

Août 1939

5 francs

la Science et la Vie



Voir page 83.

LES OFFICIERS-MÉCANICIENS DE LA MARINE MARCHANDE



ÉLÈVE-OFFICIER MÉCANICIEN SURVEILLANT LE DÉMONTAGE D'UN MOTEUR

Les officiers-mécaniciens embarqués à bord des navires sont chargés de la conduite et de l'entretien des machines du bord. Ils ont sous leurs ordres, pour la partie matérielle, un personnel d'élèves-officiers, de chauffeurs, graisseurs, ouvriers.

Ils ont le même uniforme d'officier de la marine marchande que les capitaines au long-cours et le même nombre de galons à grade égal. Lorsqu'ils ont 25 ans de service et 50 ans d'âge, les officiers-mécaniciens ont droit à une retraite. A bord, ils mangent au carré et ont une cabine personnelle.

Ils sont chefs de quart pendant leur service mais le chef mécanicien, en général, ne fait plus le quart. Les quarts sont de 8 heures par jour par séries de 4 heures, mais, avec la semaine de 40 heures, des permissions de compensation s'ajoutent aux 30 jours de permission annuelle.

Leurs traitements varient de 1.500 à 2.000 francs par mois au début, jusqu'à 50.000 ou 60.000 fr. par an, et même 100.000 sur les grands chalutiers, sans compter les avantages en nature : logement, nourriture, primes de charbon, etc.

Ils obtiennent, en général, avant la fin de leur carrière la Croix du Mérite maritime ou la Légion d'honneur et peuvent devenir, quand ils sont de 1^{re} classe, ingénieur-mécanicien de réserve de la Marine de guerre.

Places. — Alors que la plupart des carrières sont encombrées, il y a au contraire de nombreuses places d'officiers-mécaniciens.

L'examen peut être passé à 18 ans pour les élèves-officiers et les officiers de 2^e classe. L'épreuve d'atelier peut d'ailleurs être subie seule à partir de 17 ans et les élèves qui obtiennent le certificat d'atelier n'ont plus à passer cette épreuve. C'est donc une carrière vers laquelle les jeunes gens qui aiment la vie active, libre, les voyages, la vie assurée ainsi que le prestige d'une carrière d'officier doivent se diriger immédiatement.

IL FAUT SE PRÉPARER LE PLUS TOT POSSIBLE.

L'École de Navigation maritime et d'Officiers mécaniciens vous y préparera
SUR PLACE OU PAR CORRESPONDANCE

Deux écoles sur place, installées avec laboratoires et ateliers, l'une à Paris (17^e), 152, avenue de Wagram, l'autre à Nice, 56, boulevard Impératrice-de-Russie, peuvent recevoir des internes ou des externes.

Renseignements gratuits au siège de l'une ou de l'autre école. (Joindre un timbre pour réponse.)

MARINE - AVIATION - T.S.F.

**LES PLUS BELLES
CARRIÈRES**



**L'ÉCOLE
DE NAVIGATION
MARITIME & AÉRIENNE**

(Placée sous le haut patronage de l'Etat)

152, av. de Wagram, PARIS (17^e)

VOUS PRÉPARERA A L'ÉCOLE MÊME
OU PAR CORRESPONDANCE

T. S. F.

ARMÉE, MARINE, AVIATION

MARINE MILITAIRE

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

MARINE MARCHANDE

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

AVIATION MILITAIRE

A l'Ecole des Sous-Officiers Pilotes d'Istres ; à l'Ecole des Mécaniciens de Rochefort ; aux Ecoles Civiles de Mécaniciens et de Radios ; à l'Ecole Militaire de l'Armée de l'Air ; à l'Ecole des Officiers Mécaniciens de l'Air ; à l'Ecole de l'Air.

AVIATION MARITIME

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

AVIATION CIVILE

Aux Brevets Elémentaire et Supérieur de Navigateur aérien ; aux emplois administratifs d'Agent technique et d'Ingénieur adjoint de l'aéronautique.

FUEL. C. RIGOLI

ÉCOLE ANNEXE A NICE, placée sous le haut patronage de la Ville de Nice
56, boulevard Impératrice-de-Russie

L'ÉLECTRICITÉ



*Pourquoi
le traitement
par
l'électricité
guérit:*

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

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

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

**Système Nerveux, de
l'Appareil Urinaire** chez l'homme et
la femme, des

**Voies Digestives et du
Système Musculaire et Locomoteur.**

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

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

C'est une simple question de bon sens et il peut être dit en toute logique que chaque famille devrait posséder ce traité pour y puiser les connaissances utiles et indispensables à la santé. C'est du reste pourquoi tous les lecteurs de ce journal, Hommes et Femmes, Célibataires et Mariés sont engagés à en faire la demande.

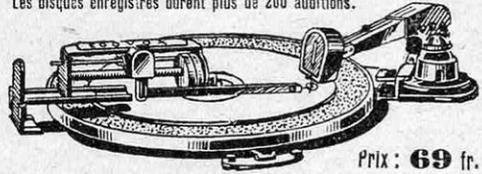
C'EST GRATUIT : Ecrivez à: Institut Moderne du docteur **L.-P. GRARD**, 30 avenue Alexandre-Bertrand, à **FOREST-BRUXELLES**, et vous recevrez par retour du courrier, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs.

Affranchissement pour l'Étranger: lettres 2 fr. 25, cartes 1 fr. 25.

EGOVOX

L'ENREGISTREUR DU SON

Les disques enregistrés durent plus de 200 auditions.



Prix: 69 fr.

1, rue Lincoln, Paris-8^e

PUBLI. C. BLOCH

Depuis

25 ans

... les clichés de
"LA SCIENCE
ET LA VIE"
sont exécutés dans
les ateliers de
Photogravure des
Établissements...

LAUREYS F^{res}

17 RUE D'ENGHEN - PARIS-10^e

TÉLÉPH.:
PRO. 99.37

PHOTOGRAVURE
OFFSET - TYPONS
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE

SOURDS

Pour chaque degré de surdité, un

PHONOPHORE

NOUVEAUX MODÈLES

à conduction osseuse et aérotympanique

Remboursement partiel par Assurances sociales
DEMONSTRATIONS GRATUITES

SIEMENS PHONOPHORE Co, Service "S"
4, rue Chauchat, Paris (9^e) - PROVENÇE 93-77

UN CONCOURS D'APPAREILS DE CHAUFFAGE DIVISÉ

UN concours a été institué récemment pour la création de modèles d'appareils de chauffage divisé à gaz.

Les types d'appareils admis à concourir avaient été définis par leur nature : ils pouvaient être à rayonnement ou à convection et, dans chaque catégorie, le débit horaire de gaz, qui pouvait être compris soit entre 600 et 900 litres, soit entre 1.000 et 1.500 litres, correspondait à deux séries de puissance bien déterminées.

Le règlement du concours imposait des conditions rigoureuses, spécialement en ce qui concerne l'allumage, l'extinction, la régulation, l'évacuation des gaz brûlés et les rendements.

En ce qui concerne l'évacuation des gaz brûlés, les conditions à réaliser n'étaient pas moins sévères.

Sur seize appareils présentés, deux types seulement ont été primés : le KI-STELLA dans la catégorie des appareils à foyer rayonnant avec débit horaire de 675 ou de 900 litres et le PAIN-STELLA dans la catégorie des appareils à convection avec des débits horaires de 650 et de 1.200 litres.

Dans les KI-STELLA, des éléments réfractaires sont portés à l'incandescence par des brûleurs et au-dessus de chaque élément rayonnant se trouve un élément de récupération.

Les PAIN-STELLA sont formés d'éléments chauffants à ailettes constitués par de la tôle d'acier spécial, émaillée intérieurement et extérieurement.

Les uns et les autres de ces appareils peuvent être pourvus de thermostats d'une grande sensibilité qui permettent d'utiliser au mieux la souplesse de combustion du gaz.

