte, paraissent constituer en quelque sorte une caractéristique individuelle de chaque sujet. De là, on pourrait conclure que leur déformation pourrait permettre ainsi de déceler, parmi les maladies mentales, celles qui sont occasionnées par des lésions organiques de l'écorce cérébrale. Le mécanisme de l'apparition et de la disparition des ondes de Berger (alpha et bêta) est encore très imparfaitement connu. Mais l'étude de ces manifestations électriques de l'activité des centres cérébraux présente pour le biologiste une importance capitale, puisqu'elles constituent en quelque sorte la liaison entre le domaine matériel et le domaine spirituel. Il s'agit bien d'un phénomène d'une portée très générale. On a pu en effet les mettre en évidence tout récemment non seulement dans les encéphales humains et les cerveaux des mammifères supérieurs, mais encore jusque dans les ganglions des animaux invertébrés. Il y a là un champ expérimental immense à explorer pour les savants « découvreurs » qui s'efforcent de pénétrer chaque jour plus profondément ce domaine immense et encore si peu connu de la biologie. Les « réalisations » si heureusement présentées au Palais de la Découverte laissent ainsi entrevoir — même aux profanes — des horizons infinis notamment en ce qui concerne la recherche scientifique appliquée à la Vie.

PAR une série d'articles déjà parus ici, nous avons familiarisé nos lecteurs avec cette vue merveilleusement précise et féconde de la physiologie contemporaine, que tout organisme vivant constitue une « machine électrique ».

Nous avons présenté de ce point de vue : un « muscle » (le plus parfait de tous et, de surcroît, autonome), le cœur (2) ; puis les « glandes » (3) ; puis, les « nerfs » (4) considérés dans leurs fibres élémentaires, et nous

avons appris que les éléments nerveux sont parcourus, à chacune des excitations qui les touchent, par un « influx » (1) qui impressionne l'« oscillographe » suivant une courbe électrique caractéristique. Il résulte de là que les fibres nerveuses (portions axiales de la cellule nerveuse totale, le neurone) fonctionnent en dégageant de brèves « impulsions électriques » individuelles. Ces impulsions ne forment pas des « ondes continues », analogues aux ondes entretenues de la radiophonie, mais plutôt des « signaux discontinus » rappelant ceux du télégraphe.

Voici maintenant le plus étonnant des

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 241, page 41.

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

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 367.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 241, page 41.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 241, page 41.

graphiques électriques des « électrogrammes » obtenus par la physiologie contemporaine : celui qui concerne le cerveau.

Grâce aux méthodes d'amplification des courants par la lampe triode (outil magique sans lequel aucune de ces mesures « électrophysiologiques » n'aurait atteint la précision nécessaire) les spécialistes obtiennent aujourd'hui le diagramme de l'« activité cérébrale », exactement comme ils ont obtenu

cette brève présentation, quelle complexité recouvre son apparence extrêmement simple.

Vous vous asseyez commodément dans un fauteuil. On vous pose, au sommet du crâne, une « électrode » formée d'une plaque métallique et d'un tampon d'ouate humidifiée d'eau salée (ce qui assure le contact avec le cuir chevelu). L'opérateur place une seconde électrode, identique, contre votre occiput. Les deux électrodes sont reliées à un mon-

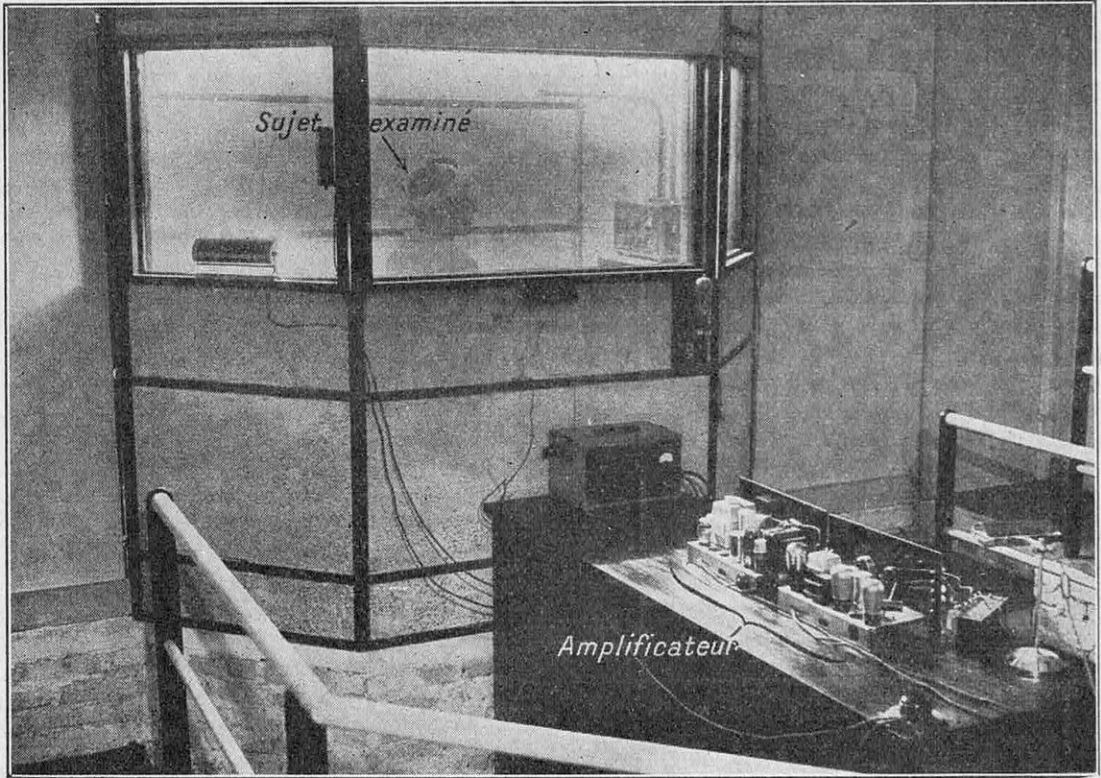


FIG. 1. — L'ÉLECTROENCÉPHALOGAPHE EN ACTION

Le sujet examiné se trouve isolé dans une cabine, en cage de Faraday. Il porte les deux électrodes craniennes que l'on retrouve sur le schéma suivant. Au premier plan, les amplificateurs classiques.

déjà celui des contractions du cœur.

En un mot, il existe désormais des « électroencéphalogrammes » tout comme, nous l'avons vu, des « électrocardiogrammes ».

Comment s'obtiennent ces courbes prodigieusement suggestives ? Vous pourrez le constater *de visu* à la Section de Biologie du Palais de la Découverte.

Dans son état passif le cerveau émet des courants alternatifs réguliers : les « ondes de Berger »

Voici, tout d'abord, le « fait » expérimental, dans sa forme la plus démonstrative. Nous tâcherons de montrer, en terminant

tage électrique amplificateur que représente notre schéma figure 2. Ce montage aboutit à un « oscillographe », c'est-à-dire à un *galvanomètre très sensible* dont le « miroir » oscillant entre les deux branches d'un électroaimant inscrira sur une pellicule photographique les moindres variations de tension accusées par les deux électrodes (verticale et occipitale).

On vous prie d'observer l'immobilité absolue. Ceci, afin qu'aucune contraction musculaire ne vienne superposer son courant électrique particulier à celui qu'il s'agit de mesurer. Seul, le muscle cardiaque fonctionne et, d'ailleurs, son courant parasite

pourra être détaché (si on le désire) de l'oscillogramme global.

On vous prie également de fermer les paupières. Du reste, vous êtes plongé dans l'obscurité. Ceci, afin que l'« influx nerveux » du nerf optique en activité ne vienne pas parasiter, lui aussi, l'oscillogramme.

Vous n'entendez rien, car vous êtes dans le silence. Le nerf auditif est donc également hors de cause.

Enfin, l'on vous demande de « ne penser à rien », de détacher votre attention de tout objet mental.

Or, c'est dans cet état d'« inertie mentale » et de « calme sensoriel » absolus que votre cerveau révèle ce fait étonnant : *il produit un courant électrique alternatif*, que d'aucuns (Rohracher) prétendent devoir être, d'ores et déjà, rigoureusement sinusoïdal, si on pouvait l'obtenir dans une forme absolument pure.

Ce courant alternatif s'inscrit, en effet, par l'office de l'oscillographe, en une courbe « ondulée », de fréquence très régulière (environ 10 périodes par seconde). La tension maximum que représente ce courant se mesure par quelques cent-millièmes de volt. Il a fallu deux « étages » d'amplification à lampes pour le hausser jusqu'à la sensibilité d'un galvanomètre de haute précision.

Les variations électriques de cette tension alternative ont été dénommées « ondes de Berger » — du nom de Hans Berger, le savant allemand qui les découvrit le premier en 1929, dans son laboratoire de Leipzig.

Berger n'était pas un physiologiste, mais un spécialiste de la psychologie expérimentale : il ne fut donc pas « pris au sérieux » quand il annonça sa découverte. C'est normal. Il est vrai que, depuis 1929, de nombreux physiologistes ont repris son expé-

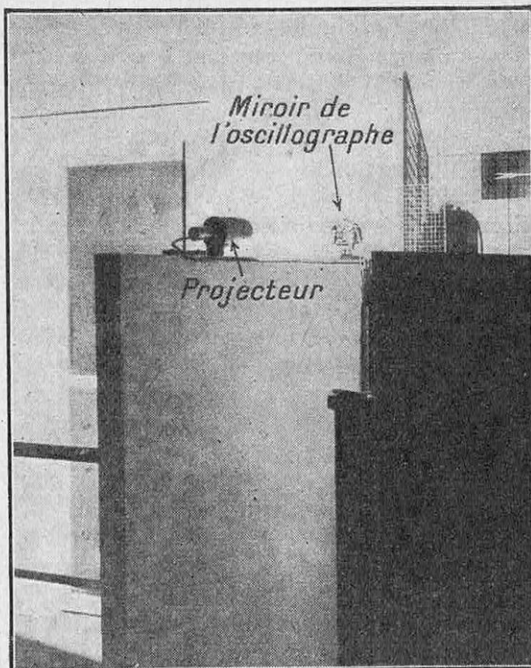


FIG. 3. — L'OSCILLOGRAPHE ENREGISTREUR
Le courant oscillant fourni par l'encéphale du sujet fait dévier le miroir de l'oscillographe. Le faisceau lumineux provenant du projecteur installé devant l'appareil et réfléchi par ce miroir trace sur une pellicule sensible une courbe fonction des courants de l'encéphale.

rience et l'ont singulièrement perfectionnée, comme nous l'allons voir. En sorte que c'est seulement en 1935, avec les travaux d'Adrian et Matthews (Cambridge), de Durup et Fessard (laboratoire de psychologie de M. Piéron, du Collège de France), du professeur Bremer (de l'Université de Louvain), et de bien d'autres chercheurs, que « les ondes de Berger » sont devenues la base d'une série d'études dont on peut dire qu'elles débutent à peine. Cette découverte apparaît, dès aujourd'hui, comme l'une des plus fécondes pour les années à venir.

Une « modulation » bizarre : les ondes de Berger sont brouillées dès que le cerveau entre en activité

Etant continues, les « ondes » de Berger diffèrent totalement des « impulsions » discontinues déjà rencontrées sur les nerfs pris individuellement. Les ondes de Berger sont un phénomène spécifique des « centres » nerveux, non du réseau de fibres qui relie ces centres.

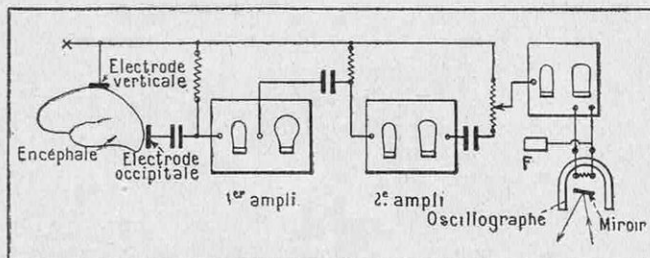


FIG. 2. — SCHÉMA DE PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT DE L'ÉLECTROENCÉPHALOGAPHE

Le lecteur suit facilement la marche du courant, depuis l'électrode occipitale et l'électrode verticale imposées au crâne du sujet jusqu'à l'oscillographe à miroir; l'amplification des courants n'offre aucune technique spéciale.

D'ailleurs, les ondes régulières de Berger n'apparaissent dans l'encéphale que si les nerfs sensitifs qui y aboutissent (nerfs afférents) sont en repos total comme nous l'avons précisé ci-dessus.

Effectivement, dès que l'excitation d'un nerf sensitif parvient à l'écorce cérébrale, aussitôt les « ondes de Berger » se brouillent.

La plus nette de ces manifestations est obtenue par la *sensation de lumière*. Dès que le sujet ouvre les yeux, s'il est en milieu éclairé (dès qu'on éclaire la cabine, si celle-ci est obscure pour que le sujet puisse conserver les yeux ouverts), les ondes régulières de Berger disparaissent et cèdent la place à un graphique sinueux dépourvu de toute loi apparente. La fréquence de ce nouveau graphique est irrégulière, tandis que l'amplitude de ses oscillations désordonnées apparaît considérablement réduite, comparativement aux ondes de Berger (voir figure 5).

Pour la commodité du langage, les spécialistes appellent « ondes alpha » les ondes régulières de Berger et « ondes bêta » les ondes perturbées. Adoptons cette convention de pure forme pour la désignation de ces ondes.

La *sensation auditive* est loin d'avoir le même effet que la sensation lumineuse. Si on émet un son continu tandis que le sujet, yeux fermés ou plongé dans le noir, a atteint l'état de calme produisant les ondes alpha, celles-ci ne sont pas troublées.

Mieux. Si le sujet concentre son attention sur la sensation auditive qui lui est ainsi offerte et si l'on soumet ses yeux à des éclaircissements brefs, ces stimulations lumineuses ne produisent aucune perturbation sur les ondes alpha. Cependant l'éclaircissement bref a, d'ordinaire, ainsi que nous l'avons signalé, une influence très nette sur l'onde alpha. Mais on dirait que la sensation auditive, ou plus exactement l'attention dont elle est l'objet de la part du sujet, a totalement inhibé la sensation visuelle.

L'attention et l'activité mentale entrent en jeu

Cette influence toute « psychologique » de l'attention sur le phénomène qui nous occupe intervient à son tour comme un facteur *actif* capable de provoquer l'apparition des ondes bêta, au même titre que la sensation de lumière.

Et d'abord, même si les yeux sont ouverts dans l'obscurité (toujours très relative), il suffit que le sujet tende son « attention visuelle » afin d'essayer d'apercevoir « quelque chose », pour que les ondes alpha se trouvent aussitôt effacées et cèdent la place aux ondes bêta.

Il en est de même si le sujet regarde une plage lumineuse très uniforme (verre dépoli) et si on provoque l'apparition d'une « hétérogénéité » quelconque sur cette plage, par exemple d'un point noir ou d'un point plus brillant. Tant que la plage reste uniforme, dès que la réaction

initiale est passée, les ondes alpha reparissent ; le cerveau a repris son équilibre rythmé. Mais si l'attention du sujet est sollicitée de nouveau par un « point » hétérogène (noir ou brillant), les ondes bêta réapparaissent. A propos de ce point minuscule, l'écorce cérébrale s'est donc remise à travailler.

Allons plus loin et demandons au sujet de se livrer à une opération purement « mentale », à la solution, par exemple, d'un problème compliqué.

L'attention qui se trouve ainsi mise en jeu dans sa forme la plus spontanée et, cette fois, en dehors de toute excitation physique extérieure, suffit encore à provoquer l'effacement des ondes régulières de Berger : le graphique bêta réapparaît. Dans ce cas, c'est un phénomène d'ordre purement « psychologique, intellectuel », qui a le don d'agir sur un instrument physique, l'oscillographe, par l'intermédiaire des courants électriques produits par le cerveau.

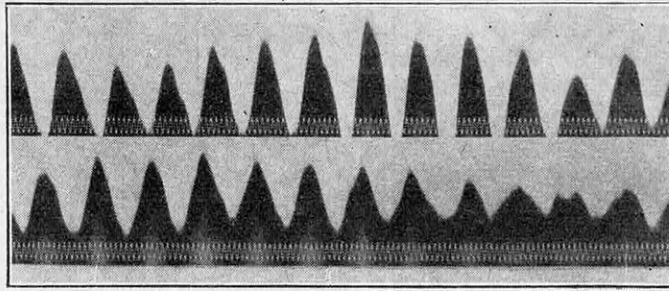


FIG. 4. — DIAGRAMME PARTICULIÈREMENT RÉGULIER DES ONDES DE HANS BERGER

On constate l'extrême régularité des ondes en fréquence (10 à 11 par seconde), le temps étant marqué par un diapason à la base des figures. Mais, en amplitude, ces ondes varient pendant une période couvrant précisément les 10 ondes élémentaires. C'est le prototype des ondes du cerveau endormi, découvertes par l'allemand Hans Berger.

Endormi, le cerveau continue son émission d'ondes « alpha »

On s'est naturellement demandé ce qu'il advenait des ondes cérébrales durant le sommeil.

Les ondes de Berger persistent durant le sommeil naturel, tout en atténuant leur amplitude. Le professeur Bremer a obtenu des encéphalogrammes de sujets endormis, qui montrent une *pulsation d'ensemble* des ondes *alpha*, durant le sommeil. Ces ondes très régulières, dans ce cas, précèdent par trains successifs d'amplitude croissante et décroissante (en fuseaux) séparés par des temps de pause.

Du reste, il convient de distinguer deux espèces de sommeil : d'une part, le sommeil naturel et celui que provoquent les agents chimiques « barbituriques » (tels que le gardénal, le véronal, etc.), et, d'autre part, le sommeil éthérique, provoqué par les anesthésiques (tels que

l'éther, le chloroforme, etc.). Or, tandis que les ondes de Berger sont perturbées par un « claquement » sonore dans la première espèce de sommeil, elles ne sont pas affectées par une telle excitation auditive dans la seconde. Si l'excitation auditive est un son continu (sifflet), c'est l'inverse qui se produit : le sujet en sommeil barbiturique est troublé, le sujet en sommeil éthérique ne l'est pas.

Peut-on localiser le « foyer d'origine » des ondes de Berger ?

Ce que nous venons d'exposer suffit pour nous laisser entrevoir quel merveilleux instrument d'analyse représente la méthode « électroencéphalographique » au service des physiologistes du cerveau.

Pourquoi l'attention visuelle favorise-t-elle l'effacement des ondes *alpha* sous l'action des excitations lumineuses, alors qu'au contraire l'attention auditive affaiblit (ou même inhibe complètement, avons-nous dit) l'effacement de ces mêmes ondes *alpha* sous l'excitation sonore ?