Nous noterons que ces appareils réalisent toutes les garanties de sécurité de fonctionnement compatibles avec les organes automatiques qu'ils utilisent. Leur rendement, de l'ordre de 80 %, les place au premier rang, au point de vue thermique.

Leur commodité et leur aspect en font des réalisations remarquables.

À voir de six beaux résultats, on peut dire que le concours de la **Société pour le Développement de l'Industrie du Gaz en France** a imprimé un essor nouveau aux appareils de chauffage divisé qui rendront au public de très réels services.



DIMANCHE ILLUSTRÉ

Avec ses lectures passionnantes, ses dessins des meilleurs humoristes, ses renseignements précieux, ses contes, ses romans, ses photos curieuses, ses enquêtes, ses reportages, est bien

**LE MAGAZINE
DE LA FAMILLE**



LE JOURNAL DE TOTO

Par l'immense succès qu'il a connu dès son premier numéro, a montré combien heureuse était sa formule et réussie sa présentation. Chaque jeudi, plus de trois cent mille enfants l'attendent avec impatience.

**LE JOURNAL DE TOTO
L'AMI DES ENFANTS**



Administration : 20, rue d'Enghien — Paris (10°)

Publicité : EXCELSIOR-PUBLICATIONS, 118, Champs-Élysées — Paris (8°)

Chaque semaine

Ciné-Miroir

P U B L I E

LES PLUS BELLES PHOTOS
LES MEILLEURS FILMS

Toute l'actualité cinématographique sur **16 pages** magnifiquement illustrées

EN VENTE PARTOUT : **1 franc**

VOUS qui êtes à l'avant-garde du progrès et qui vous intéressez vivement aux découvertes et inventions, aux nouveautés de toutes sortes,

Comment

pouvez-vous rester indifférent au courant si puissant qui entraîne la jeunesse du monde vers le grand air, vers l'effort, vers le sport ?

Un guide

autorisé, sûr, impartial est là pour vous initier et vous informer :

LE MIROIR DES SPORTS

LE MIROIR DES SPORTS, 18, Rue d'Enghien, PARIS-X^e

TOUS LES MARDIS — **1 franc** — EN VENTE PARTOUT

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,

LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE.

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 32 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° 44.302, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant, enfin, la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, au *Certificat d'études P. C. B.* et à l'*examen d'herboriste*.

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

BROCHURE N° 44.308, 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° 44.310, 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° 44.315, 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° 44.324, concernant la préparation à **toutes les carrières administratives** de la Métropole et des Colonies.

(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations et par des professeurs de l'Université.)

BROCHURE N° 44.329, concernant la préparation à tous les brevets et diplômes de la **Marine marchande** : Officier de pont, Officier mécanicien, Commissaire, T. S. F., etc.
(Enseignement donné par des officiers de pont, Ingénieurs, Officiers mécaniciens, Commissaires, Professeurs de l'Université, etc.)

BROCHURE N° 44.334, 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° 44.339, concernant la préparation à toutes les carrières de l'Agriculture, des Industries agricoles et du Génie rural, dans la Métropole et aux Colonies.
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc.)

BROCHURE N° 44.342, 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° 44.346, 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° 44.351, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 44.357, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 44.362, 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° 44.368, 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° 44.371, 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° 44.379, 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 les Grands Prix de Rome, Professeurs membres du jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

BROCHURE N° 44.382, 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° 44.387, concernant l'Art d'écrire (Rédaction littéraire, Versification) et l'Art de parler en public (Eloquence usuelle, Diction).

BROCHURE N° 44.390, concernant l'enseignement pour les enfants débiles ou retardés.

BROCHURE N° 44.392, concernant les carrières féminines dans tous les ordres d'activité.

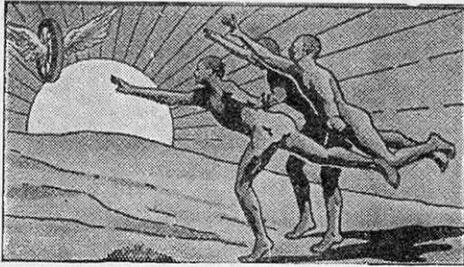
BROCHURE N° 44.397, Coiffure, Manucure, Pédicure, Massage, Soins de beauté.

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)

DEVENEZ



CELUI OU CELLE A QUI TOUT RÉUSSIT

Il ne tient qu'à vous de modifier votre existence du tout au tout avec la méthode de

L'INSTITUT PSYCHOLOGIQUE DE RÉÉDUCATION

Par des moyens simples, ingénieux, nous garantissons

LE SUCCÈS

Vous réussirez en acquérant les facultés qui vous le feront obtenir. Que vos entreprises soient sentimentales, intellectuelles, industrielles, il vous faut posséder

LE POUVOIR PERSONNEL

Vous l'obtiendrez en développant votre magnétisme, qui révélera les forces insoupçonnées qui sont en vous. Nous en avons donné le moyen à tant d'autres qui nous doivent d'être sortis de la médiocrité. Vous les considérez comme des privilégiés dont vous enviez la situation et l'existence heureuse. Nous avons déjà des élèves. Chaque jour nous en amène. Tout près de vous, peut-être, vit celui qui vous enlèvera la situation convoitée, l'amour espéré, le bonheur attendu. Ne demeurez pas dans l'indécision. Votre avenir dépend du geste que vous allez faire pour nous demander le luxueux ouvrage n° 207 de 80 pages que nous vous adresserons

GRATUITEMENT

Cet ouvrage, d'une certaine valeur, est accompagné d'une importante et luxueuse documentation. Il vous apportera la clé du succès et le moyen de vaincre, de dominer.

Vous y trouverez également tous les renseignements sur notre

COURS DE PUISSANCE SECRÈTE sur la révélation du POUVOIR PERSONNEL

Culture de la mémoire, guérison de la timidité, développement de la volonté et de l'esprit, sur la maîtrise de soi-même et les secrets du charme.

Écrivez immédiatement à

L'INSTITUT PSYCHOLOGIQUE D'ENSEIGNEMENT ET DE RÉÉDUCATION (Service S), 3, r. de la République, Lyon (Rhône). Notre envoi, soigneusement enveloppé, ne porte pas de marques extérieures. Cette demande ne vous engage en rien et vous ne serez nullement importuné par la suite, quelle que soit votre décision. Joindre 3 frs en timbres-postes pour frais d'écritures et d'envoi.

Une **INVENTION NOUVELLE**

est souvent une source de profits pour son auteur.

Un **BREVET d'INVENTION**

bien étudié permet seul d'en tirer parti.

POUR AVOIR
UNE BONNE
PROTECTION

UTILISEZ LES SPÉCIALISTES

DE

LA SCIENCE ET LA VIE



RENSEIGNEMENTS
GRATUITS SUR PLACE
ET PAR ÉCRIT AU

SERVICE SPÉCIAL DES
INVENTIONS NOUVELLES

DE

LA SCIENCE ET LA VIE



23, RUE LA BOÉTIE
PARIS (VIII^e)

Situation lucrative

agréable, indépendante, active et immédiate
dans le Commerce ou l'Industrie, sans Capital

Beaucoup de jeunes gens des deux sexes, après leurs études ou leur service militaire, cherchent en vain une situation et semblent ignorer qu'un industriel n'a jamais trop de commandes; que, pour faire travailler un ingénieur dans une usine, il faut vingt représentants apportant des commandes; c'est pourquoi les bons représentants sont très recherchés et bien payés, tandis que les ingénieurs sont trop nombreux. Pour une situation lucrative et indépendante de **représentant chef de vente, ingénieur commercial** ou, si vous préférez la vie sédentaire, de **directeur commercial**, pour vous préparer rapidement, tout en gagnant, il faut vous adresser à

l'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

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

Tous les élèves trouvent des situations

Ils sont retenus d'avance par les industriels qui les font travailler pendant leurs études

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

3 bis, rue d'Athènes, PARIS

Pour tous les objets nécessitant un entretien, adoptez

L'huile 3 - DANS - UN

qui prévient la rouille, protège toutes les parties métalliques et surfaces lisses et assure le fonctionnement parfait de tous les objets ou appareils ménagers, outils, armes, bicyclettes, machines à écrire, serrures, etc.... En rend l'usage plus facile, plus agréable, fait disparaître les grincements.

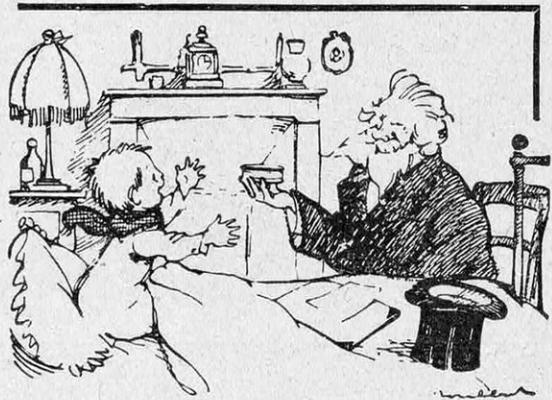


Vous éviterez des réparations coûteuses et prolongerez la durée de votre matériel.

En vente partout.

Distributeurs :
C. F. L. - 4, Rue Vallier - LEVALLOIS (Seine).

Graisse, nettoie, empêche la rouille.



- De la Pâte Regnaud... Ah bon Dieu, vous êtes un bon médecin !

La MAISON FRÈRE
19, rue Jacob, Paris

envoi, à titre gracieux et franco par la poste, une boîte échantillon de

PATE REGNAULD

à toute personne qui lui en fait la demande de la part de "La Science et la Vie".

CES HOMMES ONT APPRIS
POUR VOUS
 CES HOMMES ONT CRÉÉ
POUR VOUS
 CES HOMMES TRAVAILLENT
POUR VOUS

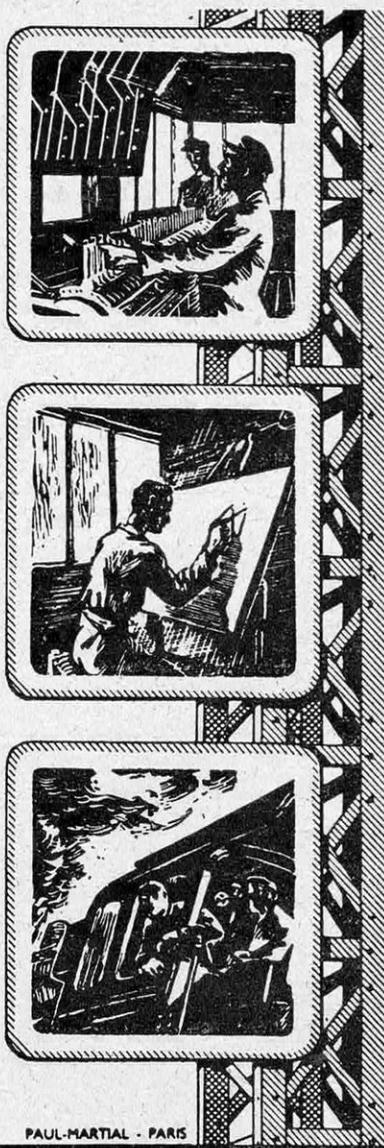
Sans souci

GOUTEZ LES JOIES
 D'UN VOYAGE
 CONFORTABLE ET RAPIDE :

**P R E N E Z
 L E T R A I N**



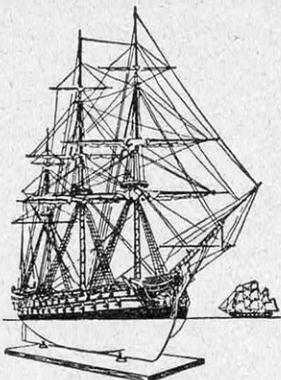
SNCF117



PAUL-MARTIAL - PARIS

LA PUBLICITÉ DE
 LA SCIENCE ET LA VIE
 est exclusivement reçue par
EXCELSIOR PUBLICATIONS

118, CHAMPS-ÉLYSÉES - ÉLYSÉES 65-94 à 98



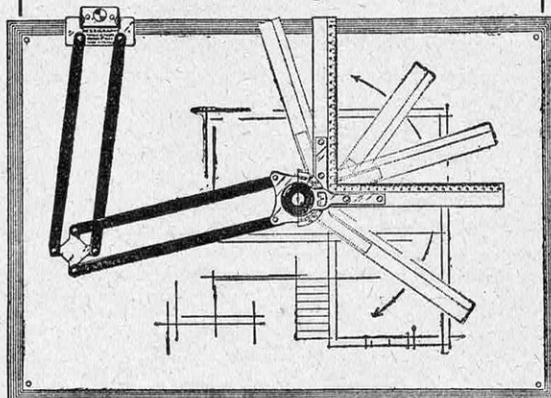
**“ CONSTRUISEZ
DES MODÈLES RÉDUITS
DE MARINE ”**

1 volume in-8 couronne
368 pages, 425 figures, 1 grande planche

Demandez la notice-spécimen à
BARROT-GAILLARD
15, rue Bleue, Paris

LE “DESSIGRAPHE”

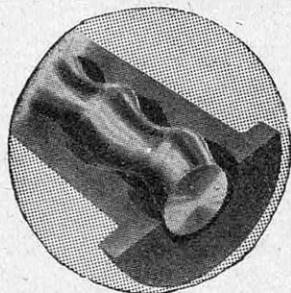
BREVÉTÉ S. G. D. G. - MADE IN FRANCE
MARQUE ET MODÈLES DÉPOSÉS
(Nouveau modèle perfectionné)



**Dessinera rapidement
votre pensée technique**

SIMPLE RAPIDE PRÉCIS ROBUSTE BON MARCHÉ pour **DESSINATEURS ARCHITECTES INGÉNIEURS ETUDIANTS, etc.**
Pour planche : 75 x 60, 150 fr. ; 120 x 80, 250 fr.
Emballage et port : France, 10 fr. ; Etranger, 25 fr.
Catalogue 12 bis Franco - Chèque postal : 2035-52

P. BERVILLE, 18, rue La Fayette — PARIS (IX^e)

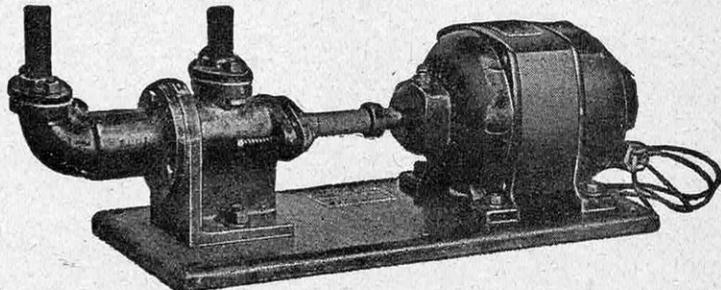


POMPES EN CAOUTCHOUC

LICENCE R. MOINEAU, BREVETÉE FRANCE ET ÉTRANGER

AVANTAGES

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



De nombreuses pompes fonctionnent à bord des croiseurs
Dunkerque, Strasbourg, Richelieu, pour tous liquides.

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

Radiesthésie scientifique ou Radio-Désintégration

Méthode **L. TURENNE**

Ing. E.C.P., ancien professeur de T.S.F.

Appareils sélectifs p^r l'étude de toutes ondes;
Protection contre les ondes nocives;
Recherches d'eau, de métaux, etc.

LIVRES, COURS ET LEÇONS

Envoi franco de notices explicatives

19, r. de Chazelles, Paris-17^e. T. Wag.42-29

INVENTEURS

POUR VOS
BREVETS

L. DENES

INGÉNIEUR-CONSEIL

33, Rue de la Lune, PARIS 2^e

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S".