MM. Durup et Fessard expliquent ce paradoxe apparent par la situation qu'ils assignent dans l'encéphale au foyer d'origine des ondes *alpha*. Ce foyer se trouve dans

la même région (occipitale) que les centres optiques. Dans ces conditions, pour que ce foyer puisse être perturbé par les excitations auditives, il faut qu'une *inattention générale* favorise l'irradiation des « influx nerveux » d'origine auditive dans cette région de l'écorce cérébrale, essentiellement « visuelle ». Mais si l'attention se trouve précisément concentrée sur les excitations auditives, l'irradiation ne se produit pas, et le foyer « paravisuel » des ondes *alpha* se

trouve préservé : il continue d'émettre ces ondes très régulièrement.

D'une manière générale, pour que les ondes *alpha* de Berger apparaissent, le sujet doit posséder « un minimum de pouvoir de détente mentale ». Or, l'« inattention » est aussi difficile à réaliser que l'« attention ». Les enfants au-dessous de quatre ans sont, naturellement, incapables de réaliser l'un comme l'autre de ces états mentaux. C'est pourquoi les enfants en bas âge ne fournissent pour ainsi dire jamais d'ondes *alpha* à l'oscillographe.

Et si l'enfant, au bout de quelques années, donne des ondes *alpha*, celles-ci représentent un rythme plus lent que celles de l'adulte (Durup et Fessard).

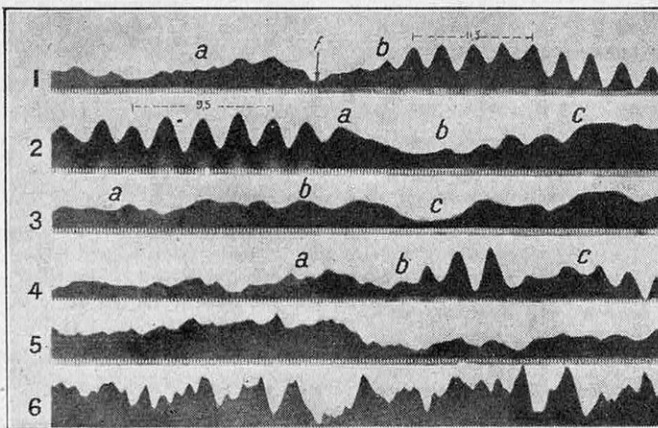


FIG. 5. — ASPECTS VARIÉS DE L'ÉLECTROENCÉPHALOGRAMME D'UN MÊME SUJET

De haut en bas : 1) En a, le sujet n'a pas encore atteint le calme absolu ; en f, il ferme les yeux ; aussitôt paraissent en b les ondes régulières de Berger. — 2) Ici le sujet accuse un grand repos mental ; en b, il s'assoupit, les ondes s'affaiblissent. — 3) Le sujet est endormi depuis cinq minutes, sommeil léger avec sans doute des accidents de rêve. — 4) Le sujet se réveille, il accuse spontanément ce réveil qui se produit en b d'après le graphique et que les opérateurs ont enregistré en c avec un retard, comme il est naturel. — 5) Ondes correspondant à un travail mental intense, le sujet écrit. — 6) Le sujet travaille modérément ; les yeux sont ouverts en faible lumière le graphique est donc parfaitement irrégulier.

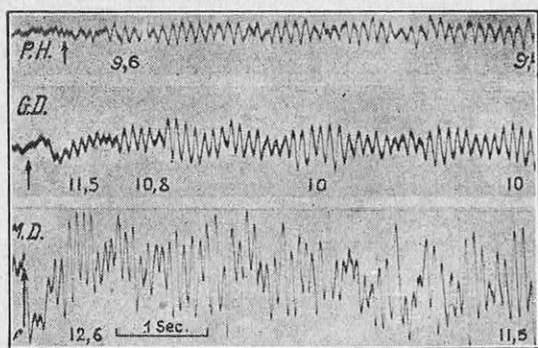


FIG. 6. — TROIS ÉLECTROENCÉPHALOGRAMMES PRIS IDENTIQUEMENT CHEZ TROIS SUJETS DIFFÉRENTS, PAR MM. DURUP ET FESSARD
Chez les trois sujets qui ont été examinés, le moment de fermeture des yeux est strictement accusé par le graphique. Par contre les ondes relatives à chacun d'eux diffèrent sensiblement.

L'« encéphalogramme » caractérise chaque individu. L'« orage bioélectrique » des épileptiques

Enfin, d'après des observations récentes (Loonis, 1936 et Davis, 1936), « l'allure de l'encéphalogramme cortical enregistré dans des conditions standard serait une caractéristique personnelle de chaque sujet. Il a été trouvé très semblable, sinon identique, chez des jumeaux univitellins (1) ».

La forme des ondes *alpha* est naturellement altérée, comme il fallait s'y attendre, dans le cas des maladies mentales occasionnées par des lésions organiques de l'écorce. Par contre, les psychoses qui ne proviennent pas de lésions anatomiques n'affectent pas le graphique des ondes *alpha*.

La maladie nerveuse typique qu'est l'« épilepsie » a reçu des éclaircissements intéressants de l'étude encéphalographique.

L'épilepsie partielle (petit mal) est caractérisée par des ondes *stationnaires* de très grande amplitude. Leur voltage dépasse le millivolt — alors que le voltage moyen normal des ondes *alpha* se mesure par centièmes de millivolts.

La cause de ce mal est donc bien une *hyperactivité* de certaines régions de l'écorce n'intéressant pas les centres moteurs, mais seulement les centres sensoriels. La crise n'entraîne donc qu'un « évanouissement », une perte de conscience.

(1) C'est-à-dire issus d'un seul et même œuf, accidentellement divisé, ce qui caractérise les seuls vrais jumeaux. Des jumeaux issus de deux œufs distincts, coexistants, ne sont « jumeaux » que par le synchronisme de la naissance, simple coïncidence sans origine physiologique.

L'épilepsie généralisée (haut mal) se caractérise, au contraire, par des ondes qui se propagent dans toute l'écorce. Les centres moteurs sont touchés au même titre que les sensoriels. Aussi bien, la crise épileptique totale se traduit par des « convulsions », rythmées sur la fréquence de ces ondes « survoltées ». A la cessation de la crise, l'encéphale épuisé semble vidé de tout potentiel électrique; les ondes disparaissent. C'est le moment où le malade gît, inerte, avant de se réveiller à la vie normale.

Le « haut mal », vu à l'électroencéphalographie, apparaît donc comme un véritable « orage bioélectrique ». Des potentiels électriques anormaux se forment, puis se déchargent en tonnerre. Après quoi, le calme plat s'installe, précédant le retour au rythme normal.

L'étude encéphalographique de l'animal

L'étude des « réactions d'arrêt » des ondes *alpha* sous l'influence des poisons (qui agissent au même titre et bien plus violemment que les excitations sensorielles ou mentales) n'était pas possible sur des sujets humains. Cela va sans dire. Mais les animaux sont venus apporter, là encore, leur contribution ordinaire aux progrès de la physiologie.

L'application de strychnine sur les centres moteurs de l'écorce a révélé des pulsations motrices. D'autres poisons convulsivants ont révélé des effets analogues.

Les effets de l'asphyxie et de la surventilation respiratoire, comme ceux de l'excès d'acide carbonique, sur les centres nerveux de l'écorce cérébrale ont été, de même, ana-

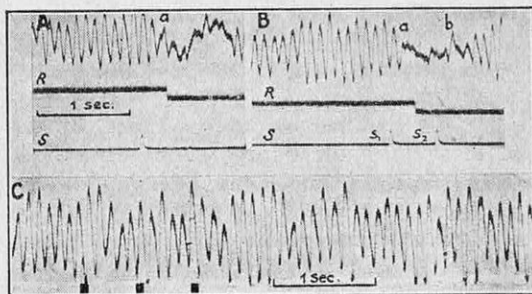


FIG. 7. — RÉPERCUSSION DES SENSATIONS VISUELLE ET AUDITIVE SUR LA FORME DES ONDES CÉRÉBRALES ÉTUDIÉES PAR BERGER
En A et en B, on aperçoit, par le décrochement de la ligne R le moment exact où fut donné un éclaircissement lumineux bref. Les ondes de Berger subissent un trouble rigoureusement concomitant. — En C, le sujet se trouvant en état d'attention auditive intense, les mêmes éclaircissements ne produisent aucun effet sur l'émission de ces ondes.

lysés par le professeur Bremer et ses collaborateurs. L'animal permet de réaliser, d'ailleurs, une « préparation » spéciale qui consiste à « isoler » le cerveau du reste du système nerveux sans tuer l'animal, ce qui précède singulièrement, dans une foule de cas, les réponses aux questions que le physiologiste pose à l'organe étudié.

Mais laissons les spécialistes à ces études pathologiques qui auront un jour, sans doute, des résultats efficaces en thérapeutique humaine.

Du seul point de vue des ondes cérébrales considérées en elles-mêmes, les sujets animaux offrent aux expérimentateurs des ressources exceptionnelles. On conçoit en effet que, s'il doit se contenter d'opérer sur l'homme par le moyen d'électrodes extérieures au crâne, le savant n'est pas tenu à la même réserve sur le lapin, le chat, le chien... Il peut se permettre de *trépaner* ces frères inférieurs et de prélever leurs ondes encéphaliques au moyen d'électrodes fines directement implantées sur l'écorce ou

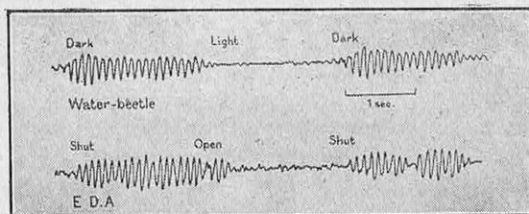


FIG. 9. — CURIEUX RAPPROCHEMENT

En haut : l'oscillogramme d'un ganglion visuel de coléoptère avec les passages de la lumière (light), à l'obscurité (dark). En bas : l'électroencéphalogramme du professeur Adrian qui s'est volontairement soumis à la même expérience; les yeux fermés (shut) et ouverts (open).

tout au moins sur les méninges. Ainsi l'on peut explorer très en détail les diverses régions corticales par des oscillogrammes particuliers, dérivés de ces régions.

Rassurez-vous, ce ne sont pas des expériences aussi « cruelles » qu'il paraît.

Voici un lapin muni d'électrodes qu'on lui a appliquées sous anesthésie. Une fois réveillé, l'animal n'est sans doute pas tellement martyrisé, puisque si on lui offre une feuille de chou, il la flaire. Et, dès qu'il la flaire, une « réaction d'arrêt » des ondes *alpha* de son encéphale apparaît sur l'oscillographe (voir le diagramme figure 8). Puis, le lapin prend la feuille et la mâche : une seconde réaction apparaît sur le diagramme. Et les ondes *bêta* qui le constituent ont exactement le même rythme que les mouvements des mâchoires du lapin !

Il est bien dommage que l'on ne puisse diriger le sujet animal pour obtenir de lui quelques renseignements d'ordre « mental » touchant les particularités observées sur son diagramme.

Cependant l'observation attentive de l'animal permet d'obtenir une foule de renseignements. On constate, par exemple, que l'oscillogramme du lapin n'offre aucunement des ondes *alpha* régulières, même lorsque l'animal paraît distrait, indifférent ou qu'il sommeille (dans ce cas, les ondes deviennent cependant plus régulières). Sans doute, le réveil, aussi bien que des excitations d'« intérêt personnel » (offre de la feuille de chou) se traduisent par une réaction sur l'oscillogramme. Mais d'où proviennent donc les irrégularités du graphique « normal » ? Sans doute de ce que le système nerveux du lapin est constamment excité par des réflexes de toute sorte. Cet animal n'est pas très « maître de ses nerfs ».

Les ondes *alpha* du chat ont une fréquence de 10 à 20 par seconde. Leur voltage est de

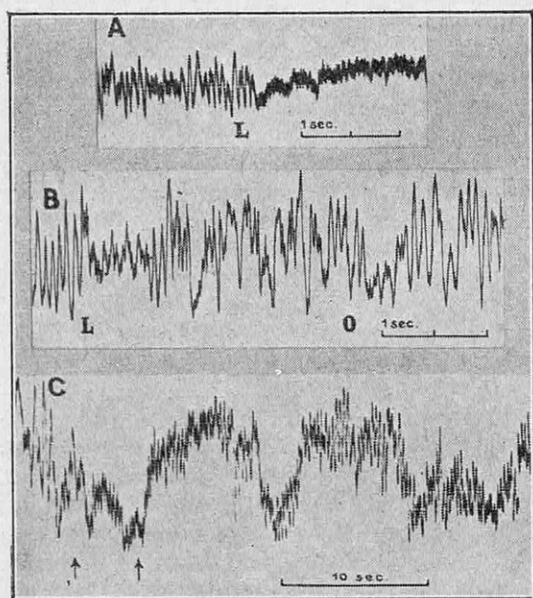


FIG. 8. — UN ÉLECTROENCÉPHALOGRAMME DES ONDES CÉRÉBRALES DU LAPIN

En A et B, le graphique montre une réaction de l'encéphale du lapin, en éclaircissement subit (L), tandis qu'il était dans l'obscurité. En O, on a refait l'obscurité. On juge de l'instabilité du travail cérébral de l'animal. — En C, la première flèche indique l'instant où l'on présente une feuille de chou au lapin. A la seconde flèche, le lapin prend la feuille de chou et la mâche. On constate que les ondes de Berger ont marqué ces deux instants psychologiques. L'ondulation suivante correspond à la fréquence de mastication du lapin.

200 à 300 microvolts — presque le voltage d'un « épileptique » humain ! En période d'activité *attentive* très intense, l'oscillogramme marque des fréquences de 60 périodes par seconde (et d'amplitude moindre qu'à l'état de sommeil). Les variations de l'attention chez le chat — qu'il est particulièrement aisé de suivre sur son regard — se traduisent merveilleusement sur l'écran de l'oscillographe. Le chat, grand nerveux comme chacun sait, est donc, plus que le lapin, maître de son attention.

Les animaux très inférieurs — des insectes (pourvus seulement de ganglions en fait de centre nerveux) — ont également fourni des ondes *alpha* décelées au moyen d'électrodes appliquées, par exemple, au « ganglion optique » d'un coléoptère. L'oscillographe a décelé des ondes *alpha* tandis que l'insecte était dans l'obscurité. Et l'éclaircissement brusque a décelé, par contre, l'apparition d'ondes *bêta*. De plus, cette expérience a montré que les unes et les autres de ces ondes ressemblaient, en l'occurrence, aux ondes similaires de l'écorce cérébrale humaine.

Voyez les deux graphiques de la figure 9. Vous, qui n'êtes pas spécialiste, ne sauriez dire ce qui les distingue. Or, le premier de ces graphiques figure les ondes *alpha* et *bêta* du coléoptère en question ; le second les ondes *alpha* et *bêta* du professeur Adrian en personne.

Quelle peut être la portée de la découverte de Hans Berger

Ce n'est pas pour infliger au savant de Cambridge et, à travers sa personne, à toute l'humanité qui pense, une leçon d'humilité que je me permets de « monter en épingle » ce curieux parallélisme des « ondes » d'un simple ganglion d'invertébré et des ondes encéphaliques de nos semblables. Seulement, on pourrait, semble-t-il, tirer parti de telles observations comparées, pour expliquer sinon l'origine du moins la signification psycho-physiologique des ondes *alpha*.

Le ganglion « optique » de l'insecte vibre régulièrement. Ce ganglion ne réagit cependant que par « réflexes », aux excitations lumineuses, dans un automatisme que l'animal ne discute pour ainsi dire pas (voyez les « phototropismes » qui affectent d'une façon quasi mécanique tant et tant d'espèces invertébrées).

L'encéphale humain émet, lui aussi, de semblables ondes régulières avec, comme « foyer » — nous l'avons vu — la région

visuelle de l'écorce. Ceci tendrait à suggérer que notre région visuelle corticale représente l'ultime refuge de l'automatisme, au cœur de ce ganglion supérieur qu'est notre cerveau. Les régions environnantes sont — nous l'avons constaté à propos des sensations auditives — beaucoup mieux sous l'emprise de notre attention volontaire, caractéristique suprême de l'esprit humain. Effectivement, s'il est une excitation physique extérieure à laquelle nous ne sommes pas libres d'échapper, c'est bien l'excitation lumineuse et c'est à sa réception que notre système nerveux répond le plus machinalement, — tandis que l'audition accapare souvent toute notre attention. Autrement dit, l'attention visuelle est tendue de façon quasi permanente ; l'auditive est beaucoup plus relâchée. Quant à l'attention purement mentale (la réflexion), elle reste, évidemment, la plus « libre » de toutes.

Aussi bien, c'est sous l'excitation visuelle que la « réaction d'arrêt » des ondes *alpha* se produit automatiquement et avec la plus grande netteté ; elle ne se produit que conditionnellement, sous l'excitation auditive. Elle devient, par contre, extrêmement diverse, et variable avec les sujets, sous l'excitation purement mentale.

Quelle que soit la théorie biophysique à laquelle on doit s'arrêter pour expliquer l'apparition des ondes *alpha* (et nul ne possède encore de certitudes sur ce point que nous avons négligé volontairement), beaucoup plus malaisée à expliquer sera, très certainement, leur disparition — c'est-à-dire l'apparition des ondes *bêta*.

Il est fatal que l'on tombe sur la nécessité d'assigner, en fin de compte, une cause « métaphysique » au déclenchement des « réactions nerveuses », d'ordre purement physique, qu'enregistre l'oscillogramme.

Rien n'est plus troublant à ce sujet que de voir un physiologiste casqué des électrodes de Berger s'exercer, dans l'obscurité et le silence, à provoquer des ondes *bêta* par le seul jeu de ses facultés mentales.

Le savant « pense ». Aussitôt, un « haut-parleur » (substitué à l'oscillographe) lui signale « qu'il pense » — donc qu'il « est », comme disait Descartes.

Nous touchons ainsi à l'issue du conflit de suprématie entre l'esprit et la matière.

Comme il fallait s'y attendre, c'est l'esprit qui, tout compte fait, commande le jeu merveilleusement disposé par les physiologistes aidés du physicien.

JEAN LABADIÉ.

VOICI LE DISJONCTEUR ÉLECTRIQUE LE PLUS « PUISSANT » DU MONDE

Par L.-D. FOURCAULT

DANS le Palais de l'Electricité, seuls sont exposés trois appareils synthétisant les récents progrès de la technique : une turbine hydraulique Kaplan, un rotor de turbine à vapeur et un gigantesque portique qui n'est autre que le plus grand disjoncteur de ligne électrique à haute tension.

L'accroissement continu de la puissance électrique à transporter à des distances de plus en plus considérables pose des problèmes très difficiles à résoudre pour la construction des appareils de coupure et de protection des lignes à très haute tension. Celle-ci atteint maintenant 220 000 V en France (1), pour le transport vers Paris de l'électricité des Pyrénées, du Massif Central et aussi de la nouvelle installation de Kembs sur le Rhin.