LA SCIENCE ET LA VIE

est le seul Magazine de Vulgarisation
Scientifique et Industrielle

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

DANS TOUTES BONNES MAISONS
155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ

DEVENEZ RADIO-TECHNICIEN ou SOUS-INGÉNIEUR DIPLOMÉ...

En suivant les Cours par correspondance de
**L'ÉCOLE PROFESSIONNELLE
SUPÉRIEURE DE T. S. F.**
51, boulevard Magenta, PARIS-X

Les Cours donnés par des
Ingénieurs spécialistes peu-
vent être suivis par tout le
monde sans difficulté.

Construction, Montage, Dépannage
et alignement de tout poste

Cours complet : 250 francs
DIPLOME FIN D'ÉTUDES

LA SEULE ÉCOLE OÙ L'ON FAIT DE LA PRATIQUE. — Demandez la première leçon gratuite

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX

Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

FRANCE ET COLONIES..	}	Trois mois	40 fr.
		Six mois..	77 fr.
		Un an..	150 fr.
BELGIQUE..	}	Trois mois..	75 fr.
		Six mois..	140 fr.
		Un an..	220 fr.
ÉTRANGER (tarif postal réduit)	}	Trois mois..	80 fr.
		Six mois..	155 fr.
		Un an..	300 fr.
ÉTRANGER (tarif postal aug- menté..	}	Trois mois	120 fr.
		Six mois..	235 fr.
		Un an..	460 fr.

Frais de chèque, mandat ou recouvrement à la charge de l'abonné.
Les abonnements partent du 1^{er} et du 15 de chaque mois.
L'envoi par chèque postal (compte n° 5.970) coûte 1 franc.

PETITS MOTEURS INDUSTRIELS

L. DRAKE CONSTRUCTEUR

MICRODYNE

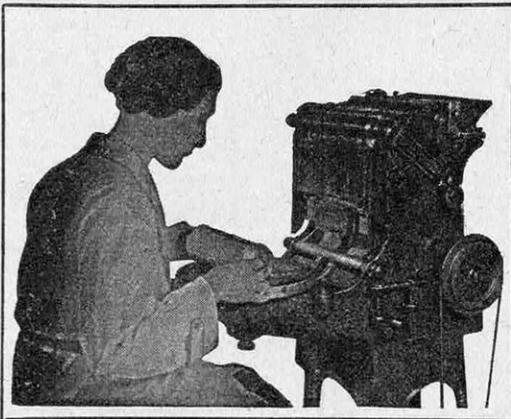
240⁰⁰ BAJEAN-JAURES
BILLANCOURT

TELEPHONE
MOLITOR 22.29

PUBL. C. BLOCH

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

LA
**POLYCHROME
DUBUIT**



PUBL. C. BLOCH



NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS
TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE

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

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

MACHINES DUBUIT **PARIS**
60, rue de Vitruve Roq. : 19-31

“ Les KAYAKS NAVIK ”
se montent avec autant d'aisance
qu'un éventail
se déploie

FABRIQUE DE
BATEAUX PLIANTS
ET ACCESSOIRES
39, rue Roque-de-Fillol
PUTEAUX
Longchamp 06-00
Catalogue **S** sur demande



Par une élite de Professeurs et par Inspecteurs prim.
COURS DE VACANCES
ORAUX ou par **CORRESPONDANCE**

préparant avec maximum de chances de succès
du 17 AOUT à l'EXAMEN

Brevet élém. - B. E. P. S. - Brevet sup.
BACCALAURÉATS

PRIX MODÉRÉS — NOMBRE DE PLACES LIMITÉ

Cours NADAUD SCIENTIFIQUE et LITTÉRAIRE
1, pl. Jussieu, Paris. - Tél. Port-Royal 13-38

RENDEZ VISITE AU MONDE..



COMME OFFICIER *Radio* DE LA MARINE MARCHANDE

JEUNES GENS!...

vous aspirez à une vie moderne indépendante, variée et rémunératrice...

Il n'est pas de carrière qui réponde mieux à vos aspirations que celle d'OFFICIER RADIO DE LA MARINE MARCHANDE.

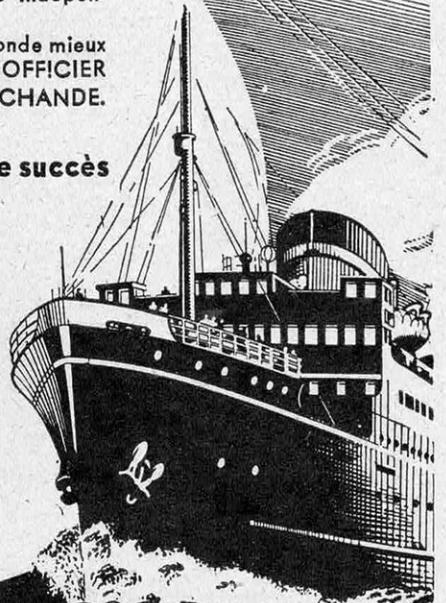
Préparez-la avec le maximum de chances de succès

en vous inscrivant à nos **Cours du JOUR - Cours du SOIR** ou à nos cours spéciaux par **CORRESPONDANCE**

70 % des élèves reçus aux examens officiels sortent de notre école...

L'Ecole prépare à toutes les carrières civiles et militaires de la radio.

Demandez le « Guide » complet des carrières civiles et militaires de la Radio.



E. roger



ECOLE CENTRALE DE T-S-F

12 rue de la Lune PARIS 2^e Telephone Central 78.87

Nouvelle session : Octobre 1939

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

RÉDACTION, ADMINISTRATION : 13, rue d'Enghien, Paris-10^e

Chèques postaux : N° 91-07, Paris — Téléphone : Provence 15-21

PUBLICITÉ : Office de Publicité Excelsior, 118, avenue des Champs-Élysées, Paris-8^e

Chèques postaux : N° 59-70, Paris — Téléphone : Elysées 65-94 à 98

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

Copyright by La Science et la Vie, Août 1939 - R. C. Seine 116-544

Tome LVI

Août 1939

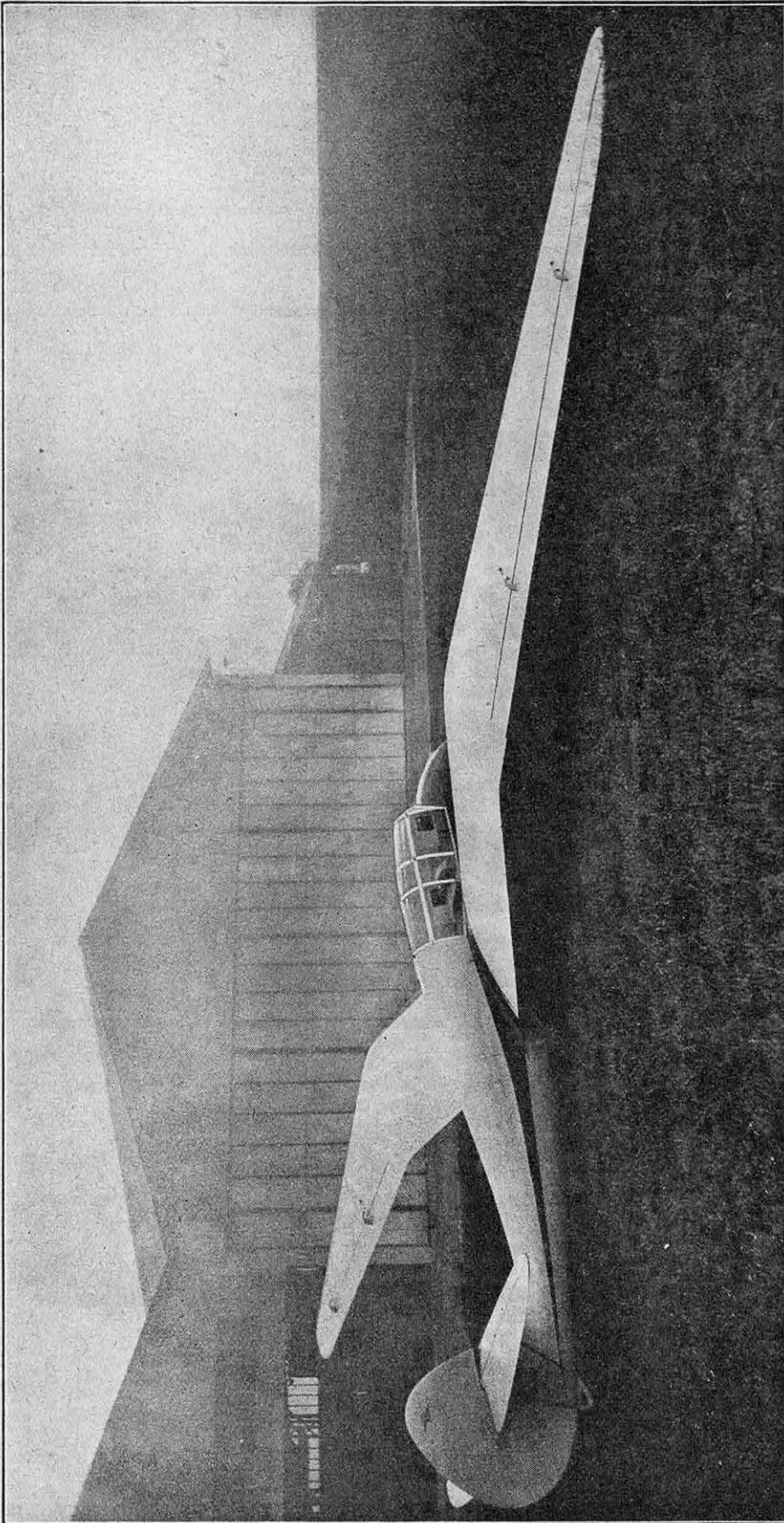
Numéro 266

SOMMAIRE

La science de l'air et le vol à voile...	Pierre Massenet 83
<i>La connaissance des courants ascendants de l'atmosphère a permis aux planeurs modernes de réaliser de remarquables performances : record d'altitude, 9 000 m ; record de distance en ligne droite, 600 km.</i>	Président de l'Amicale du Vol à voile français.
La structure du plus simple des composés : l'eau, demeure une énigme pour le physicien...	L. Houlevigue 93
<i>Les plus perfectionnées parmi les méthodes modernes d'exploration de la matière n'ont pu encore nous révéler avec certitude la structure intime de l'eau.</i>	Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.
Le nouveau record absolu de vitesse : 755 km/h sur avion terrestre.. ..	René Maurer 99
<i>Les acquisitions récentes de la technique aéronautique ont permis à l'avion terrestre de reprendre le record absolu de vitesse que détenait l'hydravion depuis plus de dix ans.</i>	
La « vie » de l'océan Atlantique dans son relief et dans ses eaux.. ..	Charles Brachet 109
<i>Grâce aux puissants moyens d'exploration des fonds marins et aux méthodes subtiles d'analyse des eaux, les hydrographes et géologues étudient les déformations millénaires du relief sous-marin, prédisent la formation de nouveaux continents et mettent en évidence les mouvements périodiques des eaux.</i>	
La circulation des trains ultra-rapides et les problèmes nouveaux de stabilité aux grandes vitesses..	Pierre Devaux..
<i>La vitesse des trains est limitée aujourd'hui encore par les caractéristiques de la voie ferrée. L'amélioration de la stabilité des locomotives lourdes, puissantes et rapides permet cependant d'atteindre en service courant des vitesses de l'ordre de 150 km/h.</i>	Ancien Élève de l'École Polytechnique.
A 300 mètres de profondeur tracera-t-on des autoroutes dans le sous-sol parisien ?	Victor Jougla 127
<i>L'encombrement des voies de circulation de surface et du sous-sol immédiat de Paris met à l'ordre du jour un projet d'autoroutes profondes dont le raccordement avec les autoroutes nationales assurerait un accès facile au centre de la capitale.</i>	
Le problème des matières premières dans la paix et dans la guerre.. ..	Charles Berthelot 135
<i>Quel que soit son développement industriel, une nation ne saurait posséder un « potentiel économique » élevé si elle ne dispose pas des matières premières indispensables. Voici, à cet égard, la situation des grands Etats européens et des Etats-Unis.</i>	
Les ondes électriques du cerveau humain livrent leurs secrets.. ..	Jean Labadié 143
<i>L'enregistrement simultané des ondes cérébrales relevées en différents points du cerveau apporte au clinicien un moyen nouveau pour l'exploration de l'écorce cérébrale.</i>	
L'homme devant la science	J. L. 153
La T. S. F et la vie.	André Laugnac 155
Les à côté de la science	V. Rubor..

Les performances du vol à voile ont considérablement progressé depuis que les pilotes de planeurs ont appris à utiliser de plus en plus rationnellement les phénomènes atmosphériques qui engendrent des courants d'air ascendants (courants de pentes, courants thermiques, de rues de nuages ou de fronts d'orages) et que la finesse aérodynamique des appareils leur permet, en atmosphère calme, de perdre de moins en moins rapidement l'altitude ainsi conquise. La vitesse verticale de descente en vol plané du planeur biplace de performance « Delanne 30 », représenté sur la couverture de ce numéro, n'est que de 0,75 m/s. Sa finesse est égale à 25, c'est-à-dire que la distance horizontale parcourue en vol plané est égale à 25 fois l'altitude du point de départ. (Voir l'article page 83 de ce numéro).

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



LE PLANEUR BIPLACE DE PERFORMANCE DELANNE, TYPE 30 P. 2, A L'ESSAI AU CENTRE DE VOL SANS MOTEUR DE BEYNES (SEINE-ET-OISE)

Voici les principales caractéristiques de cet appareil : surface 22,16 m² ; envergure 18,90 m ; poids à vide 255 kg ; poids total 420 kg ; finesse 25 ; vitesse verticale de descente planée 0,75 m/s. Cet appareil est construit en bois. La forme de l'aile, en « M » sur une projection verticale, a pour but de surélever les extrémités d'aile au-dessus du sol. Sur une projection horizontale, l'aile est également vue en « M », ce qui place les deux pilotes en avant du bord d'attaque. Le centrage de l'appareil est assuré de telle sorte que la présence ou l'absence du second pilote ne le modifie pas, le second occupant étant placé sensiblement au centre de gravité de l'appareil. Ce planeur de performance est destiné non seulement au perfectionnement des pilotes, mais peut également emmener des instruments de mesure et un opérateur pour des recherches aérologiques.

LA SCIENCE DE L'AIR ET LE VOL A VOILE

Par Pierre MASSENET

PRÉSIDENT DE L'AMICALE DU VOL A VOILE FRANÇAIS

Les progrès de l'avion à moteur ont longtemps détourné les chercheurs d'un problème passionnant entre tous : l'imitation du vol des oiseaux. Les recherches les plus récentes laissent cependant pressentir que la réalisation d'une machine volante à aile battante mue par la seule puissance musculaire de l'homme n'est sans doute pas une utopie irréalisable (1). Mais l'observation du vol des oiseaux nous suggère un autre mode de locomotion plus économique que le vol battu : le vol plané, grâce auquel, en utilisant judicieusement les courants ascendants de l'atmosphère (ascendances thermiques, ascendances de pente, etc.), ils peuvent s'élever à de très hautes altitudes et parcourir des distances énormes sans dépense appréciable d'énergie musculaire. Au cours des dix dernières années on a réalisé, particulièrement en Allemagne, en U. R. S. S. et en Pologne, des planeurs d'une « finesse » aérodynamique de plus en plus grande, qui ont effectué des performances comparables à celles des oiseaux (9 000 m d'altitude, 600 km en ligne droite). Parallèlement aux progrès des appareils, les méthodes de vol se sont perfectionnées et, mettant à profit les enseignements de la nouvelle science aérologique, on a appris à exploiter de nouveaux courants ascendants (de nuage et de front d'orage). Ainsi le pilote expérimenté de vol à voile sait aujourd'hui, quelles que soient les conditions atmosphériques, atteindre le but qui lui a été fixé à l'avance de même que le marin, sur les anciens voiliers, savait utiliser tous les vents pour gagner tel ou tel port. En dehors de son attrait sportif et de son utilité comme école de pilotage, l'intérêt scientifique du vol à voile est considérable : les expériences réalisées avec des planeurs sont, en effet, susceptibles d'apporter à l'aérodynamique une contribution aussi précieuse que celle des souffleries pour l'étude des profils d'ailes, tout en mettant à la disposition du météorologiste un moyen inédit pour l'étude directe des courants de l'atmosphère.