La plus haute tension de service est atteinte aux Etats-Unis, où des lignes à 287 000 V relient la nouvelle supercentrale de Boulder-Dam, dans les Montagnes Rocheuses, à la région de Los Angeles. Des laboratoires produisent couramment du courant à 1 million et même à 3 millions de V, pour les épreuves des matériaux et l'essai des appareils nécessaires pour assurer la sécurité des exploitations.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 188, page 119.

C'est ainsi que le record de la puissance pour un appareil électrique paraît être détenu par le gigantesque interrupteur que les Ateliers de Constructions Electriques de Delle montrent à l'Exposition de Paris. Colossal par sa hauteur de 12 m, cet appareil est établi pour une puissance de 5 millions de kVA sous 500 000 V. Aucune usine génératrice n'approche de loin cette puissance, mais l'interconnexion des grands réseaux met en jeu des phénomènes de surintensités de coupure, ou courants de court-circuits accidentels, atteignant des valeurs élevées, et qu'il convient de « disjoncter » instantanément pour éviter les avaries graves qui résulteraient de leur propagation aux machines et installations connectées.

Cet interrupteur-disjoncteur formidable représente la théorie la plus moderne de la coupure des puissants courants à haute tension, ce qui nous oblige à jeter un regard sur l'évolution rapide de cette technique depuis quelques années.

Cet interrupteur-disjoncteur formidable représente la théorie la plus moderne de la coupure des puissants courants à haute tension, ce qui nous oblige à jeter un regard sur l'évolution rapide de cette technique depuis quelques années.

Rappelons d'abord que la coupure en charge d'un courant de plusieurs dizaines de mille volts (quelques kilovolts, selon le terme usuel, 1 kV, égalant 1 000 V) fait une détonation comparable à un coup de canon et développe

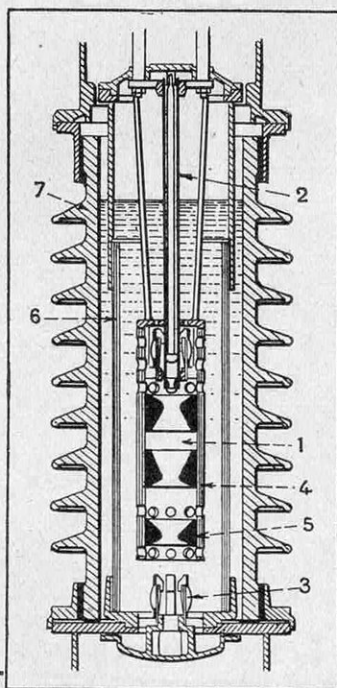


FIG. 1. — COUPE DE LA PARTIE ACTIVE D'UN POLE DE L'INTERRUPTEUR A 500 000 VOLTS

Un gros isolateur en porcelaine doublée d'ébonite contient un tube réservoir 6, dans lequel fonctionne la chambre de rupture 1, munie d'une tuyère 4. En 5 est placé un anneau de guidage qui assure le contact sur le pare-étincelles 3. Le contact supérieur est guidé lui-même par le piston fixe 2.

un arc pouvant atteindre 1 m 50 de longueur. On voit le danger de cet arc, destructeur des contacts, et qui peut s'amorcer entre les autres conducteurs ou les parties métalliques voisines. Aussi la coupure des lignes ne doit-elle se faire qu'au moyen de disjoncteurs ultra-rapides, assurant l'extinction de l'arc à l'intérieur de chambres de rupture. Là encore l'accroissement de la tension de service a aggravé la difficulté d'extinction rapide de cet arc, qui produit un dégagement gazeux intense par suite de la volatilisation de l'huile environnante.

C'est ainsi que l'on mit les interrupteurs dans l'huile, avec soufflage magnétique de l'arc, puis on adjoignit le « pot d'explosion », l'injection d'huile automatique, le soufflage par air comprimé. Afin de remédier aux dangers d'incendie ou d'explosion, on évite maintenant les grandes cuves d'huile et, pour les moyennes puissances, on établit des interrupteurs à eau ou dans l'air comprimé. Mais pour les grandes puissances, la technique moderne est celle de l'interrupteur « orthoprojecteur », à faible volume d'huile, système qui a permis la construction du grand interrupteur à 500 kV exposé à Paris au Palais de l'Electricité.

Les grandes dimensions de cet appareil, atteignant 12 m de hauteur, sont dues à la nécessité de colonnes d'isolateurs et d'écartements entre les pôles suffisants pour éviter tout risque d'amorçage d'arcs extérieurs. Mais le dispositif d'interrupteur est placé,

pour chaque pôle, à l'intérieur d'une colonne isolante et la coupe schématique fig. 1 indique clairement le principe de fonctionnement de ce puissant appareil.

Le contact fixe à mâchoires est placé à la partie inférieure d'une cuve à huile, un contact glissant monte ou descend, suivant la commande par tiges de la partie supérieure. La coupure de l'arc produit au déclenchement se fait dans la « chambre de coupure » cylindrique, dont la disposition est telle que l'échappement d'huile et de gaz produits par l'arc vient éteindre celui-ci dans un temps ne dépassant pas quelques centièmes de seconde. Après ce temps de rupture, la montée du piston de contact supérieur commande le relèvement de barres de contact extérieures, sortes de couteaux de sectionnement qui ne sont ainsi manœuvrés que vides de courant.

Pour montrer le progrès technique et l'économie réalisée par cette construction, signalons que chaque pôle d'un interrupteur dans l'huile de 220 000 V nécessitait 16 tonnes d'huile (soit, avec la cuve, un poids de 30 tonnes), tandis que la chambre de coupure de 500 000 V que nous venons de

décrire rapidement ne contient que 200 litres d'huile seulement.

L'économie de construction et la sécurité de service sont accrues ici parallèlement, ce qui est le résultat doublement intéressant d'une technique en constant progrès.

L.-D. FOURCAULT.

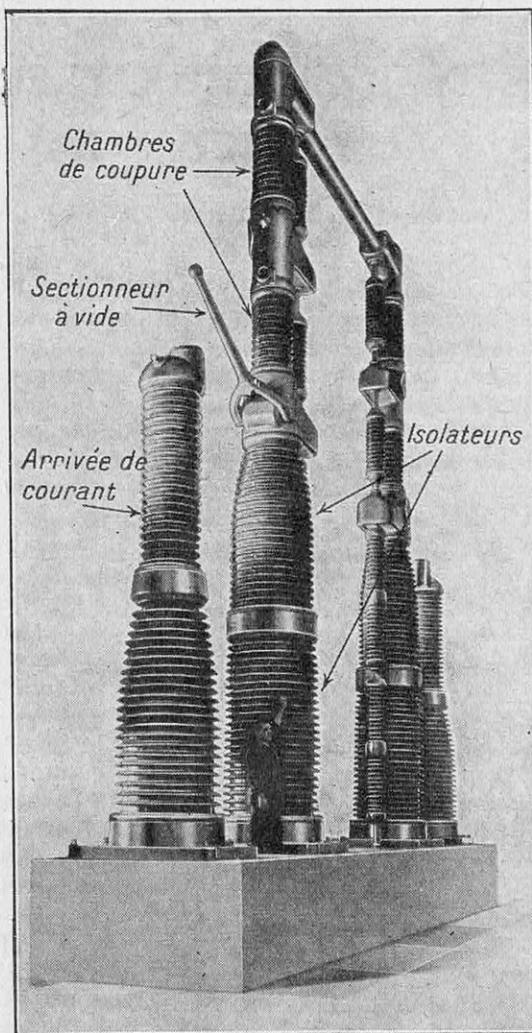


FIG. 2. — CET INTERRUPTEUR BIPOLAIRE A 500 000 VOLTS, DONT LA CAPACITÉ DE COUPURE ATTEINT 5 MILLIONS DE KW, ET DONT LES ISOLATEURS EN PORCELAINES MESURENT 12 M DE HAUT, UTILISE LE SYSTÈME DE RUPTURE DIT « ORTHOJECTEUR » (FAIBLE VOLUME D'HUILE)

DIRIGISME ET STATISTIQUE DANS L'ÉCONOMIE MODERNE

IL est regrettable que la presse quotidienne et même périodique n'attache pas une plus grande importance aux remarquables travaux de documentation publiés par les grands organismes internationaux, tels que : la S. D. N. (Services d'Économie et de Statistiques de la Société des Nations, à Genève), le B. I. T. (Bureau International du Travail, à Genève), la B. R. I. (Banque des Règlements Internationaux, à Bâle) pour ne citer que les principaux. On y trouve les renseignements les plus complets, et presque toujours inédits, sur l'économie mondiale dans tous ses domaines, et dans tous les pays, avec une abondance de chiffres, de graphiques, de considérations techniques du plus haut intérêt sur les sujets les plus variés. Mémoires et rapports constituent ainsi une précieuse source d'informations — la plus riche qui soit au monde. Avant la création de ces institutions, seuls les Instituts allemands et américains étaient en mesure de documenter économistes et statisticiens du monde entier avec une précision appréciable...

Ainsi, récemment, dans la *Revue Internationale du Travail* a paru une étude ayant pour but, d'après les dernières statistiques, de mettre en évidence, le plus clairement possible, les résultats obtenus à ce jour — en se basant sur les indices internationaux — relatifs au nombre total et au nombre moyen d'heures de travail effectuées par les ouvriers dans les différents pays ; puis ceux concernant les comparaisons des divers indices d'emploi, la production en fonction des heures de travail, le rendement individuel de l'ouvrier, etc... C'est là qu'apparaît l'utilité de la Statistique, science aux applications si fécondes, à laquelle la France n'attache pas encore cependant toute l'importance qu'elle mérite... En ce qui concerne, par exemple, l'évolution de la dépression économique quasi universelle qui s'étend sur la période de 1932-1936, le B. I. T. nous fournit, grâce à ces indices internationaux, un moyen de nous rendre compte plus exactement de l'allure du phénomène constaté. Prenons pour *indice* 100 (année 1929) : nous enregistrons qu'en 1932 la production indus-

trielle est tombée à 63, pour se relever à 96 en 1936. Pour la quantité d'heures globale effectuées par les ouvriers, elle est passée pendant la même période de 64 à 84. Il en est de même de la production unitaire de l'ouvrier qui se relève de 84 à 103 ; de sa production horaire qui passe de 98 à 113. Ces nombres — ou, plus exactement, ces indices internationaux — permettent donc de se rendre compte de l'allure de la courbe tracée pour chacun des cas, au cours des années écoulées depuis l'apparition de la « crise économique », qui a commencé à se manifester (suivant les nations), de 1929 à 1930 (inclus). Les conclusions de l'examen de ces différentes courbes sont particulièrement instructives : elles nous apprennent notamment que l'indice qui a le plus diminué de valeur est celui de la production industrielle (63 en 1932). Pour les heures de travail effectuées (indice global), ce nombre est, comme on l'a vu précédemment, de 64 seulement (toujours pour 1932) et ceci, par voie de conséquence, nous permet et de nous faire une idée suffisamment exacte de la grandeur du « phénomène » chômage (partiel) dans le monde et de souligner la différence exagérée qui existe entre l'indice de production industrielle et la quantité de main-d'œuvre employée dans les entreprises ; celle-ci travaille au ralenti, comme il est aisé de s'en rendre compte par la comparaison des indices. Par contre, une constatation plus rassurante s'impose pour la production individuelle ouvrière (indice *international* 84), ce qui tend à démontrer qu'en dépit du chômage partiel le *rendement* par ouvrier s'est accru. Bien mieux, si on compare les indices de la production horaire (98 en 1932), il apparaît que cet indice n'a baissé que de 2 points seulement par rapport à l'indice base de 1929. En 1936 (année de la dernière statistique parue), il a même dépassé le chiffre repère de 100. On voit combien sont impartiales ces comparaisons de différentes courbes établies d'après les différentes statistiques dans les différents pays. De l'ensemble de ces résultats découle, en effet, l'allure même du phénomène économique examiné. Cette même méthode de travail, appliquée pour rechercher « ce qui se passe »

à ces divers points de vue dans chaque nation, n'est pas moins révélatrice : c'est elle qui a permis d'affirmer que l'intensité de la « crise » a atteint la valeur la plus élevée en Allemagne (pour l'Europe) et aux Etats-Unis (pour le Nouveau Continent), puisque, dans le Reich, la proportion d'emplois occupés par rapport au nombre de travailleurs possible est descendue de 74 (environ), en 1928, à près de 51 en 1932 ! Quant aux Etats-Unis, il serait aussi facile d'établir ici au moyen des indices que la crise a atteint son niveau le plus bas vers 1932 (en partant de 1929), niveau qui s'est ensuite progressivement relevé jusqu'en 1936. A ce propos, le B. I. T. nous apprend également que les bordereaux des salaires payés par semaine aux ouvriers des Etats-Unis sont passés (*grosso modo*) de l'indice maximum 221 (en 1929, année de base prise pour cette comparaison) à 93 en 1932, pour remonter — heureusement — à 184 au cours de la présente année. Il serait aussi intéressant de se livrer à des comparaisons similaires pour d'autres chapitres qui font l'objet des travaux de l'Institution Internationale de Genève aussi bien dans le temps (années antérieures) que dans l'espace (principaux pays répartis dans les cinq parties du monde). Mais il nous faudrait beaucoup plus de place que celle réservée à la partie économique dans un magazine — à caractère scientifique et technique — tel que *La Science et la Vie*. Cependant, nous ne manquerons pas de revenir assez fréquemment sur ces sujets si « captivants » au fur et à mesure que l'actualité en accroîtra l'intérêt pour la majorité des lecteurs. Appelons à nouveau l'attention sur la situation actuelle de la France qui, d'après les statistiques internationales (indices comparés), accuse un retard par rapport aux autres nations (Grande-Bretagne notamment), au point de

vue de la « reprise » de l'activité économique. L'étude de ces mêmes indices nous prouve toutefois que notre pays a subi les premières atteintes du « malaise » économique près de quatre ans après les autres nations d'Europe et d'Amérique (pour la production industrielle). Un seul exemple suffit à mettre ce fait en évidence : en 1930, l'indice « effectif ouvrier employé » en France est encore de 100 ; il s'abaisse à 72 (environ) au printemps de 1936 et se relève légèrement à un peu plus de 76 en 1937...

De ce bref aperçu, il résulte que, dans une économie plus ou moins dirigée ou contrôlée — suivant les pays et suivant les régimes politiques, — l'importance d'organismes internationaux tels que ceux précédemment énumérés doit s'affirmer chaque jour davantage, pour les gouvernants comme pour leurs « experts », si on veut suivre et même prévoir l'évolution de ces divers phénomènes complexes et variés relevant à la fois de l'économie et de la sociologie. Il serait, en effet, impossible, dans une civilisation de plus en plus conditionnée par les multiples applications de la science — en perpétuel devenir — et aussi par l'interconnexion des peuples, de diriger l'économie nationale, d'apporter des remèdes à ses crises sans chercher à connaître, au jour le jour, les signes cliniques qui doivent orienter le traitement curatif. Le laboratoire médical n'est-il pas maintenant l'auxiliaire indispensable du praticien qui agit en consultant les chiffres et résultats fournis par ses instruments de contrôle, autrement dit par ses méthodes expérimentales dérivées de l'observation scientifique ? Il doit en être de même dans le domaine d'une économie politique vraiment moderne, basée, elle aussi, sur les principes d'expérimentation et d'observation de la science appliquée à la vie des collectivités.

G. B.

Deux grandes puissances européennes ont su « réaliser » l'importance du marché chinois. Dès 1936, la Grande-Bretagne a cherché à s'introduire dans l'économie des provinces de l'intérieur de la Chine. De son côté, le Reich intensifiait sa politique commerciale sino-germanique aux dépens des échanges sino-soviétiques et sino-japonais. Aussi, dès 1937, le commerce de l'Allemagne avec la Chine est-il en sérieux progrès. Dès 1936, 70 millions de R M de produits chinois étaient importés dans le Reich. Par contre, celui-ci exportait en Chine pour plus de 125 millions de R M (rapport de 55 % entre « import » et « export ».) Pour 1937, il faut actuellement noter que ce rapport a diminué de 55 à 50 %. Mais n'affirme-t-on pas, dans certains milieux renseignés de Berlin, que l'Allemagne actuelle est particulièrement qualifiée pour collaborer économiquement avec la Chine, à cause précisément des débouchés immenses qu'elle offre aux nations plus évoluées qu'elle ?

LA VOIE TRIOMPHALE DE LA LUMIÈRE ET DE LA RADIO

Le pont Alexandre-III a été aménagé pour synthétiser les progrès techniques enregistrés dans les domaines de la lumière et de la radio.

Cette « voie triomphale » comporte douze pylônes en aluminium, sorte de jeu d'orgue étincelant, agrémenté de larges cercles stylisant les ondes radioélectriques tandis que des étoiles forment l'allégorie de la lumière.

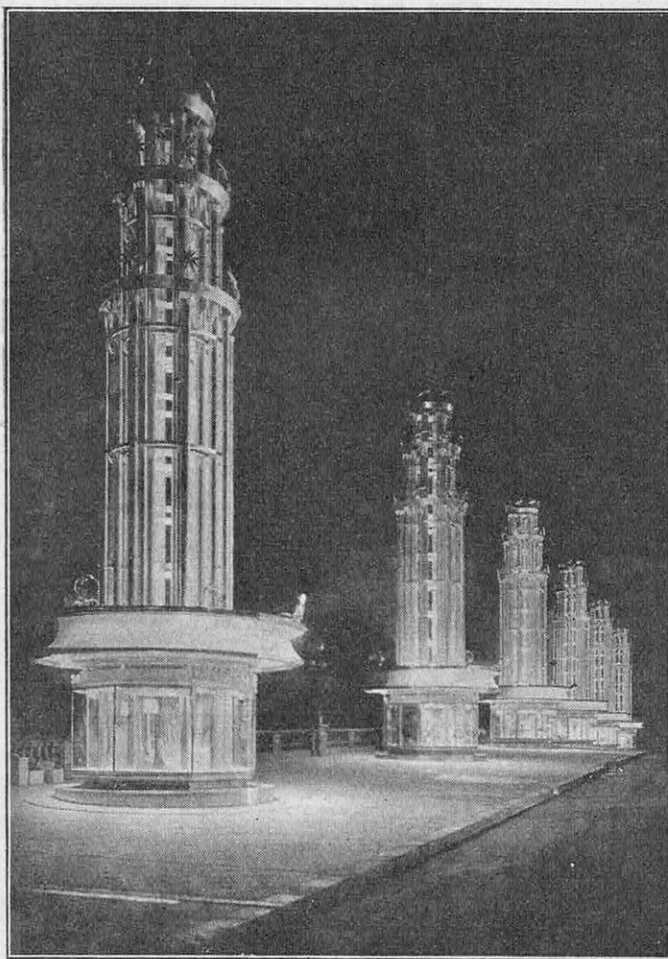
Si l'éclairage, réalisé au moyen de sources lumineuses complètement dissimulées, n'a pas soulevé de problèmes qu'on n'eût déjà l'occasion de résoudre, il n'en a pas été de même du son. Car il s'agissait de baigner le pont d'une musique aussi agréable et aussi diffuse que l'ambiance lumineuse.