DANS NOS campagnes, chaque semaine, il arrive aux cultivateurs de voir se poser près d'eux un oiseau peu bruyant, aux ailes effilées, qui glisse sur le ventre en rejoignant le sol. Un capot se lève, un homme sort du ventre de l'animal. C'est un planeur qui vient de terminer son voyage. Il y a peu d'années encore, ces machines effrayaient parfois gens et bêtes sur lesquels ils fondaient dans un sifflement d'air, mais sans le vacarme mécanique caractéristique du monde moderne. En 1932, Bouvier, alors chef pilote de l'Avia, avait quitté la Banne d'Ornanche sous la conduite d'un orage. Au bout de 32 km, après avoir réalisé sans moteur le premier vol de distance français réellement intéressant, il atterrissait en causant une terreur panique à un troupeau qui se croyait sans doute ramené aux temps préhistoriques. Aujourd'hui, la surprise a fait place à l'habitude.

La presse n'a pas manqué de faire connaître les extraordinaires performances du vol sans moteur, dont la valeur est prouvée par de nombreuses manifestations. Dans le courant du mois de mai dernier, il y eut

en Pologne le Congrès de l'Istus (Commission Internationale d'études du vol sans moteur) auquel participèrent savants, techniciens et pilotes de sept nations. Les épreuves du concours organisé en cette occasion comportaient, de même que celles prévues pour les Jeux Olympiques de 1940, des vols avec buts fixés à l'avance. Le 28 mai, ce fut à Saint-Germain la coupe mondiale d'acrobaties en planeurs. Chacun put y constater que les exercices les plus difficiles étaient à la portée des planeurs.

Cette faveur sans cesse grandissante fait suite à une période pendant laquelle l'avion à moteur a occupé seul les esprits. L'homme, trop fier de ses réalisations, s'imaginait aisément qu'il avait définitivement conquis l'air. Ainsi fut abandonné le rêve millénaire d'égaliser les oiseaux et, chez beaucoup, le plaisir de voler s'est transformé en désir brutal de parcourir rapidement un globe terrestre qu'ils ont trouvé ensuite bien petit. Du coup, les vols planés des précurseurs, rangés au musée des souvenirs, ne firent plus que figures d'essais auxquels il manquait la puissance des moteurs. L'expérience des oiseaux fut elle-même considérée comme de peu d'importance.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 265, page 45.

Cependant, l'attrait de l'étude de la nature, le désir de voler au moindre prix par une exploitation rationnelle de l'énergie qui met en jeu les mouvements de l'atmosphère, la recherche des satisfactions sportives ont remis aujourd'hui en honneur le vol à voile.

Il y a quelque vingt ans, René Quinton en avait compris l'intérêt : « L'oiseau qui sait planer est celui de tous les êtres vivants qui dépense le moins d'énergie au kilomètre parcouru. L'aviation doit tirer quelque chose de l'enseignement du vol de l'oiseau. Au cours de migrations immenses, l'oiseau traverse les étendues sans un battement d'ailes, porté sur le réseau fluide des courants aériens, ondulant de crête en crête. Pourquoi une machine volante n'utiliserait-elle pas les appuis de l'oiseau ? Qu'y aurait-il de plus semblable à l'oiseau qu'une machine vo-

lante de très faible puissance, mais munie d'ailes portantes, et qui chercherait son support moins dans sa vitesse propre que dans les mouvements atmosphériques, les nappes de sustentation des courants ? Et pour définir les formes nouvelles et les meilleures de l'aile, finesse, absence de résistances inutiles, que peut-on imaginer de plus décisif que les indications tirées du vol de l'aile pure ? »

Le vol des oiseaux

Prenons donc des leçons auprès des plus anciens aviateurs : les oiseaux.

Bien des savants, parmi lesquels nous

citerons Marey, Idrac, Magnan, Oemichen, ont étudié le vol des oiseaux, cherchant à résoudre cette énigme au profit de l'aviation. P. Painlevé, qui avait saisi l'utilité de ces recherches, écrivait : « Quel est le meilleur engin, celui qui, pour voler, a besoin d'un cœur d'acier qui gaspille une énergie immense, qui fonce et écrase tout sur son passage avec un bruit infernal, ou

celui qui n'a à sa disposition qu'un petit moteur qui ne dépense presque rien, puisqu'un pigeon vole à 80 km/h pendant cinq heures, sans absorber aucun aliment, donc sans dépenser beaucoup d'énergie, et qui ne perd presque pas de poids pendant son vol actif, celui qui se sert de la force du vent au lieu de la briser ? »

Des observations effectuées, il résulte que l'oiseau vole soit en battant des ailes, soit en les conservant immobiles. Sur terre, sur mer, dans les régions froides, tempé-

rées ou tropicales, il existe des oiseaux, petits ou grands, qui savent, leurs ailes demeurant immobiles, s'élever à de hautes altitudes ou couvrir de longues distances. Examinons les méthodes employées par certains d'entre eux.

Le long des falaises frappées de face par le vent, au bord de la mer, il est fréquent de suivre les évolutions des goélands. Dans le cours qu'il professait au Collège de France, Magnan expliquait : « Les ailes largement étendues et de plus, généralement, le bec en avant, ils montent presque verticalement dans l'air, d'abord rapidement, puis plus lentement, depuis l'avant de la crête jusqu'à

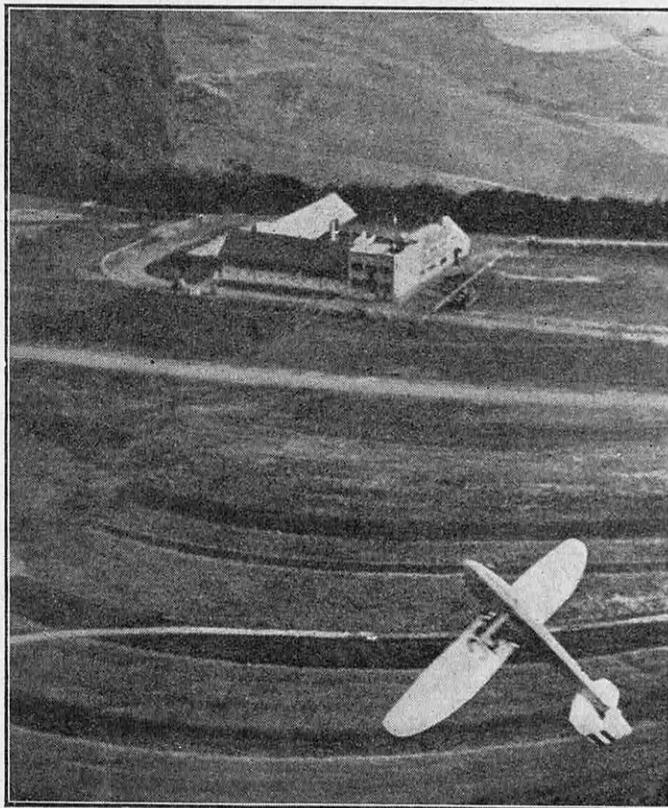


FIG. 1. — AVEC LES AVIONS SANS MOTEUR, LES PILOTES RÉALISENT AUJOURD'HUI TOUTES LES FIGURES DE L'ACROBATIE AÉRIENNE

Voici un planeur allemand effectuant un looping.

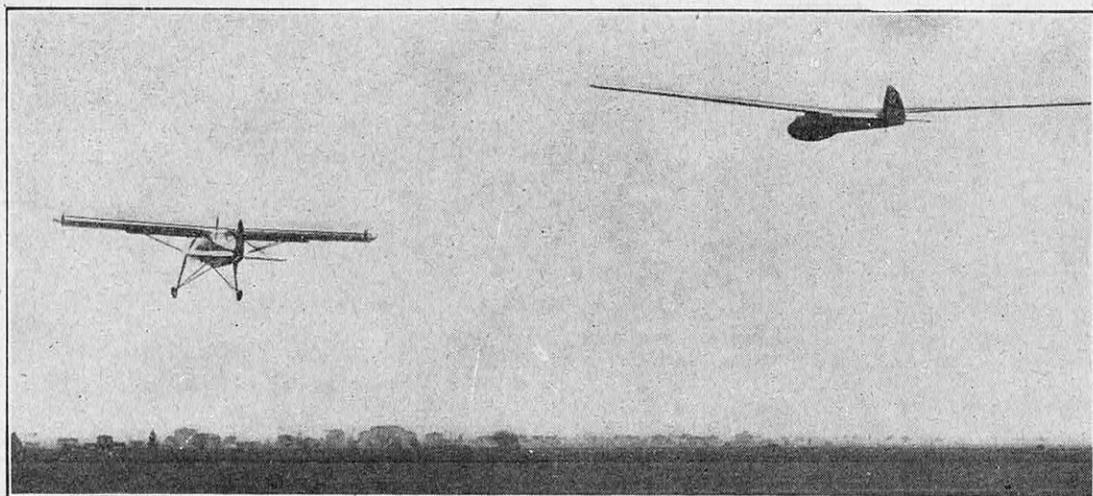


FIG. 2. — LE VOL D'UN PLANEUR REMORQUÉ PAR UN AVION A MOTEUR

Une telle pratique, de plus en plus répandue, exige des avions d'une puissance minimum de 100 à 140 ch pour remorquer un planeur avec sécurité. Les câbles de remorquage sont en acier ou quelquefois en chanvre. La longueur d'un câble de remorquage est de 100 à 150 m.

une hauteur variable, avec une vitesse qui est d'abord de 1 m par seconde pour un vent de 10 m, et se réduit peu à peu pour n'être à la fin que de quelques centimètres. Ces oiseaux atteignent ainsi, dans certains cas, une altitude déterminée où ils se maintiennent comme s'ils étaient accrochés dans le ciel, puis, se laissant glisser sur l'air dans la direction d'où souffle le vent, comme s'ils suivaient la pente des couches d'air déviées par la falaise, ils perdent de la hauteur et reviennent ensuite vers la zone la plus favorable du courant ascendant pour recommencer une nouvelle évolution. Pendant leur ascension, les goélands ne donnent aucun coup d'ailes au sens propre du mot. »

De la même manière volent dans les montagnes les aigles, les buses et les condors.

Les goélands savent aussi voler sans mouvements d'ailes en accompagnant les navires déplaçant des masses d'air qui créent des remous ascendants.

Enfin, Magnan rapporte qu'il a vu en rade de Cherbourg des goélands se servir des nuages orageux pour grimper sans efforts à 600 m de haut.

Dans les contrées chaudes et désertiques, on rencontre des vautours, des milans, des pélicans et des marabouts qui s'élèvent dans les zones de courants ascensionnels provoqués par la chaleur. Mouillard parlait ainsi des vautours : « Un grand vautour peut voler sans fournir un seul battement. J'ai vu le fait suivant, non pas une fois, mais des centaines de fois ; aux abattoirs des villes d'Orient, les vautours sont là en grand nombre, attendant le moment propice pour

se jeter sur leur pâture, en se soutenant dans les airs sans battre une seule fois. Ils montent à perte de vue, ils redescendent à 200 m du sol, vont au vent, avec le vent, à droite, à gauche, parcourant en une heure toute la contrée environnante pour voir s'il n'y a pas de bête morte plus fa-

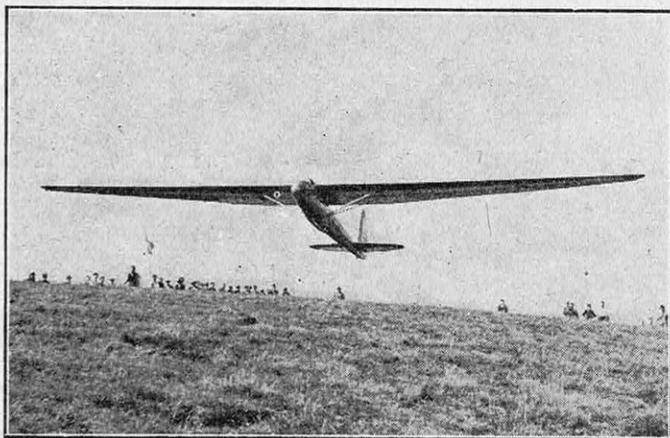


FIG. 3. — LE PLANEUR « AVIA 41 P », AVEC LEQUEL NESSLER A CONQUIS LES RECORDS DE FRANCE EN VOL SANS MOTEUR. On voit ici le planeur prendre le départ tiré par un treuil au Centre National de vol sans moteur de la Banne d'Ordanche.

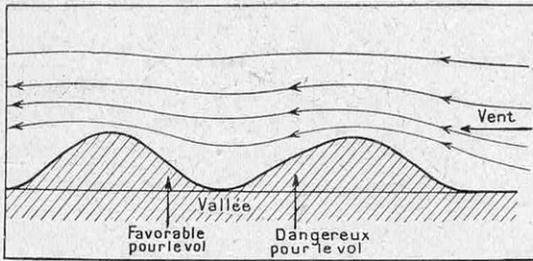


FIG. 4. — SCHÉMA DE LA STRUCTURE DU VENT AU PASSAGE D'UN OBSTACLE COMPORTANT UNE VALLÉE

Pour voler dans de bonnes conditions, le pilote doit se placer au-dessus de la pente de la vallée opposée au vent.

cile à aborder et font ce manège la journée entière, produisant vingt ascensions de 1 000 m chacune, 100 lieues de parcours et tout cela sans avoir frappé l'air une seule fois.»

Après ses voyages en Afrique du Nord, Magnan a exposé que les vautours montent jusqu'à 100 m environ en agitant leurs ailes qu'ils laissent alors immobiles, atteignant de la sorte 1 000 m par orbés successifs et décrivant en 13 à 15 secondes des cercles de 50 m de diamètre.

Les oiseaux marins tels les frégates et les phaétons volent les ailes fixes au-dessus des mers dans les régions tropicales, grâce à des courants d'origine thermique. Ils sont capables de s'éloigner des côtes de plusieurs centaines de kilomètres, sans avoir besoin de se reposer.

Idrac a enfin décrit, dans son livre *Etudes expérimentales sur le vol à voile*, le vol des albatros et des pétrels, qu'il a observé en mer. Ces oiseaux se déplacent à faible altitude, utilisant en particulier les variations de vitesse du vent.

Nous n'insisterons pas sur ces descriptions qui témoignent surabondamment de la connaissance qu'ont les oiseaux des courants aériens. A leur exemple, nos pilotes de vol sans moteur se sont élancés avec leurs planeurs. Ils sont devenus des maîtres grâce aux conseils des institutions scientifiques qui s'occupent d'aérodynamique et de météorologie. En dix ans, les progrès dans ce domaine ont été considérables. Après avoir tenu l'air le long des pentes, tels les goélands et les aigles, les pilotes ont accroché les nuages et su exploiter les courants thermiques à la façon des vautours et des milans. Ils ne savent pas

encore imiter l'albatros ou le pétrel. Il reste donc à apprendre, mais que de résultats déjà !