Le thème fourni imposait un niveau sonore suffisant pour que, d'une extrémité à l'autre du pont, les promeneurs puissent suivre parfaitement les émissions diffusées. Outre cette obligation, il était stipulé que les sources sono-

res, à l'instar des foyers lumineux, devaient rester invisibles, et qu'en outre le champ sonore obtenu devait être à peu près constant, quelle que soit la position de l'auditeur sur le pont. Pour satisfaire à ces exigences, on a placé dans le pied même de chaque pylône un haut-parleur électrodynamique à aimant permanent, d'une puissance de 20 W,

braqué vers le ciel. Un double pavillon, en staff, de forme très étudiée, dirige les ondes sonores dans un plan horizontal, un peu à la manière des abat-sons de clochers. La diffusion est alors considérable et, en raison de la hauteur au-dessus du sol à laquelle elle se produit, il se trouve que, pratiquement, le champ sonore, au niveau de la tête des passants, est sensiblement constant sur toute l'aire du pont.

Les douze diffuseurs sont alimentés par un amplificateur à haute fidélité d'une puissance de 180 W modulés, chiffre déjà considérable.



(Favier, architecte.)

LA « VOIE TRIOMPHALE DE LA LUMIÈRE ET DE LA RADIO »

Le faisceau lumineux intérieur est fourni par des lampes à vapeur de mercure émettant un flux de 20 000 lumens. Les tubes d'aluminium sont éclairés en lumière blanche.

LES ITINÉRAIRES LUMINEUX A L'EXPOSITION 1937

AUX principales portes de l'Exposition 1937 (Alma, quai d'Orsay, Trocadéro, Concorde, Champs-Élysées, quai de Grenelle, Invalides, Champ-de-Mars) les visiteurs ont à leur disposition un plan du réseau métropolitain qui leur indique automatiquement, en le rendant lumineux, l'itinéraire le plus rapide (1) de la station la plus proche de cette porte à une station quelconque du réseau (lignes, correspondances). Au pavillon de la Société du Métropolitain (porte La Bourdonnais) un plan conçu dans ce sens indique le chemin le plus court de ce pavillon à un point quelconque de l'Exposition. Ces plans sont de simples cartes (Métro, Exposition) (2) sur lesquelles les cercles figurant stations ou pavillons sont remplacés par des petits disques transparents ; derrière chacun d'eux se trouve une petite lampe à incandescence à basse tension (4 ou 6 volts). La réalisation de ce système est due à l'ingénieur M. Levin, qui procède ainsi : d'abord, les lampes d'une même ligne (de la couleur du tracé de cette ligne) sont montées en série et toutes les lignes sont électriquement connectées entre elles aux points de correspondance. Une source de courant est reliée à la lampe de la station pour laquelle le plan a été établi (3), ainsi qu'à autant de boutons poussoirs (250) qu'il y a de stations dans le réseau. Ces boutons ferment chacun un circuit aboutissant à la lampe d'une station. Ainsi, pour une seule ligne, en appuyant sur un bouton, on met sous tension toutes les lampes situées entre cette station et celle du tableau lumineux. Le chapelet de lampes montées en série s'allume alors. Mais l'ensemble de ces cha-

pelets de lampes, interconnectés aux points de correspondance, forme un grand nombre de dérivations électriques et, sans autre précaution, des courants circuleraient dans divers circuits lorsque l'on appuierait sur un bouton quelconque. Le problème consistait donc à ne laisser passer le courant que dans le circuit de l'itinéraire adéquat à la station cherchée. Dans ce but voici la

solution originale adoptée. Les diverses lignes, en se coupant, forment comme les mailles du réseau. Ainsi quatre lignes par exemple, dont une, passant par la station origine A (fig. 1) constituent à peu près un quadrilatère. Il existe, dans ce quadrilatère, sur le côté opposé à celui passant par la station origine, un point C placé de telle sorte que le temps nécessaire pour se rendre en métro de A à C soit identique, soit que l'on passe d'un côté, soit de l'autre. Si l'on coupe dès lors le circuit en ce point, en appuyant sur le bouton d'une station S, située d'un côté de cette coupure, seul s'allumera le circuit A B S, qui est précisément le plus court (1).

Ainsi, de maille en maille, on peut découper le réseau en un certain nombre de circuits qui convergent (fig 2) vers la station origine du tableau. Un bouton poussoir quelconque met donc ainsi sous tension les lampes situées sur les lignes formant le trajet le plus rapide (2).

Un nouveau plan en préparation

indiquera l'itinéraire d'une station quelconque à une autre station quelconque. Il réalisera plus de 30 000 combinaisons !

(1) Les points de coupure ont été déterminés en tenant compte des temps de circulation sur les lignes et des durées nécessitées par les changements de lignes nécessaires. Le circuit indiqué par le tableau lumineux correspond donc bien au trajet le plus rapide pour se rendre à une station.

(2) Comme les résistances électriques des circuits sont très variables, selon que la station cherchée est plus ou moins éloignée, on utilise comme source de courant un transformateur dont la tension s'abaisse rapidement lorsque le courant qui le traverse augmente. S'il y a beaucoup de lampes à alimenter (en série) la tension est évidemment forte ; elle est au contraire faible s'il n'y en a que peu.

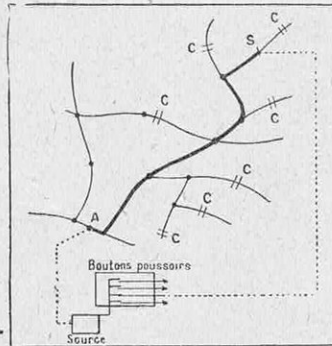
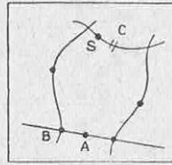


FIG. 1 ET 2. — SCHÉMA D'UN ITINÉRAIRE LUMINEUX DU MÉTROPOLITAIN

En haut : A, station origine ; grâce à la coupure faite en C, quand on appuie sur le bouton de la station S, seul l'itinéraire ABS — le plus court — s'allume. En bas : lorsqu'on appuie sur le bouton de la station S, automatiquement le trajet le plus court pour aller de la station origine A à S s'allume, à cause de la présence des coupures C sur les autres circuits. Il en est de même pour toutes les stations du réseau telles que S.

(1) Un tel plan est installé à la station « Hôtel de Ville » du Métro depuis un an environ, et il en existe actuellement dans une vingtaine de stations.

(2) La solution est la même pour le Métro et l'Exposition.

(3) Les connexions électriques du plan sont en effet différentes suivant la station à laquelle il est destiné.

L'AUTOMOBILE ET LA VIE MODERNE

Où va la politique française des carburants après les décrets-lois de 1937 ?
— Qualité du carburant et amélioration de la puissance du moteur. —
Moteurs de course avec ou sans compresseur ?

Où va la politique française des carburants après les décrets-lois de 1937 ?

LES décrets-lois du 8 juillet 1937 relatifs aux carburants ont évidemment soulevé certaines critiques, — du point de vue économique, — car ils modifient sensiblement notre politique relative à la production de l'énergie soit par moteur à explosions (à carburation), soit par moteurs à combustion interne (genre Diesel). En effet, sans parler ici du nouveau régime des « licences » de circulation institué pour les transports routiers (voyageurs et marchandises) qui vont certainement déterminer une hausse des tarifs, il importe de retenir tout d'abord les nouvelles taxes qui frappent les carburants et les combustibles liquides ou solides destinés aux véhicules industriels et commerciaux alimentés à l'essence dite « poids lourds » (mélange essence-alcool dans les proportions de 25 à 35 litres d'alcool pour 100 litres d'essence) et au gasoil (pour les moteurs Diesel). En effet, désormais, les droits à acquitter par les carburants « poids lourds » sont portés de 110 f 05 à 124 f 65 l'hectolitre, et pour le gasoil de 63 à 160 f. Nous avons déjà antérieurement formulé cette opinion que les Etats à court d'argent ne manquent jamais de taxer — de plus en plus lourdement — tout produit de consommation courante au fur et à mesure que cette consommation augmente. C'est maintenant le cas pour le gasoil, par suite de l'essor — aussi considérable que rapide — enregistré au cours de ces dernières années pour la locomotion routière (véhicules industriels, cars, autobus, etc.). Il en sera sans doute un jour de même pour les gazogènes destinés à alimenter au gaz pauvre (gaz des forêts) les véhicules à propulsion mécanique (camions, péniches, autorails etc.) si ceux-ci prennent une grande extension. Pour l'instant, ce mode de traction est encore peu répandu en France — en dépit d'une propagande officielle en faveur des carburants forestiers, et c'est pour cette raison qu'on a exempté — pour deux ans — ce genre de véhicules, (qu'ils soient équipés de gazogènes (gaz pauvre) ou de récipients à gaz comprimé (gaz riches), jusqu'en juillet 1939. Après, on verra... Il en est de même, du reste, pour l'emploi des accumu-

lateurs électriques de traction encore moins répandus actuellement en France. Mais supposons que ces différents modes de propulsion se développent — eux aussi — notablement ; alors le fisc interviendra plus ou moins lourdement sous forme de licences de circulation à payer et de taxes à acquitter. Déjà n'envisage-t-il pas pour 1939 (délai prévu par le décret) l'application d'une taxe pour ces catégories de véhicules, qui, pour commencer, ne serait tout d'abord que la moitié des taxes appliquées aux autres modes de traction sur route (par moteurs à essence, à gas oil). Il est évident — et c'était inévitable — que, le jour où le rail se trouve de plus en plus « handicapé » par la route (à cause de l'économie et des nombreux avantages réalisés par celle-ci), l'Etat chercherait à alléger le déficit de l'un aux dépens de l'autre. En outre, il est indéniable que la troisième dévaluation du franc français va accroître fortement le prix des produits importés (pétroles, etc.) ; il est également indéniable que la taxe « unique » à la production, qui passe de 6 à 8 %, va également exercer des répercussions à tous les échelons sur l'ensemble des fournitures de l'industrie automobile et, par incidence inéluctable, sur les frais d'exploitation des transports routiers. On estime, d'ores et déjà, à plus de 13 % l'ensemble de ces nouvelles charges. Prenons un exemple : celui du mélange binaire « poids lourd » ; il subit non seulement près de 15 % (14,6) d'augmentation de droits, mais encore la taxe de 8 % (dite « taxe unique à la production ») ; cela fait au total près de 16 % (exactement 15,80). Mais, comme l'alcool incorporé obligatoirement dans l'essence pour « poids lourds » est cédé par l'Etat aux « pétroliers », qui fabriquent ce mélange à un prix plus élevé qu'auparavant, là encore une nouvelle incidence joue en faveur — si l'on peut dire — d'un prix de revient plus élevé. Bien mieux, les stocks d'alcool actuellement existant (au moment du décret du 8 juillet 1937) entre les mains des industriels subissent aussitôt la majoration qui résulte de la différence entre l'ancien et le nouveau prix de cession par l'Etat ! Le benzol, du reste, n'est pas non plus épargné, puisque la détaxe dont il bénéficiait vient d'être réduite de moitié !

Ainsi importateurs et raffineurs des pé-

troles étrangers, constructeurs de moteurs (de Diesel plus particulièrement), consommateurs, se trouvent — brutalement et hélas ! inévitablement — en présence d'une orientation nouvelle de la politique française en matière de carburants et de combustibles liquides. Ceci peut avoir évidemment de graves conséquences pour nos fabricants de moteurs à combustion interne. Le moteur genre Diesel s'est surtout développé pour la traction routière parce qu'il était — jusqu'ici — plus économique pour l'exploitant. Du jour où il coûte plus cher à alimenter, il peut perdre un terrain appréciable par rapport au moteur à explosions (à carburant à essence mélangée ou non d'alcool) qui, du point de vue technique, constitue — jusqu'à nouvelle découverte — le moteur à carburant liquide par excellence. C'est, du reste, ce qui s'est passé dans les nations où l'écart entre le prix du gas oil (pour Diesel) et l'essence était ou insuffisant, ou insignifiant (parité à peu près équivalente) : l'essor du moteur Diesel s'est ralenti, puis arrêté. Qui nous dit qu'il n'en sera pas de même demain en France ? En terminant cette brève causerie d'actualité sur l'automobile, appelons aussi l'attention du lecteur sur la traction des véhicules par moteur à gaz pauvre (1) ou à gaz comprimés (gaz riches) (2). En effet, le gazogène utilisant les « carburants forestiers » (et par suite nationaux) est encore actuellement favorisé au point de vue fiscal ; de plus, son emploi contribue à procurer — légitimement — des débouchés à la forêt française (commerce des bois et industries de carbonisation). En cas de conflit armé, ce carburant de remplacement existe sur notre territoire. Mais il faut toutefois reconnaître que ce mode de propulsion — économique, il est vrai — ne saurait rivaliser — du point de vue pratique — soit avec le moteur alimenté à essence, soit avec le moteur à gas oil. Son principal avantage, par rapport à ce carburant et à ce combustible, tous deux liquides, réside surtout dans l'économie réalisable (3) : prix avantageux des combustibles solides exemptés de droits et de taxe de circulation jusqu'à nouvel ordre. Au point de vue de l'entretien mécanique, de la manipulation de conduite, etc., il reste encore beaucoup à faire pour une parfaite mise au point. Les manœuvres exécutées périodiquement par l'armée avec les formations motorisées équipées avec des gazogènes (bois ou autre combustible solide) ont mis en évidence certains inconvénients auxquels on doit se préoccuper de remédier si l'on veut que, sur le terrain d'opérations spécifiquement militaires, on n'éprouve pas de graves mécomptes. De plus, est-on certain

qu'au cas où la locomotion par véhicules à gazogènes se développerait rapidement, en temps de paix, la forêt française serait en mesure de fournir — à bas prix — l'aliment nécessaire (en qualité et à bon marché) ? A ce point de vue, toute l'organisation du ravitaillement reste à faire. C'est du reste un sujet de réelle importance pour la défense nationale, sur lequel nous reviendrons ici.

Qualité du carburant et amélioration de la puissance du moteur

C'EST de la qualité du carburant utilisé dans l'alimentation d'un moteur d'automobile que dépend, pour une grande part, sa puissance ; c'est en effet le facteur qui détermine le rapport volumétrique le plus élevé dans des conditions normales d'emploi. On sait, d'autre part, que c'est l'amélioration dans le nombre d'octane (1) des carburants du commerce qui autorise précisément l'augmentation de la puissance du moteur. Dans les moteurs d'expérience (2) à allumage électrique, ce rapport volumétrique a même atteint 10. Pour obtenir un nombre aussi remarquable, il faut évidemment employer une essence d'excellente qualité à indice d'octane voisin de 100. Il y a même des carburants qui dépassent 100 d'octane, renfermant une proportion relativement forte de ce composé « éthylfluid » dont nous avons déjà parlé (3) et qui a pour mission d'autoriser précisément les fortes compressions tout en évitant le phénomène de détonation. Ces carburants « spéciaux » ne sont pas encore dans le commerce pour les automobiles ordinaires, mais nul doute que, dans un temps plus ou moins éloigné, les conducteurs de voitures de tourisme et de sport équipées avec des moteurs particulièrement poussés n'aient intérêt à les utiliser, car leur « valeur antidétonante » présente de réels avantages pratiques. C'est aux fabricants de carburants de s'orienter dans cette voie, au point de vue commercial, en liaison avec les constructeurs qui guideraient efficacement les raffineurs fournisseurs de combustibles pour automobiles. A côté de l'augmentation de cette valeur antidétonante, on peut aussi escompter une amélioration dans le rendement volumétrique qui déterminerait évidemment un accroissement de la pression moyenne indiquée et, par suite, de la puissance spécifique. A cet effet, il serait indispensable et d'augmenter la section de la tuyauterie pour le passage

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 229. — Dire qu'un carburant à un nombre d'octane n signifie qu'il équivaut, au point de vue de ses qualités indétonantes, à un carburant formé de n volumes d'isooctane (très indétonant) et de $(100-n)$ volumes d'heptane (très détonant).

(2) Rapport Heldt au congrès américain de la S. A. E., traduit par H. Petit, T. A. A., n° 178.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 232, page 333. — La composition de l'éthyl-fluide est la suivante, en poids : plomb tétraéthyl, 61, 42 % ; bromure d'éthylène, 35, 68 % ; colorant, 0,17 %.

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

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 251.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 236, page 137 et n° 240, page 475.

du mélange à l'aspiration, et de refroidir davantage les gaz à l'admission. M. Heldt rappelle à ce propos qu'auparavant on diminuait, au contraire, les sections de passages pour l'aspiration en vue d'obtenir un meilleur fonctionnement à vide. En effet, si ces passages sont trop grands, la vitesse de circulation de l'air au ralenti est trop faible et ne peut, par suite, entraîner le carburant, d'où distribution irrégulière (ratés). Depuis que les constructeurs ont adopté le carburateur dit « inversé » (1), cet inconvénient est presque toujours éliminé. En outre, dans le but d'assurer une distribution régulière pour l'alimentation des cylindres, on a aussi adopté, fréquemment, les carburateurs doubles dans les moteurs possédant un grand nombre de cylindres (8, par exemple). Dans le même ordre d'idées, et pour atteindre mieux encore un bon résultat, on a préconisé récemment l'emploi de deux canalisations d'aspiration totalement séparées ; l'une fonctionne d'une façon permanente, l'autre n'entre en jeu qu'aux grandes vitesses et, à ce moment, les deux canalisations fonctionnent conjointement. (2) Il existe aussi un autre système qui consiste à puiser l'air destiné au carburateur à l'extérieur du capot de la voiture, et il est possible ainsi d'abaisser la température de l'air admis d'environ 50 à 60° C.

Signalons encore un moyen différent d'accroître cette *puissance spécifique*, dont nous avons fréquemment parlé ici (3) : c'est d'accroître la *vitesse de rotation* du moteur au lieu d'augmenter la puissance moyenne dans le moteur. Les résultats sont plus satisfaisants et certains affirment qu'on a plus tendance, de nos jours, à faire croître le facteur vitesse que le facteur pression. Depuis un quart de siècle, cette vitesse est passée de 600 tours/mn à 6 000 tours/mn. Aujourd'hui, on considère comme normale une vitesse de 4 000 tours/mn, ce qui représente un accroissement de vitesse dans le rapport de 1 à 7 (environ), alors que la valeur de la pression moyenne n'est passée que de 4 kg 2 à 6 kg 3 par cm².

Cette évolution toute récente dans la construction du moteur d'automobile a, par voie de conséquence, obligé les ingénieurs à adopter des canalisations d'alimentation opposant une résistance moindre au passage de l'air et des masses fluides (à mouvement alternatif) plus légères.

Dans un autre domaine de la construction mécanique, on a constaté que, dans le moteur à carburation actuel à grande vitesse, les matériaux qui entrent dans sa fabrication étant *élastiques*, il en résulte que les organes qui constituent ce moteur pos-

sèdent une *période* de vibration (1) propre à chacun d'eux. Ce sont les impulsions auxquelles donne naissance la pression des gaz qui produisent ces vibrations ainsi que les forces d'inertie. Il est évident que, quand on augmente la vitesse de rotation du moteur, on augmente par suite la *fréquence* de ces impulsions — et aussi celle des harmoniques (2). — Il faut alors, pour remédier aux inconvénients, accroître la *rigidité* de la structure du moteur (3). Dans le même but, il faut accroître ainsi la *raideur* du vilebrequin pour, précisément, élever la *fréquence des vibrations de torsion*. Aujourd'hui, d'après l'ingénieur Heldt, ce qui importe, pour les moteurs à très grande vitesse, c'est cette *rigidité* qu'il ne faut pas confondre avec la robustesse, distinction qu'on ne doit pas perdre de vue quand on a à faire un choix dans la matière à employer dans la construction du moteur (d'automobile ou autre). Ainsi, prenons un exemple : le module de l'élasticité (4) d'un acier est double de celui de la fonte ordinaire ; celle-ci fléchira donc deux fois plus sous une charge identique ; si on remplace, dans une pièce, acier par fonte, il faudra évidemment soit accroître la section de la pièce (organe), soit diminuer sa longueur entre les supports (cas pour les vilebrequins des arbres à came notamment). Par contre, les sidérurgistes considèrent qu'on ne peut obtenir actuellement aucune matière dont le module d'élasticité égale 20 000, valeur qui est celle de l'acier forgé. Toujours au point de vue des préoccupations concernant la vibration dans la construction d'un moteur, ce sont le *bloc* des cylindres et le *carter* qui sont le plus exposés aux vibrations aux grandes vitesses. Ce que l'on désigne sous le vocable de *rudesse de marche* provient précisément de la vibration déterminée par la déformation, aux grandes vitesses, du carter et du vilebrequin avec son embrayage (vibration de torsion). Les spécialistes, en vue de résoudre ce problème délicat que soulève l'existence des vibrations et combattre notamment cette « rudesse de marche », ont été ainsi

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 405. Un organe mécanique écarté de sa position d'équilibre ne la reprend qu'après un certain nombre d'oscillations de part et d'autre de cette position. Le nombre d'oscillations par seconde définit la fréquence des vibrations propres de cet organe. Leur période est le temps mis par l'organe pour effectuer un aller et retour complet à partir d'une position.

(2) Les fréquences harmoniques correspondent à des multiples de la fréquence fondamentale d'une vibration.

(3) La fréquence des vibrations propres d'un organe dépend de la *nature* et de la *forme* des matériaux qui le constituent. En augmentant la fréquence des vibrations, on retarde l'apparition du phénomène de résonance qui tend à les amplifier.

(4) Le module d'élasticité n'est autre que le coefficient de proportionnalité qui existe entre la déformation d'un corps soumis à un effort et cet effort lui-même (supposé inférieur à la limite élastique au-dessus de laquelle le corps déformé ne reprend plus sa position première).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 198, page 473.

(2) L'ingénieur H. Petit signale que ce dispositif n'est pas applicable aux moteurs à soupapes ordinaires.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 241, page 70.

amenés à *accroître la limite critique (1) des vitesses de rotation du moteur*. C'est pour cela qu'ils ont renforcé tous les organes soumis à des forces périodiques — ou « moments » (2). — C'est là que le constructeur prouve son savoir-faire, car il faut — autant que possible — atteindre ce but sans trop augmenter le poids de la matière utilisée (économie de matière, etc.) C'est là aussi qu'intervient à la fois le choix du matériel et la précision du calcul.

Moteurs de course avec ou sans compresseur ?

LA dernière compétition de Miramas a prouvé qu'une voiture carrossée en « sport » (avec des ailes), offrant par suite une résistance aérodynamique supérieure à celle d'un engin de course, propulsée par un moteur de moins de 4 litres *non suralimenté*, était capable de dépasser la performance d'une voiture de course — cependant sensiblement moins lourde — munie d'un moteur de 3 litres *suralimenté*... de 1933 ! D'autre part, la formule qui entrera en vigueur dès 1938 pose le dilemme suivant aux constructeurs : 4 litres sans compresseur ou 3 litres avec compresseur. Etant donné les dates ci-dessus (1933-1937), on peut se demander comment nos techniciens pourront établir un rapport entre le rendement de deux moteurs *identiques*, l'un *suralimenté*, l'autre non. Il faut dès maintenant retenir que si les « Talbot » sans compresseur ont une puissance spécifique de 50 ch par litre de cylindrée, les « Mercedes » et les « Auto-Union » réalisent 100 ch au litre. On sait aussi qu'avec un régime de rotation plus rapide (les « Talbot » tournaient à Miramas à 4 400 t/mn et l'on envisage maintenant de 4 700 à 5 000 t/mn), le moteur non *suralimenté* peut fournir jusqu'à 70 ch par litre (3), grâce, et à l'emploi de soupapes largement « dimensionnées » qui autorisent, en effet, un remplissage correct des cylindres et à l'utili-

(1) La vitesse critique est celle pour laquelle se produisent des effets de résonance entre les organes soumis à des efforts périodiques, résonance qui peut produire des déformations dangereuses.

(2) Le « moment » d'une force par rapport à un axe est égal au produit de la force par la distance de cet axe à la ligne d'action de la force.

(3) Actuellement, on peut admettre que, pour une même cylindrée, la puissance du moteur à compresseur doit être égale à 1,80 fois celle du moteur sans compresseur.

sation de carburants spéciaux qui permettent de porter à 10 ou 11 le taux de compression (comme cela se fait sur les motocyclettes avec de l'alcool pur). Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que le record de la puissance spécifique avec compresseur, réalisé en Angleterre pour de petites cylindrées (de l'ordre de 1 000 à 1 500 cm³) atteint 175 ch au litre. Une comparaison n'est logiquement possible que si l'on impose aux différents moteurs examinés des conditions semblables avec un carburant identique. Une interprétation scientifique des résultats ainsi obtenus doit donc servir de base à l'établissement d'une formule correcte de compétition. Ainsi lorsqu'il y a une dizaine d'années (au moment où la clause du maximum de consommation était en vigueur) un moteur de 1 500 cm³ et *suralimenté* (« Bugatti ») remporta le Grand Prix de l'A. C. F., cette performance du moteur à explosions ne fut pas alors appréciée comme il convenait. Que nous apportera la nouvelle formule de 1938, 1939, 1940 : 3 litres et compresseur ou 4,5 litres sans compresseur ? Avec un carburant identique dans les deux cas, il est à prévoir que le moteur *suralimenté* sera certainement supérieur (puissance spécifique) au moteur sans compresseur ! Le moteur « *suralimenté* » tire son principal avantage de sa grande vitesse de rotation (7 000 t/mn) et le compresseur assure un meilleur remplissage des cylindres. Ch. Faroux estime que l'an prochain nous verrons l'apparition de « 3 litres » à compresseur tournant de 7 200 à 7 500 t/mn avec un grand nombre de cylindres pour diminuer l'inertie de chaque organe mobile (par exemple 12 cylindres en V de 60 mm d'alésage et 80 mm de course) capable de développer une puissance totale de 400 ch avec un carburant de 82 à 85 comme nombre d'octane (1). Un moteur de 4,5 litres non *suralimenté* ne pourrait fournir une puissance comparable qu'en employant un autre carburant (tel que l'alcool) permettant par suite un taux de compression plus élevé.

(1) Le nombre d'octane est un coefficient obtenu par comparaison avec un « combustible-type » dont l'aptitude à détoner est rigoureusement connue (mélange d'heptane très détonant et d'isooctane très indétonant). Dire qu'un carburant présente un nombre d'octane de 82 signifie que ce carburant équivaut, au point de vue de ses propriétés indétonantes, à un carburant formé de 82 volumes d'isooctane et de 18 volumes d'heptane.

Si l'on trace une ligne horizontale correspondant à l'activité économique en 1929, la courbe de la production industrielle s'inscrit alors à un niveau supérieur de 2 % à cette ligne, pendant que l'indice des échanges s'inscrit au contraire à 8 % au-dessous. Or, dans une « reprise » saine, c'est le phénomène contraire qu'on a jusqu'ici enregistré ! Les crises profondes et étendues à caractère international se résorbent en effet tout d'abord par une reprise des échanges internationaux, et ensuite la production se développe seulement comme résultante du mouvement des affaires.

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.

Comment on totalise automatiquement les entrées à l'Exposition

LE débit si lent des anciens tourniquets et leur incapacité de totaliser immédiatement les entrées aux portes de l'Exposition (180 portillons, répartis entre 35 portes) provenaient d'un dispositif aujourd'hui périmé. C'est encore une application de la cellule photoélectrique (1) qui résout maintenant ce problème. Grâce à elle, en effet, le « barrage » indispensable est réduit à un simple faisceau lumineux. Chaque portillon est donc équipé d'une cellule (2) soumise en permanence à un éclairage de 200 lux (3) produit par un projecteur spécial (4) : lampe à basse tension, 3 volts, 5 ampères. Dans ces conditions, la cellule débite normalement — sans source auxiliaire de tension — 200 microampères dans le circuit d'un relais sensible. Mais, chaque fois que le faisceau lumineux est interrompu par le passage d'un visiteur, la cellule cesse d'être « excitée » et le dispositif d'enregistrement fonctionne (5). Le relais sensible ne recevant plus de courant fait avancer d'un « pas »

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

(2) Les cellules adoptées sont du type photovoltaïque et sont constituées par un disque métallique sur lequel est posée la couche sensible à la lumière. Le disque constitue le pôle positif, et un collecteur circulaire recueillant les électrons émis par la couche sensible (et au contact avec celle-ci), forme le pôle négatif. L'émission des électrons est proportionnelle à la quantité de lumière reçue.

(3) Le lux correspond à l'éclairage d'une surface de 1 m² qui reçoit un flux lumineux de 1 lumen uniformément réparti. Rappelons qu'une bougie (unité d'intensité) produit 12,57 lumens (1 lumen par angle solide unité, c'est-à-dire découpant une surface de 1 m² dans une sphère de 1 m de rayon, ayant pour centre la source supposée ponctuelle de 1 bougie). Enfin la bougie, qui était autrefois définie comme le dixième du carcel (intensité lumineuse fournie par une lampe à l'huile Carcel — horloger français qui l'inventa en 1806 — dont le bec a 12 mm de diamètre et qui brûle 42 g d'huile de colza épurée à l'heure), est aujourd'hui déterminée au moyen de lampes étalons conservées dans les laboratoires nationaux.

(4) Afin de soustraire la cellule à l'éclairage ambiant, elle est munie d'un système optique de lentilles de faible ouverture (10°) dont l'axe est dirigé vers le projecteur, lui-même équipé de lentilles assurant le parallélisme des rayons lumineux qu'il envoie vers la cellule.

(5) La coupure du faisceau lumineux doit durer au moins 25/100 s pour être enregistrée. Ceci évite les erreurs provenant des coupures rapides produites par les objets portés à la main (cannes, etc.).

un commutateur à 11 positions, dont les 10 premières correspondent à 10 entrées consécutives. Voyons maintenant la *totalisation*. Lorsque 10 visiteurs sont entrés par un portillon, le commutateur qui les a enregistrés saute automatiquement sa 11^e position et envoie *ipso facto* une impulsion électrique vers un compteur situé à la direction de l'exploitation. Ce compteur enregistre donc les *dizaines d'entrées* (1) par portillon. Passons maintenant aux *centaines* : chaque fois qu'un « compteur de dizaines » de portillon a reçu 10 impulsions (100 visiteurs), un chercheur du type « Rotary », analogue à ceux du téléphone automatique, (2) envoie à son tour une impulsion au totalisateur général de l'Exposition. Ce dernier indique donc le nombre de centaines d'entrées pour l'ensemble des portillons (3).

Enfin, cette installation « administrative » a donné lieu également à une présentation spectaculaire originale : sur une tour, non encore terminée, de 30 m de haut environ, seront en effet disposés verticalement deux tubes au néon, de 15 m de long chacun, sectionnés électriquement en 50 parties de 30 cm. Ces sections doivent s'allumer successivement chaque fois qu'une *centaine* d'entrées aura été enregistrée pour toute l'Exposition. Ainsi le public verra s'allonger d'une façon quasi continue la colonne lumineuse du tube au néon, dont l'illumination est totale après 10 000 entrées. En outre, un compteur de 5 m de long (à 8 chiffres) totalise les groupes de 10 000 visiteurs et peut enregistrer jusqu'à 99 millions d'entrées. Lorsque les tubes sont complètement illuminés, le chiffre des dizaines de mille

(1) En plaçant une clef dans une position convenable, l'impulsion du comptage peut être dirigée vers un ou plusieurs compteurs ayant pour but de totaliser séparément les entrées payantes, les entrées gratuites et les entrées de service. D'autre part, pour les portes où le trafic est particulièrement intense, il fallait éviter l'envoi simultané aux compteurs totalisateurs des impulsions provenant des commutateurs « pas à pas » des portillons. Dans ce but, un autre commutateur « pas à pas » recherche successivement les portillons prêts à envoyer une impulsion et les capte un à un sans qu'un « doublé » soit à craindre.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 119, page 355.

(3) Tous les compteurs des portillons sont remis à zéro chaque jour. Cette opération n'est pas effectuée pour celui des centaines qui peut enregistrer jusqu'à 99 millions d'entrées.

change au compteur, les tubes s'éteignent automatiquement et l'opération recommence pour une nouvelle dizaine de mille.

Ce qu'il faut retenir des 24 heures du Mans de 1937

LA Course d'endurance automobile des 24 heures du Mans constitue une sorte de banc d'épreuve pour l'automobile de tourisme : 49 partants en 1937, 17 arrivants seulement, soit 65 % de déchet pour causes diverses (six voitures notamment arrêtées à la suite de l'accident survenu à l'une d'elles), cela suffit à montrer la sévérité de cette sélection. La performance réalisée par la voiture victorieuse (Bugatti 57-S), qui a battu les records sur ce circuit (3 287,938 km en 24 h, vitesse moyenne 136,997 km/h), résulte et de l'étude très poussée du profilage de la carrosserie en forme d'aile épaisse d'avion (qui permet de gagner environ 30 km/h) et du rendement du moteur de 19 ch (3,257 litres de cylindrée sans compresseur). Alimenté avec un carburant du commerce, ce moteur donne de 175 à 180 ch, et la vitesse en course atteignait aisément 225 km/h en palier. Cependant, la consommation d'essence ne dépasse pas 20 litres aux 100 km.

Prosperité aux Pays-Bas

LA Hollande — ce petit pays si prospère, qui possède, rien que dans son empire colonial, plus de 60 millions de Malais — jouit dans la métropole d'une situation privilégiée. Qu'on en juge : de janvier à avril 1937 (quatre mois), les exportations se sont accrues de 53 % et les importations à peu près dans les mêmes proportions ! Les impôts (indirects) ont procuré un excédent de 16 % par rapport à l'an dernier ; le chômage a diminué de près de 15 % ; la production de houille a augmenté de plus de 12 %. La réserve nationale d'or, qui était en 1936 (octobre) de 570 millions de florins (le florin valait 12 f 33 le 30 juin 1937), était, en février 1937, passée à 720 millions ! En mai dernier, c'est une réserve d'or de 1 100 millions de florins (approximativement), et enfin, fin juin dernier, cette réserve d'or dépasse, pour la première fois, 1 140 millions de florins. Sa voisine, la Belgique — sans avoir atteint d'aussi beaux résultats économiques et financiers — est dans une situation également enviable, puisque l'indice belge de la production industrielle est passé en un an de 79,5 à plus de 91 (en 1937) ! Ajoutons, et ce n'est pas là le point le moins typique, que l'argent hors banque en Belgique est à 1 % (escompte officiel, 2 %). En France, au cours du 1^{er} semestre de cette année (20 juin), l'argent au jour le jour valait plus de 5 %.

Un nouveau record de l'hélicoptère

C'EST en effet l'Allemand Rohls qui vient de battre, en juillet dernier, à bord d'un hélicoptère construit par Henri Focke, tous les records du monde pour cette catégorie d'appareils « plus lourds que l'air » (1). C'est un *F. W. - 61*, essentiellement constitué par un fuselage analogue à celui d'un avion, muni de deux hélices (une de chaque côté) à axe vertical et à trois pales montées sur deux bâtis métalliques. Un seul moteur de 160 ch actionne ces deux hélices. Voici les performances réalisées par Rohls, avec l'indication des anciens records : altitude, 2 500 m (France, 158 m) ; durée, 1 h 20 mn 49 s. (France, 1 h 2 mn 50 s) ; vitesse sur 20 km, 122,553 km/h, (France, 44,692 km/h) ; distance en ligne droite, 16,400 km (Italie, 1,736 km) ; distance avec retour au point de départ, 80,604 km (France, 44 km). Tous les records détenus par la France avaient été établis avec un gyroplane « Breguet-Dorand » (2), le 24 novembre 1936, et celui de l'Italie sur un appareil « Fiat ».

Agriculture et Industrie

IL est vrai qu'à la fin de l'an dernier, l'indice des *matières industrielles* en France était de 488, et de 546 en 1937 (fin mai), soit 58 points de hausse en six mois. Mais, pour les produits agricoles, la hausse a été insignifiante : l'indice de décembre 1936 était de 513, alors qu'en mai il n'est encore que de 516. On peut dire impartialement que le monde agricole n'a pas profité du mouvement des prix du monde industriel, puisque la hausse, dans le second cas, est 19 fois plus forte que dans le premier cas ! D'autre part, la capacité de consommation des ouvriers des villes s'est — heureusement — améliorée. Il n'en est — malheureusement — pas de même pour ceux des campagnes, car cette capacité a, au contraire, diminué ! Le paysan s'estime lésé ; il n'a pas tout à fait tort et, dans une nation bien équilibrée, l'agriculture et l'industrie doivent être traitées sur le même pied... La vie chère n'est pas le fait des producteurs de la terre, mais la résultante, notamment, des impôts, des frais de transports, des « organismes » intermédiaires, des prix pratiqués par certains détaillants, en dépit du contrôle.

Crise de la culture maraîchère

LA production légumière n'a pas profité, en France, de la revalorisation de la plupart des produits agricoles. La culture maraîchère soulève, elle aussi, de multiples et complexes problèmes non résolus. Sa situation est, en effet, actuellement, peu

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 198, page 491.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 233, page 405.

rémunératrice pour ces producteurs de la terre, alors qu'intermédiaires et détaillants bénéficient, au contraire, d'un profit souvent exagéré et peu justifié. C'est toujours le producteur qui travaille à bas prix, c'est souvent le consommateur qui paie trop cher, mais ce sont les intermédiaires reliant ces deux pôles qui s'enrichissent — à coup sûr — même pendant la crise de « sous-consommation » que nous subissons. N'est-il pas irrationnel, par exemple, de voir la douzaine d'artichauts cédée avec peine à 0 f 25 à la production, alors que l'unité se vend couramment 1 f au consommateur de nos villes? La surabondance qui règne dans toutes les productions maraîchères est presque généralisée : ainsi, pour les primeurs, les cultures ont été développées, les quantités offertes sur les marchés dépassent la demande et cela d'autant plus que la conserverie achète fort peu cette année. Cette industrie saisonnière ne travaille que quelques semaines annuellement et se trouve par suite gênée par les nouvelles lois sociales (1). La pomme de terre constitue l'un des exemples les plus frappants de cette crise. Ses cours sont tombés, en effet, de 40 f à 16 f les 100 kg. Les causes de cette chute quasi verticale sont multiples : stocks importants existant à la fin de la campagne (2) ; régression de l'industrie de la féculerie ; accroissement des importations du Maroc (3) ; plantation en Algérie d'une variété de pommes de terre à gros rendement et plus « tardive », de sorte que les arrivages algériens coïncident presque maintenant avec la récolte dans les régions du Midi de la France ; la récolte métropolitaine, de son côté, a été plus abondante qu'à l'ordinaire (4). Si une économie agricole sagement dirigée ne remédie pas à cette situation, nos populations rurales maraîchères se détourneront elles aussi de la terre, aggravant plus encore le problème de la désertion des campagnes.

Puissances mondiales

ON évalue actuellement, d'après les dernières statistiques (dont quelques-unes déjà anciennes pour certaines nations), que les Etats-Unis d'Amérique comptent aujourd'hui 120 millions d'habitants (environ), soit à peu près le triple de l'Allemagne qui doit atteindre maintenant 67 millions. Le Nippon (y com-

(1) Et par le prix notablement accru des boîtes de conserves métalliques, par suite de la hausse énorme des métaux et de la main-d'œuvre.

(2) Par suite des prix plus avantageux du début de cette campagne, les pommes de terre d'ordinaire réservées à l'industrie furent, en effet, offertes à la consommation.

(3) En 1924, le Maroc achetait en France 92 500 quintaux de pommes de terre et n'en exportait pas. Aujourd'hui, il en expédie 60 000 quintaux en France et en achète 160 000 quintaux à l'étranger.

(4) Les importations de pommes de terre de semence ont été, en 1936, en augmentation de 250 000 quintaux sur les quatre années précédentes.

pris le Mandchoukuo nouvellement formé) dépasserait 120 millions : l'U. R. S. S. a retrouvé le chiffre approximatif de 170 millions, comme avant 1918, alors que l'Empire russe comprenait Pologne, Lithuanie, Lettonie, Esthonie, Finlande, Bessarabie. Cet accroissement de la population slave en moins de vingt ans est prodigieux, puisqu'on estime qu'il est annuellement de 3 millions ; quant au Japon, il a proliféré également à la cadence de 1 million par an. Il existe en outre un peuple chinois qui doit représenter 400 millions d'individus. Ce sont là des facteurs non négligeables quand on évalue la répartition des « forces » dans le monde qui, un jour ou l'autre, pourraient se grouper dans des camps différents vis-à-vis des nations européennes suivant les « axes » opposés des plus puissantes d'entre elles : Berlin-Rome et Londres-Paris, avec leurs satellites respectifs.

Prix de l'essence

VOICI le renseignement demandé : au 30 juin 1937, l'essence pour automobiles qui valait 51 f 50 (avant la dévaluation du franc au 1^{er} juillet dernier) par hectolitre *cif* (1) port de Rouen, non dédouané, était vendue en gros 200 f environ ; c'est près de 150 f d'impôts, taxes, frais divers.

L'or anglais

C'EST le Chancelier de l'Echiquier de Grande-Bretagne lui-même qui a indiqué, en juin dernier, que le montant d'or détenu par les finances anglaises (Banque d'Angleterre, 7 384 200 onces ; Fonds d'Egalisation des changes, 26 674 000 onces, au 31 mars 1937) atteignait au total 34 058 200 onces. Comme la valeur de l'once d'or (31 g) est décomptée à 140 schillings, on voit que la somme globale d'or peut se chiffrer au printemps de cette année à plus de 700 millions de sterling. Au cours du change à l'époque, cela représentait alors plus de 78 milliards de nos francs à la valeur du jour. L'once, rappelons-le, est équivalent à 31 g, ce qui permet de calculer en tonnes l'or métal détenu par l'Angleterre à la fin du 1^{er} trimestre de 1937 (2).

Le prix du blé

MAIS oui, le blé, à Chicago, a valu 140 cents (après 85 cents pendant la crise) en juillet 1936, et depuis, la courbe des prix n'a cessé de s'infléchir ; en juin 1937, le blé américain cotait entre 105 et 112 cents (le cent est le 1/100 du dollar, ce qui permet de calculer *grosso modo* l'équi-

(1) Le prix *cif* est le prix au port étranger augmenté des frais de transport (fret), du coût des assurances et de la valeur des « déchets de route ».

(2) La Banque de France qui détenait 3 636 t d'or (lingots et monnaies) en juin 1936 n'en possédait plus, en juillet 1937 que 2 698 t, soit 938 t de moins !

valence en francs au change d'alors). On évalue actuellement la production mondiale de cette céréale à 3 800 millions de boisseaux (le boisseau représente 36,34 litres de notre système métrique). En 1936, on l'estimait à 300 millions de boisseaux de moins, d'où la baisse des prix cette année. En France, sur notre marché isolé (Office du Blé), on estime que, lorsqu'on connaîtra les résultats de la présente récolte, le blé devrait valoir au moins 180 f les 100 kg. C'est la hausse !

Indices des prix

C'EST le *Financial Times* qui publie chaque mois un indice des prix pour les grands pays : Angleterre, États-Unis, France. En mai 1937, par rapport à mai 1936, en comparant ces indices, on trouve : 23,4 % de hausse en Angleterre ; États-Unis, 15 % ; France, 41,4% ! Pour notre pays, ajoutons — ce qui n'est pas à négliger — qu'en avril 1936 l'indice des prix de détail était de 451, alors qu'un an plus tard (avril 1937) il atteignait 580 ! En Angleterre, ces indices sont respectivement de 126 en 1936 (mars) et de 135 en 1937 (mars), soit, en rapprochant ces pourcentages, de 28 % de hausse en France contre 7 % seulement en Grande-Bretagne. Vous voilà, cher abonné, renseigné par ces chiffres précis et récents.

Atlantique Nord et Sud

LES deux hydravions : *Short « Caledonia »*, anglais, et *Sikorsky S.-42-B. « Pan American Clipper »*, américain, ont réussi, le 6 juillet dernier, la traversée aérienne de l'Atlantique-Nord dans les conditions prévues. Le premier a relié Foynes (Irlande) à Botwood (Terre-Neuve) en 15 h 9 mn (moyenne, 214 km/h), alors que le second effectua le trajet en sens inverse en 12 h 40 mn seulement (moyenne, 253 km/h). Ces chiffres confirment que la traversée dans le sens ouest-est est plus favorable, par suite des conditions météorologiques (vents dominants) qui règnent habituellement sur l'Océan, notamment sur la « route du Nord » suivie par les deux appareils et qui n'est guère utilisable que pendant quelques mois de l'année (1). Le voyage de retour des deux appareils s'est effectué le 17 juillet : le *Caledonia* revenant à Foynes à la vitesse de 266 km/h et le *Pan American Clipper* rejoignent Botwood à 207 km/h. Les trajets Irlande-Terre-Neuve ont exigé : 15 h 9 mn pour le *Caledonia* (6 juillet) et 16 h 25 pour le *American Clipper* (17 juillet). En sens inverse, les temps furent : 12 h 37 mn pour le *American Clipper* (6 juillet) et de 12 h 6 mn pour le *Caledonia* (17 juillet). L'hydravion anglais apparaît donc plus rapide que l'américain.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 233, page 409.

Voici les caractéristiques de ces deux hydravions :

« Short » *Caledonia* : poids total, 17 t 5 ; rayon d'action 4 800 km à une vitesse de croisière de 250 km/h ; monoplan à aile haute propulsé par 4 moteurs Bristol « Pegasus » de 800 ch entraînant des hélices tri-pales à pas variable ;

Pan American Clipper : poids total, 17 t 3 ; rayon d'action, 4 800 km à une vitesse de croisière de 255 km/h ; monoplan à aile haute haubannée propulsé par 4 moteurs Pratt et Whitney « Hornet » de 700 ch.

D'autre part, on sait que l'Allemagne va également reprendre ses expériences sur l'Atlantique-Nord avec des hydravions catapultés. Après les voyages parfaitement réussis, en 1936, avec le *Dornier-18*, la « Lufthansa » utilisera maintenant les nouveaux hydravions *Blohm und Voss H.-A.-139* (4 moteurs « Junkers Jumo 205 C » de 600 ch, à huile lourde) dont l'autonomie est de 5 000 km à 250 km/h (poids total, 17 t). Le départ aurait lieu de Lisbonne et l'appareil serait catapulté des Açores par le navire spécial *Frisenland*. Enfin, un autre appareil, le « Junkers » *Ju.-90*, est en construction.

Quant à la France, il serait cruel de revenir sur le retard de sa construction aéronautique. Le *Lieutenant-de-Vaisseau-Paris* est un appareil démodé, à vitesse trop faible. L'*Amiot-310* et le *Farman-2231* ne sont que des appareils d'essai dont il serait téméraire d'envisager actuellement les possibilités. Pour l'exploitation proprement dite, le *C. A. M. S.-161* (1), le *Latécoère-630* et le *Lioré et Olivier H.-49* sont toujours à l'étude.

Si nous passons à l'Atlantique-Sud notre position est plus favorable, puisque l'aviation française assure chaque semaine le service Dakar-Natal et retour avec quelque 300 kg de courrier (2). Dans ces conditions, que faut-il attendre d'un accord aéronautique entre les compagnies aériennes allemande et française ? Sur l'*Atlantique-Nord*, la technique d'exploitation allemande est, nous l'avons vu (3), différente de celle envisagée chez nous par le Comité du Ministère de l'Air dont le projet serait réalisable en quatre ans avec une dépense de 300 millions.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 383.

(2) Les quadrimoteurs en service sont gros consommateurs de carburant ; malgré les surtaxes postales fort élevées, l'exploitation demeure donc déficitaire. Or, il est démontré (voyage des Américains Merrill et Lambie des États-Unis en Angleterre à l'occasion du couronnement de George VI), au printemps 1937, que la traversée pouvait être effectuée avec de petits bimoteurs de 900 ch seulement, alors que les *Farman* à 4 moteurs totalisent 4 000 ch, ce qui est un non-sens. Des bimoteurs comme le *Lockheed Electra*, le *Caudron Typhon*, avec des réservoirs supplémentaires, pourraient aisément transporter le courrier et trois hommes d'équipage à près de 300 km/h (gain de temps, économie de carburant), et le *Caudron Super-Goeland*, actuellement à l'étude, pourrait assurer le service en 7 ou 8 heures avec une dépense d'essence inférieure au quart de la consommation actuelle.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 241, page 53.

L'accord prévu ne visant que les études de matériel, la communication des résultats des recherches en cours et l'engagement de ne rien entreprendre séparément, on peut se demander si l'effort français ne risquerait pas d'être compromis par l'homologation de cet accord. En ce qui concerne l'*Atlantique-Sud*, il s'agirait, pour les deux sociétés, d'exploiter la ligne en commun (aménagement des horaires et tarifs) et de partager les bénéfices escomptés. D'autre part, l'Allemagne abandonnerait le trafic postal par dirigeable mais exploiterait toujours la ligne pour les passagers et le fret.

Les radiorécepteurs 1937-1938

LES tendances exposées dans *la Science et la Vie* concernant l'évolution des radiorécepteurs se confirment (Salons de la Radio de Paris). Ainsi, la sélectivité variable (1) est de plus en plus en faveur ; mais certains constructeurs abandonnent la variation continue pour adopter plusieurs sélectivités déterminées, par exemple 5, 8 ou 12 kilocycles (2), au moyen de transformateurs dont la « bande passante » est plus ou moins large. Comme la sélectivité diffère suivant la gamme d'ondes sur laquelle on se trouve et suivant la puissance de la réception, on a imaginé le réglage unique, au moyen d'un seul bouton, (3) de cette sélectivité et de la tonalité. Il faut rappeler également la *normalisation* des circuits oscillants et des ondes de moyenne fréquence : 137 et 472 kilocycles pour ces dernières, la gamme d'ondes étant : 13 - 45 m, 30 - 90 m, 195 - 565 m, 800 - 2 000 m. Voici en outre les dispositifs antifading (4), l'augmentation de la puissance grâce aux lampes de 18 W (basse fréquence) et une meilleure reproduction de notes graves (haut-parleurs de grand diamètre, 25 à 34 cm). Dans la construction, il y a lieu de remarquer l'amélioration des contacts de commutateurs (chromage) ; l'isolement plus parfait en haute fréquence (quartz, stéatite, bakélite, trolitul) ; le montage des châssis sur coussinets de caoutchouc ; la généralisation des blindages sur les lampes, bobinages, condensateurs ; sur les postes de luxe, la stabilisation automatique de l'accord (5) et aussi un « mélangeur de sons » permettant de régler la tonalité par l'action des filtres de bande sur les diverses fréquences.

Dans le domaine des lampes, le nombre, pour un radiorécepteur de bonne sensibilité, demeure compris entre 5 et 9, avec toutefois des exceptions sur certains appareils comprenant jusqu'à 23 lampes. Lampes de verre, métal-verre, tout-métal sont toujours uti-

lisées, ces dernières gagnant encore du terrain, grâce aux perfectionnements apportés dans leur construction afin de remédier aux défauts déjà signalés ici (1). Parmi les nouveaux types de lampes déjà étudiés ici, voici la pentode-triode (2) pour le changement de fréquence et la 6 L.-6 (3) qui permet d'obtenir une grande puissance (12 à 18 W) avec une faible distorsion. Pour les ondes très courtes, on emploie les lampes minuscules de moins de 2 cm de diamètre (4).

Comment on descend en parachute à l'Exposition

LA tour pour parachutistes, de l'Exposition de 1937, la plus haute du monde (65 m), n'est pas seulement une attraction, car elle répond aux conditions exigées pour l'instruction des futurs parachutistes. (5) Elle reproduit, en effet, en réduction, les 3 phases de la descente réelle en parachute (chute rapide, freinage par le parachute et atterrissage). Ainsi, lorsque le sauteur se lance dans le vide, à partir de l'une des six plates-formes situées à 51 m 5 du sol (le parachute étant ouvert et retenu par un câble capable de résister à une charge de 3 240 kg), l'accélération de la descente est tout d'abord réglée automatiquement — par un plateau à friction — à une valeur assez élevée pour que le parachute entre en action au bout de 20 m environ. A partir de ce moment, le parachutiste effectue réellement une descente normale, sans que le câble de soutien ait à intervenir et cela jusqu'à une distance de 5 m du sol. Un freinage automatique du câble intervient alors pour ramener la vitesse d'atterrissage à 2 m/s, ce qui correspond à une chute libre (sans parachute) de 20 cm de hauteur (6). La tour de 65 m, pesant 81 t, repose, par l'intermédiaire d'un châssis métallique, sur quatre pieux en béton armé de 0 m 56 de diamètre s'enfonçant à 10,5 m dans le sol et qui transmettent les réaction verticales à la couche de calcaire qui forme le sous-sol de l'esplanade des Invalides. A 48 m du sol est située la plate-forme d'attente, desservie par un ascenseur. Au-dessus, à 51 m 5, les six tremplins de lancer, à 60° les uns des autres ; plus haut (60 m 80) se trouve la plate-forme de pivotement de la flèche à deux volées (à 60° l'une de l'autre), dont la portée est de 11 m 30. Ces « volées » sont orientées suivant le vent et un dispositif électrique permet d'actionner le treuil de la « volée » située exactement au-dessus du tremplin de lancer qui est utilisé.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 228, page 475.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 241, page 78.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 235, page 43.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 405.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 204.

(6) Un dispositif particulier (freinage compensateur) assure une vitesse de descente constante quel que soit le poids du parachutiste.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 230, page 126.

(2) Et même 15 kilocycles, si l'on veut une audition très musicale.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 235, page 45.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 194, page 127.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 230, page 128.

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.

Parlons encore de la contre-réaction en basse fréquence

CETTE disposition (1), adoptée en vue d'obtenir un meilleur relief musical, est de plus en plus utilisée sur les appareils modernes, du moins sur ceux dont le montage autorise cette modification. En effet, il en est de la contre-réaction en BF comme de beaucoup d'autres systèmes. Elle ne peut être appliquée partout, n'importe comment, avec n'importe quelle lampe et dans n'importe quel montage. Ainsi, on ne met pas de dispositif de régulation automatique sur un modeste « 3 lampes ». Cela se comprend facilement, si l'on sait que le principe même exige une certaine réserve de sensibilité. Le « 3 lampes » n'a évidemment aucune réserve de la sorte, et

il faut lui demander toute sa sensibilité pour assurer un fonctionnement normal.

Au poste que l'on voudra munir de la contre-réaction, on demandera, au contraire, une certaine réserve de puissance, afin qu'il supporte cette disposition sans que la puissance semble amoindrie. C'est dire qu'il faut un récepteur d'au moins 4 lampes, à changement de fréquence de préférence et avec la ou les lampes BF qui conviennent. Les tubes EBL. 1 et EL. 3 sont particulièrement recommandables. On pourra alors adopter l'un des nombreux schémas, dont

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 240, page 435.

certains, pourtant, peuvent être préférables à d'autres.

Celui que nous donnons ci-dessous est un des plus simples. C'est aussi celui qui nous a donné les meilleurs résultats. On peut voir qu'en BF les choses ne se passent guère autrement qu'en HF. L'énergie de sortie est reportée sur l'entrée de l'ampli, mais à contre-sens (couplage négatif). Ce

procédé a pour effet d'aplatir légèrement la courbe de réponse, d'où léger amortissement et plus grande fidélité de reproduction.

Les accessoires supplémentaires nécessités par cette disposition, sont donc : 1 self de 50 millihenrys, 1 de 20, 1 résistance de 500 ohms et 1 de 15.

Comme on le voit, il y a lieu de prendre les entrées et sorties du secondaire du transfo ou, ce qui revient au même, de

la bobine mobile du haut-parleur (fig. 1).

Les figurines II et III de la figure 1 donnent la manière de réaliser les deux selfs indispensables pour la contre-réaction, dans le cas qui nous intéresse.

La lecture des disques par la cellule photoélectrique

LES procédés de lecture des disques sont connus de tous. Il est bon cependant de souligner les inconvénients du procédé usuel : usure rapide du disque dans les sillons duquel frotte énergiquement une aiguille métallique ; remplacement fréquent

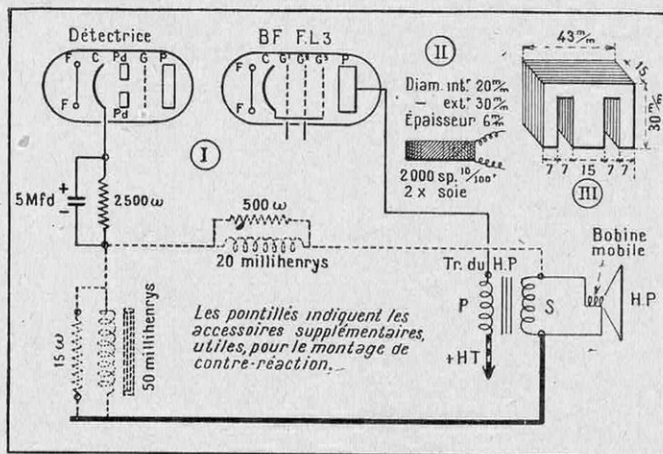


FIG. 1. — SCHÉMA DE MONTAGE DE LA CONTRE-RÉACTION EN BASSE FRÉQUENCE

I) Sur le schéma le tracé en pointillé indique les parties concernant la contre-réaction. II) Self de 20 millihenrys. III) Self de 50 millihenrys : 193 spires, fil 6/10 émaillé, 8 couches rangées, isolées, ainsi réparties : 14, 19, 19, 23, 26, 27, 30 et 35 sur mandrin carton bakélisé de 18 x 18 mm.

de cette aiguille ; bruit de fond produit par cette dernière et assez difficile à éliminer ; zone de fréquence restreinte par suite de l'inertie des pièces en mouvement.

Le nouveau procédé, imaginé par G. Brisard, utilise un lecteur optique avec cellule photoélectrique (1). La source lumineuse a la largeur d'un sillon et une lampe à basse tension envoie, sous un angle très faible, par rapport au plan du disque, un pinceau dont l'axe est voisin de la tangente avec le sillon « à lire ». Le tout est déplacé par vis mère au pas de l'enregistrement. Les épaulements plus ou moins accentués des inscriptions se traduisent par des points plus ou moins éclairés qu'enregistre fidèlement la cellule sous forme de courants variables que l'on peut amplifier et recevoir sous un haut-parleur.

Un tel dispositif assure une durée infinie du disque. Suppression du freinage constaté avec le lecteur à aiguille ; une reproduction fidèle ; possibilité de reproduire au delà des fréquences audibles. Le contrôle du volume de son peut s'effectuer de trois façons différentes : contrôle de l'éclairage ; contrôle potentiométrique du préampli à l'entrée ; contrôle de sortie de l'ampli de puissance.

Qu'est-ce que le « Mégascope » ?

ON connaît le tube cathodique destiné au réglage visuel indispensable avec un récepteur à régulation automatique qui nivelle l'audition et rend l'oreille inefficace. Ce tube épouse très exactement la forme d'une lampe de réception ; son support est également celui de ces lampes et comporte des contacts latéraux pour les modèles européens et des broches pour les modèles américains.

Jusqu'ici, le tube cathodique n'était pas autre chose qu'un système de réglage optique : M. Lajoinie vient de lui donner une fonction supplémentaire. Le tube « Mégascope » comporte, en fait, tous les éléments

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

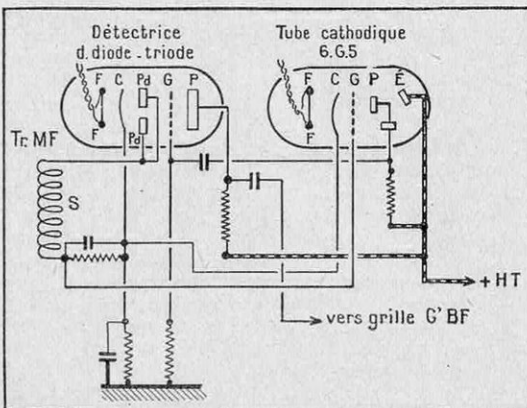


FIG. 2. — SCHÉMA DU « MÉGASCOPE »

d'une lampe : cathode, grille, écran et plaque. Rien n'empêche donc de le faire fonctionner à la fois comme indicateur optique et comme lampe amplificatrice BF. Ainsi ce nouvel élément

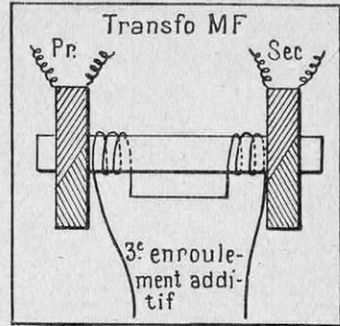


FIG. 3. — SYSTÈME DE COUPLAGE VARIABLE POUR MOYENNE FRÉQUENCE

intercalé avec ses circuits de liaison appropriés entre la détectrice et la première lampe BF, augmente l'amplification et permet l'audition normale, en ondes courtes par exemple, d'émissions qui, sans ce procédé, seraient imperceptibles. Il faut remarquer également que le système de régulation automatique du poste agit sur l'amplification BF, ce qui en augmente l'efficacité.

Ce système étant destiné à fonctionner derrière une détectrice-diode, il serait souhaitable de voir apparaître bientôt, sur le marché, une nouvelle lampe comportant les éléments d'une double diode et d'un tube cathodique. On aurait ainsi, en une seule lampe : un détecteur, un régulateur automatique contre l'évanouissement, un indicateur visuel d'accord et une préamplificatrice BF.

Nouveau dispositif de couplage variable pour MF

POUR la réalisation de la « sélectivité variable », on a intérêt à disposer d'un couplage mobile entre le primaire et le secondaire des transformateurs moyenne fréquence.

Voici un nouveau système qui permet de ne pas modifier la distance entre enroulements. Chacun de ceux-ci est couplé avec une fraction de quelques spires d'un troisième enroulement, qui peut être à circuit ouvert ou fermé. On peut, à l'aide d'une résistance, passer progressivement d'une position à l'autre. Ceci permet de faire varier le couplage entre primaire et secondaire sans toucher à ceux-ci. On peut également introduire un noyau magnétique au centre du troisième enroulement pour obtenir un effet identique.

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.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

De l'eau chaude instantanément

L'EAU chaude courante peut être aujourd'hui obtenue partout, grâce à l'électricité. Ainsi l'appareil représenté ci-contre, le *Choflo* type Z, ne nécessitant aucune installation particulière, fournit un débit suffisant pour le lavabo ou l'évier. Il suffit de relier le tuyau de l'appareil à un robinet d'eau froide,



COMMENT ON MONTE LE « CHOFLO »

de fixer la prise de courant pour recueillir immédiatement l'eau à la température désirée (plus ou moins chaude évidemment selon le débit de l'eau). Ce chauffe-eau s'établit en plusieurs modèles, (110 ou 220 V, 5 ou 10 A).

CHOFLO TYPE Z, 116 bis, Champs-Élysées, Paris.

Ecoles de T. S. F.

VOICI, pour répondre à de nombreuses demandes de nos lecteurs, comment ont évolué, en France, les écoles de T. S. F. depuis 1919, date à laquelle furent créées les premières organisations chargées d'enseigner la technique des ondes hertziennes :

Existaient en 1919 :

Ecole T. S. F. Lavigne, M. Lavigne, directeur.
Ecole T. S. F. du Champ-de-Mars, M. Leselin, directeur.
Ecole T. S. F., rue Cambronne,

M. Magny, directeur. Ecole T. S. F. de Marseille,
M. Lemonnier, directeur.

Dans l'intervalle :

Les Ecoles du Champ-de-Mars et de la rue Cambronne ont disparu.

Ont été créées :

Ecole Pratique de Radioélectricité, 57, rue de Vannes (fermée en 1936). Ecole Spéciale des P. T. T. (cours uniquement par correspondance), directeur M. Brun (fermée depuis deux ans environ). Ecole de T. S. F. du Havre, directeur M. Thos. Ecole de T. S. F. de Rouen, fondateur M. Thos, directeur actuel M. Lavigne. Ecole T. S. F. de la Faculté de Bordeaux.

En mai 1926 :

M. Lavigne change le nom de son école qui devient l'Ecole Centrale de T. S. F.

En novembre 1926 :

M. Lavigne vend l'Ecole Centrale de T. S. F.

En 1936 :

L'Ecole de T. S. F. de Rouen est acquise par M. Lavigne qui fonde en plus l'Ecole Française de Radio-Électricité de Saint-Cloud.

En 1937 :

M. Lavigne fonde l'Ecole Française de Radio-Électricité, 10 bis, rue Amyot, Paris, et son annexe industrielle, 5, cité Paradis, Paris.

A propos des lunettes pour lire au lit

Nous confirmons à nos lecteurs qui nous l'ont demandé à plusieurs reprises qu'un modèle de lunettes à prismes pour lire au lit (1) peut s'adapter à une paire de lunettes ordinaires correctrices de la vue.

H. et M. RENAULT, 107, rue Jouffroy, Paris (17^e).
V. RUBOR.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 511.

CHEZ LES ÉDITEURS (1)

Le drame des monnaies, par R. Sedillot.
Prix franco : France, 29 f 40 ; étranger, 31 f 80.

L'histoire contemporaine des changes est aussi captivante — même pour un profane — que celle de nos institutions politiques ou de nos conquêtes militaires. Elle est, du reste, fort complexe, mais beaucoup moins connue du public que celle qui consiste à relater et à commenter les événements historiques, au sens banal du terme. Or, le problème monétaire puise ses données dans les « apports » de la technique et de l'histoire. A ce titre, l'ouvrage de

(1) Les ouvrages annoncés peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant au prix indiqué sauf majorations.

M. Sedillot constitue, en quelque sorte, les annales monétaires des principaux pays du monde. Pour se pénétrer des différents aspects qu'envisage l'auteur et interpréter les solutions préconisées, il importait que le lecteur fût tout d'abord initié à ce vocabulaire un peu spécial relatif aux monnaies et aux changes — chaque science n'a-t-elle pas, en quelque sorte, son argot? — sans la connaissance duquel tout homme, même intelligent, ne peut comprendre « de quoi il s'agit ». C'est dans ce but que Sedillot explique — en toute simplicité et sans technicité rébarbative — ce que sont : les banques d'émission, les billets de banque, le bimétallisme, le change, la convertibilité, le

cours du change, le cours légal, le cours forcé, la déflation, la dépréciation, la dévaluation, l'étalon (« gold-standard », « gold-bullion standard », « gold exchange-standard »), l'inflation, la monnaie (instrument réel ou fiduciaire), la monnaie libératoire, la monnaie divisionnaire, le pair ou parité, le point d'or (« gold point »), le point d'entrée d'or et son point de sortie, la stabilisation, la stabilité, la thésaurisation. Que de mots, mais combien de faits que tout citoyen doit apprendre et comprendre. Derrière cette terminologie apparaissent, en effet, des événements déterminants qui touchent intimement à la vie même de la nation, à notre propre existence : sans finances sagement administrées, ni la collectivité, par suite ni l'individu, ne peuvent réaliser la prospérité à laquelle aspire l'humanité...

Dans le passé, voici l'histoire des monnaies internationales, l'histoire des changes jusqu'à nos jours. Ce n'est, en résumé, qu'une succession de catastrophes (au sens étymologique du mot grec) ! Ceci nous incite évidemment au scepticisme en ce qui concerne l'avenir des monnaies (au point de vue politique comme à celui des doctrines). L'auteur du présent ouvrage affirme, à juste titre, que la politique monétaire d'un État est un cas d'espèces, et non de principes. Cette politique n'a-t-elle pas, avant tout, pour devise de se plier aux conclusions de l'empirisme organisateur ? Les derniers événements « financiers » auxquels nous assistons en France, à la fois en spectateur inconscient et en acteur responsable, nous incitent « impérieusement » (au sens kantien du mot) à consulter le livre de M. Sedillot, afin de savoir — si possible — où nous allons en nous rappelant d'où nous venons. Cela ne changera peut-être rien à notre situation individuelle, mais au moins nous pourrions comprendre et parler un peu mieux cette langue des augures qui — quotidiennement — abordent ces angoissants problèmes pour en discuter les solutions sans nous apporter, du reste, pour cela des « remèdes » efficaces aux maladies monétaires. Celles-ci sont inhérentes à notre humanité « civilisée », comme les « accidents » physiologiques à l'humanité tout court.

La Méditerranée, par H. Hummel et W. Siwert. Prix franco : France, 33 f 60 ; étranger, 36 f 40.

Pour bien comprendre la transformation du monde contemporain dans ses différents domaines : historique, sociologique, économique, les connaissances géopolitiques sont devenues indispensables. Dans ce but a été fondée la « Bibliothèque géographique », grâce à l'initiative si compréhensive d'un éditeur particulièrement averti de l'évolution actuelle des idées et des faits. L'ouvrage (traduit de l'allemand) sur la Méditerranée en fournit un nouvel exemple. On y voit se dérouler, comme dans un « film » bien équilibré, la première étude géopolitique sur ce « centre » d'actualité des préoccupations politiques européennes : formation des civilisations et des empires dans ce vaste bassin méditerranéen qui est comme le berceau de l'humanité pour les manifestations de la pensée et l'activité créatrice : rayonnement intellectuel et moral, spiritualité, économie et richesses. Les conflits dont cette vaste région méditerranéenne a été le théâtre, depuis les époques les plus reculées de l'histoire, témoignent de la place prépondérante qu'elle a toujours tenue

— expansion ou explosion ! — dans les rivalités non seulement de ses riverains, mais aussi des puissances occidentales. Combien de questions primordiales ont occupé et préoccupé les diplomates internationaux de tous les temps : conflit océano-continentale, tendances italiennes vers l'hégémonie, conception britannique relative aux portes orientales de cette mer intérieure (Egypte, Syrie) et aux portes occidentales (Espagne, Maroc, Gibraltar). On verra aussi dans cet ouvrage le rôle et la part de la France, non seulement en ce qui concerne son territoire métropolitain, mais aussi — et surtout — son empire africain qu'elle doit savoir conserver. A ce point de vue, la géopolitique militaire constitue — elle aussi — un aspect d'un problème fondamental et pour les puissances maritimes et pour les puissances continentales...

Le déséquilibre militaire, par le général Niessel. Prix franco : France, 16 f 40 ; étranger, 18 f 80.

Dans une collection particulièrement vivante, consacrée à la Reconstruction dans l'Équilibre, vient de paraître un ouvrage relatif au déséquilibre militaire où le général Niessel expose, sous une forme concise mais attrayante, même pour un profane, les causes et les conséquences de ce déséquilibre entre les peuples : tous les déséquilibres contribuant au déséquilibre militaire. L'auteur situe à ce point de vue l'état des principales puissances étrangères : Grande-Bretagne, Reich, Italie, U. R. S. S., Japon. La dernière partie du volume est consacrée à la France et aux déficiences actuelles de son organisation militaire, ainsi qu'aux remèdes à envisager pour améliorer — comme il convient — le potentiel de notre défense nationale en présence des armements intensifiés des nations voisines et pour tirer le meilleur parti des sacrifices financiers imposés à la nation.

Les procédés au charbon, par Henri Schneeberger. Prix franco : France, 26 f 80 ; étranger, 30 f.

La bibliothèque photographique rédigée par notre excellent collaborateur M. Clerc vient de s'enrichir d'un volume consacré à la technique des procédés au charbon, dont l'origine remonte à presque un siècle.

Depuis lors, que de progrès accomplis, grâce aux perfectionnements dans la technique. M. Schneeberger, spécialiste en la matière, nous présente successivement les procédés par double ou simple transfert : « Mariontypie », « Ozotypie », « Ozobromie », « Résinopigmentotypie », procédé « Color », gomme bichromatée, lavis bichromaté. Cette énumération suffit à montrer qu'aucun procédé, parmi les plus modernes, n'a été négligé dans la documentation de cet ouvrage réservé à la grande famille des procédés au charbon où l'amateur peut choisir, car ils sont tous attrayants et conduisent au plus beau résultat... si on sait s'y prendre.

Ailes ouvertes (Carnet d'une aviatrice), par Maryse Bastié. Prix franco : France, 16 f 60 ; étranger, 19 f 40.

Dans les annales — encore si jeunes — de l'histoire des ailes « mécaniques », le nom de Maryse Bastié vient de s'inscrire — au cours de ces dernières années — en plusieurs pages mémorables, qui auront mis en évidence et les qualités de caractère de cette jeune femme tenace et audacieuse, « produit » spécifique de notre sol-

et celles — essentiellement techniques — d'un pilote habile doublé d'un navigateur expérimenté. Les récits qu'elle vient de nous présenter dans son « Carnet », édité par la collection *Voyageuses de lettres*, répondent bien à l'esprit même qu'évoque ce titre. C'est en effet une voyageuse au courage indomptable et une narratrice au style captivant ; elle sait nous raconter avec modestie comment elle conquiert tous les records féminins de durée, de vol, de distance en ligne droite, de parcours en circuit fermé. Du Bourget à Nijni-Novgorod, au bord de la Volga, en passant par Moscou (et maintenant vers la Sibérie) ; puis au-dessus de l'Atlantique jusqu'aux rivages de l'Argentine, Maryse Bastié a ainsi montré aux aviateurs du monde entier de quoi était capable une Française animée de la volonté de vaincre et pourvue d'une valeur professionnelle « hors série ». De nouvelles étapes s'ajoutent déjà à ce roman d'action et d'aventures sur les ailes de son 220 ch *Simoun*, qui a fait ses preuves. Cette femme, qui est bien de chez nous, vient de prouver que la construction mécanique d'un « Caudron-Renault » pouvait encore avantageusement rivaliser avec celle de l'étranger, comme aux temps héroïques de l'aviation naissante.

Univers 1937, par P. Couderc. Prix franco : France, 21 f 40 ; étranger, 23 f 80.

Ils abondent les lecteurs de *La Science et la Vie* qu'intéressent — et qui suivent dans notre magazine — les progrès incroyables de l'astronomie, surtout depuis le début du xx^e siècle. Sous une forme à la fois attrayante, accessible à tous, et cependant conforme à la précision scientifique, M. Couderc a su en dresser l'inventaire pour nous montrer les différents aspects de l'astronomie contemporaine. C'est l'astrophysique qui a conduit aux merveilleux résultats et aux sensationnelles découvertes dans l'étude du ciel qu'il nous expose en son limpide ouvrage, sans formule, sans calcul, où cependant tout esprit épris de science trouvera de quoi alimenter sa curiosité au sens latin du terme. L'exposition est complétée par une belle illustration qui en facilite la compréhension. L'actualité est avantageusement introduite dans le développement des méthodes et l'évolution des instruments, afin que le profane puisse se rendre compte que l'astronomie n'est plus abstraite comme autrefois, mais bien concrète et vivante à en juger par les résultats mis sous ses yeux. C'est ainsi que le télescope de la future installation astrophysique de France dans les Hautes-Alpes — que nos lecteurs connaissent bien — a donné lieu à une belle documentation, heureusement illustrée, provenant de l'observatoire de Forcalquier, dans cette Haute-Provence où le ciel est l'un des plus « purs » de France.

Géographie nouvelle, par H. Van Loon. Prix franco : France, 42 f 20 ; étranger, 46 f 20.

Dans cette vivante *Bibliothèque Géographique*, si riche en documentation sur toutes les grandes régions du globe, voici un nouvel ouvrage de synthèse — traduit de l'anglais — qui mérite de retenir l'attention de tout esprit cultivé. Jadis, la géographie descriptive paraissait quelque peu rébarbative, faisant plus appel à la mémoire qu'au jugement. Les ouvrages de ce genre, classés dans la catégorie des géographies universelles, ont heureusement fait place à des

œuvres plus humaines — partant bien vivantes — relevant à la fois de l'histoire, de la politique, de l'économie, de la morale, qui, par interpénétration et interconnexion, forment, au sens propre du terme, l'entité complexe de chaque pays étudié. Nous avions déjà, depuis le début du siècle, la géographie physique, qui complète la géographie tout court par ses données expérimentales relevant des sciences appliquées. Voici une nouvelle géographie, plus vivante encore — nous allions écrire plus biologique, — qui analyse objectivement les faits, les causes, les résultats, en puisant aux sources historiques, rigoureusement contrôlées et définitivement acquises, tout au moins jusqu'à ce qu'un élément jusqu'ici inconnu vienne leur enlever ce caractère de source indiscutée...

Une observation sagace, un raisonnement probant, ont guidé l'auteur tout au long de son exposé — à la fois démonstratif et déductif — afin de permettre de nous rendre compte de l'évolution de la carrière suivie par chaque nation envisagée et de ses possibilités dans l'avenir vers l'amélioration des différents facteurs intervenant dans l'équation de son destin. Que nous sommes loin de ces nomenclatures stériles, de ces statistiques qui ne concluent pas, de ces chiffres « muets » qui ont rebuté fréquemment notre adolescence, lorsque nous cherchions à pénétrer la vie des continents et des peuples. Ainsi il sera peut-être plus aisé aux générations actuelles de mieux comprendre les problèmes qui se dressent devant chaque nation en son perpétuel devenir, grâce à la méditation de l'ouvrage de Hendrik Van Loon.

La physiologie de la forme, par P. Guillaume. Prix franco : France, 17 f 40 ; étranger, 19 f 80.

Dans la bibliothèque de philosophie scientifique, toujours si bien documentée et si clairement rédigée, voici un ouvrage original sur la théorie de la forme — ou, comme disent les Allemands, de la *Gestalt* — qui a apporté récemment dans la psychologie des idées quelque peu révolutionnaires. Les fondateurs de cette psychologie nouvelle, presque tous étrangers (Germaines ou Anglo-Saxons), ont publié sur ce captivant et audacieux sujet des mémoires riches d'intérêt et de conceptions neuves peu connues en France. Ce « mouvement » mérite cependant d'être examiné et suivi par nos contemporains. C'est dans ce but que l'auteur, professeur en Sorbonne, particulièrement qualifié de par ses études mêmes, nous présente aujourd'hui un exposé assez complet et suffisamment précis pour que nous puissions — sans grand effort — nous initier à cette philosophie qui introduit, dans l'interprétation du monde physique comme dans celle du monde biologique et mental, les notions de forme ou de structure.

Portrait de la Finlande, par J.-L. Perret. Prix franco : France, 17 f 90 ; étranger, 20 f 30.

Que de pays — souvent ignorés du grand public — font cependant l'objet d'ouvrages à la fois captivants et sérieusement documentés, tels que ceux parus dans cette collection, *L'Europe vivante*. Elle vient de s'enrichir d'un livre sur la Finlande après ceux concernant la Roumanie, la Lettonie, l'Estonie. On y trouve un exposé méthodique et scrupuleusement mis à jour sur cette Finlande, pays placé entre la Scandinavie et l'U. R. S. S., et qui constitue à

la fois un petit Etat et une grande nation. Son Pavillon à l'Exposition de 1937 en est un probant témoignage. Elle nous offre aussi une petite histoire et un grand exemple. Depuis la disparition de l'Empire des Tzars, la Finlande forme, en effet, une oasis digne d'être mieux appréciée, parce que mieux connue, dans une Europe actuellement quelque peu tourmentée ! C'est le but qu'a su atteindre M. Perret en nous présentant ainsi le portrait fidèle qu'il vient d'achever de la Finlande contemporaine.

Dépannage des appareils radioélectriques, par Hemardinger et Piraux. Prix franco : France, 49 f 80 ; étranger, 53 f.

La radio a pris si rapidement une telle importance dans nos mœurs que nul d'entre nous ne peut se désintéresser — pratiquement — de tout ce qui concerne l'entretien et la mise au point des récepteurs, des amplificateurs, des appareils de cinématographie sonore. Le tome II du présent ouvrage traite spécialement de la vérification et du dépannage des postes, de leur mise au point, de l'élimination des bruits parasites, ainsi que du dépannage des installations électromusicales et de celles concernant le cinématographe sonore. C'est un ouvrage bien documenté, rédigé par des praticiens à l'usage de praticiens et aussi de ceux que l'on désigne à tort sous ce vocable vieillot et incorrect d'« auditeurs de T. S. F. ». En matière de radio-diffusion, il n'y a en effet ni téléphonie sans fil, ni télégraphie sans fil, mais des radioauditeurs.

OUVRAGES A SIGNALER :

Conduite et manœuvre des grands navires à hautes superstructures, par L. Bataille. Prix franco : France, 7 f 20 ; étranger, 9 f 20.

Demain, Nantes et la Bretagne sous les canons, par M. Cacaud. Prix franco : France, 6 f 10 ; étranger, 7 f 60.

Le titre de cette brochure suffit à montrer — une fois de plus — l'étendue du danger aérien.

Cires, par Margival. Prix franco : France, 21 f 40 ; étranger, 28 f 80.

Cirages, par Margival. Prix franco : France, 26 f 40 ; étranger, 28 f 80.

Les amateurs de recettes pratiques sont nombreux parmi les lecteurs de *La Science et la Vie*. Nous leur signalons deux petits volumes de technologie concernant les « cires encaustiques produits d'entretien » et les « cirages, crèmes pour chaussures, graisses et apprêts pour cuir ».

Documents sur les nouvelles méthodes de soudure autogène oxyacétylénique.

Franco : France, 11 f 20 ; étranger, 13 f 20.

Cet opuscule contient tout ce qu'un « soudeur » qualifié doit savoir pour être au courant des derniers procédés oxyacétyléniques.

Dans la collection — d'une documentation toujours si précieuse — consacrée aux « actualités scientifiques et industrielles », voici trois remarquables mémoires sur la Métallurgie et la Métallographie :

Progrès dans la technique de la métallographie microscopique, par R. Castro. Prix franco : France, 13 f 20 ; étranger, 15 f 20.

Quelques idées actuelles sur la structure des métaux et des alliages, par S. Goldstaub. Prix franco : France, 13 f 20 ; étranger, 15 f 20.

Méthodes d'essai de corrosion des métaux et alliages, par E. Herzog. Prix franco : France, 16 f 20 ; étranger, 18 f 20.

Ces fascicules renferment un résumé des travaux les plus récents et faisant autorité dans le monde savant sur chacune des questions exposées. Les chercheurs des laboratoires sidérurgiques, comme les techniciens de l'industrie, ont un grand intérêt à connaître aussi, au jour le jour, les progrès accomplis dans les domaines où s'exerce leur activité intellectuelle.

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

LES SITUATIONS DE LA T. S. F.

TROP souvent on ne considère la radio que du point de vue des distractions qu'elle dispense et des services qu'elle rend.

Nous allons aujourd'hui examiner cette merveilleuse découverte sous l'angle des situations qu'elle procure à des milliers et des milliers de techniciens.

Nous n'avons pas la prétention d'établir de sèches statistiques ni de fastidieuses énumérations. Nous nous bornerons tout d'abord à démontrer que, puisque la radio et ses applications annexes ont envahi tous les domaines de l'activité humaine, il est naturel d'énoncer que l'élaboration de ces innombrables appareils d'émission, de réception et de réglage, leur construction, leur utilisation rationnelle, exigent un nombre considérable de spécialistes.

Partant du savant ou de l'ingénieur qui étudie, crée,

perfectionne, ordonne, nous arriverons au monteur qui exécute, en passant par le sous-ingénieur, l'agent technique de laboratoire, le chef monteur, le metteur au point, le dépanneur.

Encore n'aurons-nous aperçu, dans ce rapide regard, que la phalange des techniciens qui consacrent leur activité dans le cadre industriel de la radio (construction des postes émetteurs et récepteurs, entretien et réparation).

Pour examiner le problème sur toutes ses faces, pénétrons maintenant dans le domaine des postes de trafic et d'exploitation. Ceux-ci sont en nombre impressionnant, répartis sur terre, sur mer, dans les airs.

Sans parler des postes de radiodiffusion qui emploient chacun de nombreux spécialistes, signalons que des centaines de stations de T. S. F. sont établies sur les côtes, à l'inté-

rieur, près des centres importants et aux colonies.

Les ministères de l'Air, de l'Intérieur, des P. T. T., de la Guerre, de la Marine, etc., possèdent tous un important réseau radiotélégraphique. Les paquebots, les cargos, les chalutiers sont tenus d'avoir la T. S. F. à bord. Aucun avion des lignes commerciales ne peut prendre son vol s'il n'est muni d'une installation de radio. Et si nous indiquons que nombreuses sont les stations qui ont un effectif de plus de dix opérateurs, cela nous permettra de conclure que l'ensemble de ces stations

emploie un personnel très important (ingénieurs, chefs et sous-chefs de postes, opérateurs, lecteurs et manipulateurs).

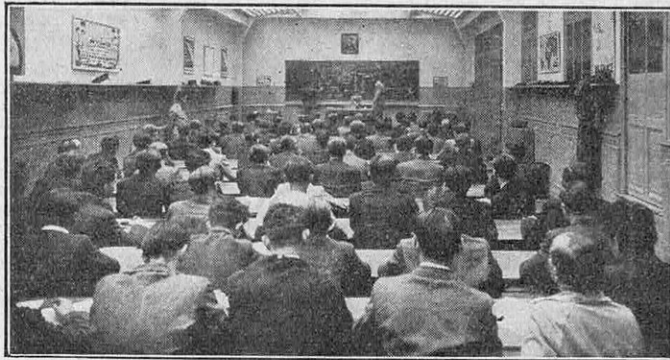
* * *

Ce qui caractérise les carrières offertes par la T. S. F. c'est qu'elles

sont multiples et qu'elles peuvent satisfaire les goûts les plus divers des jeunes gens qui désirent s'y lancer. Qu'ils soient curieux et avides d'entreprendre de belles croisières sous toutes les latitudes, qu'ils rêvent d'une situation industrielle ou commerciale, qu'ils préfèrent un emploi sédentaire dans une station terrestre de T. S. F., les jeunes gens peuvent trouver dans la radio une situation qui réponde à leur tempérament, situation fertile en occasions de faire preuve d'initiative et d'audace, d'intelligence et de volonté

R. V.

L'Ecole Centrale de T. S. F. est un des établissements qui, dès la naissance de la radioélectricité, s'est spécialisée dans la préparation aux différentes carrières de la radio. Nos lecteurs pourront s'adresser au siège : 12, rue de la Lune, à Paris, de la part de *La Science et la Vie*, pour avoir toutes précisions et les programmes des différents cours.



UNE SALLE DE COURS A L'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F.

Vient de paraître :

NOUVELLE

ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

DEUX FORTS VOLUMES

Format 21x29, reliés dos cuir, plat
toile, 1.400 pages de texte. Gravures,
dessins, schémas.

Publiée sous la direction de M. DESARCES, Ingénieur E. C. P.,
avec la collaboration d'Ing. électriciens des Arts et Métiers, de
l'Ecole Sup. d'Electricité et de l'Inst. électrotechn. de Grenoble.

SEPT MODÈLES DÉMONTABLES
diversement coloriés de MACHINES
et INSTRUMENTS ÉLECTRIQUES.

LA NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ est
enfin terminée. Elle était depuis longtemps attendue par tous les
ouvriers, les spécialistes, les contremaîtres, les chefs de chantiers, les
ingénieurs, etc., et tous ceux également qui, de près ou de loin, ont
fréquemment à rechercher des solutions pratiques de montage, de construc-
tion, d'installation, de mise au point ou de réparations quelconques de
machines ou d'appareils électriques.

Ils trouveront dans cet ouvrage si complet tous les renseignements utiles
qu'ils chercheraient en vain dans de nombreuses publications séparées.

Les auteurs se sont surtout appliqués à réunir

LA THÉORIE A LA PRATIQUE

L'homme de métier trouvera dans ce nouvel ouvrage des données techniques
ou théoriques que le temps lui a fait oublier ou que sa spécialisation ne lui a
permis que d'affleurer au cours de ses études, et le lecteur non spécialisé, désireux

D'APPRENDRE ET DE COMPRENDRE

y trouvera ample matière à enseignement ; il poursuivra sans fatigue et avec
un intérêt de plus en plus croissant l'étude si attachante des phénomènes
électriques et leurs féériques applications.

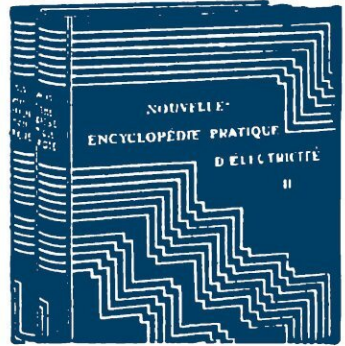


TABLE DES MATIÈRES

TOME I

Phénomènes électriques. Phénomènes magnétiques. — Courants alternatifs : Simples, Monophasés, Polyphasés. — Effets Physiologiques des courants industriels. Courant à haute fréquence. — Générateurs et Moteurs Electrostatiques. — L'Electron. Symboles concernant l'Electrotechnique. — **Dynamos à courant continu**. Fonctionnement d'une Dynamo. Construction des Dynamos. Tableaux d'installation. Essai des Dynamos. Déroulement des Dynamos en fonctionnement. — **Alternateurs**. Fonctionnement. Construction. Tableaux d'installation. Essai des Alternateurs. — **Moteurs à courant continu**. — Propriétés générales. Fonctionnement. Installation et Régulation. Essai. Cause des dérangements. — **Moteurs à courant alternatif**. — Moteurs Synchrones, Monophasés et Polyphasés. Moteurs asynchrones. Polyphasés et Monophasés à collecteurs. — **Accumulateurs** au plomb et alcalins. — **Transformateurs** Statiques. Théorie et fonctionnement. Construction, emploi. Essais de réception. — **Moteurs générateurs** Groupes et commutateurs. Génératrices asynchrones. — **Machines spéciales** pour l'amélioration du facteur de puissance. Moteurs synchrones surexcités. Moteurs d'instruction avec collecteurs en cascade. Moteurs asynchrones synchronisés. Moteurs spéciaux à courant alternatif. — **Condensateurs** statiques. — **Redresseurs** à Vapeur de mercure. Redresseur Tungar. Redresseur à Oxyde de cuivre. Redresseur électrolytique. Redresseurs à Vibreurs. — **Mesures** électriques des courants, des résistances, de capacité et de coefficient de Self induction, de puissance. Transformateurs de Mesures. Etudes des courbes et des courants alternatifs. Instruments à lecture directe. — **Compteurs** pour courants continu, alternatif. Etalonnage. Tarification de l'énergie électrique. — Système de Télécommande.

— **Transmission de l'énergie**. — Distributions. Canalisations. Type de Câbles et fabrication, Essais, Pose. Recherches des câbles posés. Lignes aériennes. Éléments constitutifs, Construction et exploitation des lignes. Interconnexion des centres de production. — **Usines centrales**. Usines Hydrauliques Les mesures en hydraulique. — **Appareils de protection**. Disjoncteurs haute tension. Protection sélective.

TOME II

Installations électriques dans immeubles et dépendances. — Règlements. Calcul des Canalisations. Appareillage. Outillage et Tours de main. Divers Schémas. — **Eclairage**. Etude de la Lumière. Photométrie. Principes généraux. Eclairage des voies publiques. Lampes à incandescence et à Arc. Application de l'Eclairage aux Locaux, Théâtres, Bibliothèques, etc... — **Tractions** électriques diverses. Transmission de l'énergie aux Motrices et Equipement. Freinage et Récupération. Tractions spéciales par accus. — **Télégraphie** électrique. Appareils divers. Transmissions automatiques multiples, successives. Téléimprimeur. — **Téléphonie**. Récepteurs et Transmetteurs. Lignes. L'Automatique. Divers systèmes. — **Radiotélégraphie**. Ondes. Circuits oscillants et couplés. Lampes à électrodes. Emission. Réception. Ondes courtes. Applications de la radioélectricité. — **Electrochimie** et **Métallurgie**. Fours électriques. Soudure. — **Electricité Médicale**. Radiologie. Accidents et traitements. — **Signalisation** électrique. Cellules photoélectriques. Applications. — **Appareils domestiques**. Chauffage. Cuisine Electrique. Production du froid. — **Horlogerie** Electrique. — **Ascenseurs** Monte-charges. — **Distribution de l'Energie**. Appareil. Installation. Réseaux. Electrification rurale.

BULLETIN DE COMMANDE

Veuillez m'expédier en compte ferme la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ 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^{ts}.....

Le.....

(Indiquer le paiement adopté)

BON pour une NOTICE ILLUSTRÉE

Veuillez m'adresser le prospectus spécimen de la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ.

Nom.....

Adresse.....

Détacher ce BON ou ce BULLETIN et l'envoyer à la

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

Tout compte fait



N oubliez pas que l'économie d'une automobile ne tient pas seulement à la modicité de son prix d'achat (au contraire, bien souvent, car la qualité se paie !). La seule base sincère qui permette d'apprécier l'économie, c'est le prix de revient kilométrique obtenu en divisant la somme des dépenses, y compris la perte à la revente, par le nombre total de kilomètres parcourus.

Cette petite opération est toujours avantageuse pour

Peugeot

l'économie qu'on ne discute pas !



Fille d'une grande usine, la PEUGEOT est construite pour durer. La qualité des matières utilisées pour sa construction et le contrôle rigoureux de sa fabrication lui assurent une conservation qui permet de la revendre toujours au plus haut cours. Le rendement des moteurs 302 et 402 est inégalable.

Peugeot