Les performances du vol sans moteur

Voici, tout d'abord, les records internationaux :

Distance en ligne droite : Kartachev (U. R. S. S.), 17 juillet 1938 — 619,748 km ;

Distance avec retour au point de départ : Flinsch (Allemagne), 7 juillet 1938 — 305,625 km ;

Hauteur au-dessus du point de départ : Drechsel (Allemagne), 5 août 1938 — 6 887 m (altitude au-dessus du niveau de la mer : 8 000 m) ;

Durée avec retour au point de départ : Kahlbacher et Führinger (Allemagne), 9/10 septembre 1938 — 40 h 30 mn.

D'autres vols qui ne sont pas encore homologués par la Fédération Aéronautique Internationale méritent d'être signalés. Ce sont :

— En Allemagne, un vol de plus de 50 heures et un vol au cours duquel l'altitude atteinte a dépassé 9 000 m ;

— En U. R. S. S., un vol de distance en ligne droite de 652 km.

L'effort entrepris par la France pour le vol sans moteur est loin d'être comparable à celui de l'Allemagne, de l'U. R. S. S. ou de la Pologne. Toutefois, des performances de valeur ont été accomplies par nos pilotes : Mauduech, en Tunisie, a tenu l'air 16 h 30 mn ; Nessler a relié Paris à Chatelaillon, parcourant 386 km en moins de 5 h ; au cours d'un vol entre Pont-Saint-Vincent et Strasbourg, Nessler a atteint l'altitude de 4 200 m, gagnant 3 600 m au-dessus de son point de départ.

Enfin, un des succès les plus frappants du vol sans moteur réside dans le fait que les pilotes effectuent aujourd'hui en planeur des voyages avec but fixé à l'avance. C'est ainsi que la médaille *Lilienthal* de la Fédération Aéronautique Internationale a été attribuée pour 1938 au pilote polonais

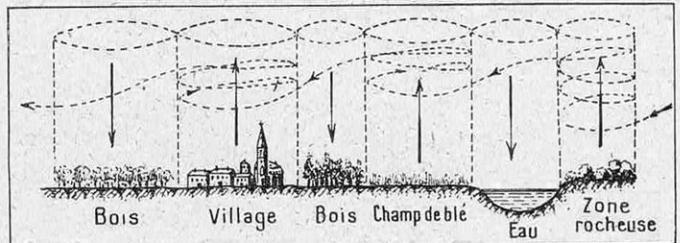


FIG. 5. — DISPOSITION DES COURANTS ASCENDANTS ET DESCENDANTS D'ORIGINE THERMIQUE

Le planeur monte en spirale dans les colonnes ascendantes et traverse rapidement les autres pour éviter de perdre trop de hauteur.

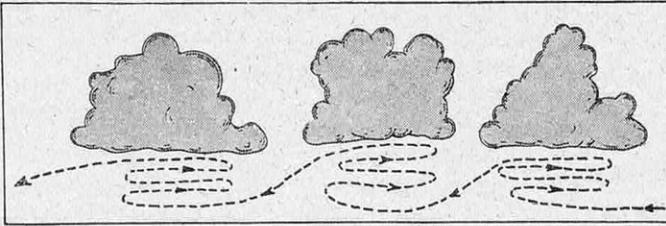


FIG. 6. — SOUS LES CUMULUS, LE PLANEUR VOLE EN SPIRALE ET PREND DE LA HAUTEUR

Les pilotes confirmés, disposant d'un matériel suffisamment solide, rentrent parfois dans ces nuages où ils trouvent de fortes ascendances les conduisant à de hautes altitudes.

Gora Tadeusz qui, parti de Bezmiekowa le 18 mai 1938 pour se rendre à Vilno, a su naviguer avec assez de précision pour atterrir à 28 km de cette ville, après un parcours de 577,800 km. Pendant le concours de la Rhôn, en 1938, dix-huit pilotes allemands ont relié la Wasserkuppe à Berlin et ses environs, alors qu'un autre pilote allait de la Wasserkuppe à Rotterdam, ces lieux d'atterrissage ayant été fixés au départ.

Ce qu'est le vol à voile

Ces performances commencent à être connues du grand public, chez lequel cependant les idées les plus fausses sont encore courantes. On a cru qu'il fallait voler très lentement et que le planeur était une sorte de parachute qui devait flotter sur l'air à la manière d'un bouchon sur l'eau. On a donc recherché au début des appareils très légers. C'était là une erreur. Le planeur ne flotte pas sur l'air, il est dans l'air. Sa qualité essentielle est de posséder une bonne pénétration dans l'élément où il se meut. L'appareil aérien le plus léger, le parachute, est en même temps celui qui vole le plus mal. Il descend verticalement avec une vitesse qui peut atteindre 8 à 10 m/s, alors que, pour de bons planeurs, cette vitesse est réduite à 0,50 m/s.

Le vol sans moteur est tout simplement du vol plané. Lorsqu'il est effectué en air calme, l'appareil descend en allant plus ou moins loin de son départ, suivant sa valeur aérodynamique, caractérisée par ce qu'on appelle sa « finesse ». Si l'appareil part d'une certaine hauteur et parcourt une certaine distance horizontale, on entend par finesse le quotient

de cette distance par la hauteur de départ. Si, au cours de sa descente, le planeur rencontre un courant d'air ascendant, l'appareil peut, suivant la force de ce courant, monter, garder la même hauteur ou ralentir sa chute. Il fait alors du vol à voile.

Tout l'art du vol sans moteur réside dans la recherche et l'utilisation des courants ascendants, nombreux dans l'atmosphère. Ces connaissances sont d'autant plus importantes qu'il existe évidemment des courants descendants

nuisibles et dangereux que l'aviateur doit apprendre à connaître et à éviter.

Quelles sources d'énergie utilise le vol à voile ?

Les courants proviennent essentiellement du vent frappant une pente, des manifestations thermiques en air sec ou en air humide, des fronts orageux, des « rues » de nuages et des variations dans la structure du vent.

1° Ascendances de pente :

Un obstacle, même petit, modifie la trajectoire d'un vent dit horizontal. Le vent escalade les pentes qui se présentent à lui ou les contourne s'il le peut. Idrac et Magnan expliquent de la manière suivante les ascendances de pente : « Quand le vent dit horizontal rencontre de face une falaise, une colline ou une montagne, les couches les

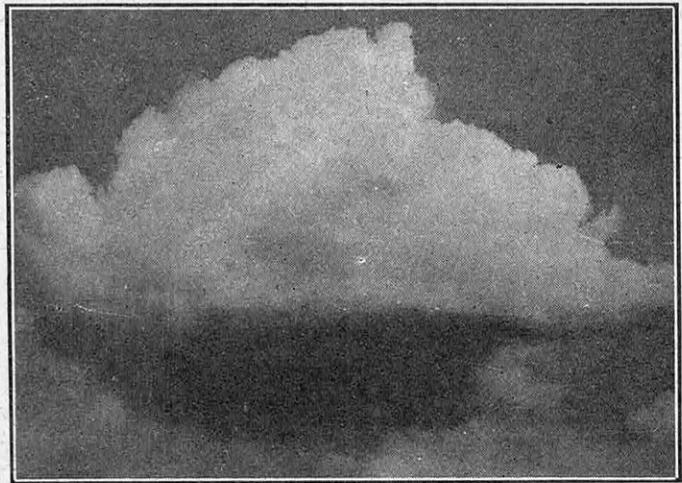


FIG. 7. — CE NUAGE AUX FORMES CARACTÉRISTIQUES (CUMULUS) ET DONT LA BASE EST GÉNÉRALEMENT PLANE, EST TRÈS PROPICE AU VOL A VOILE

Il est l'aboutissement d'une colonne ascendante d'air chaud et humide. Ce courant est utilisé comme l'indique la fig. 6.

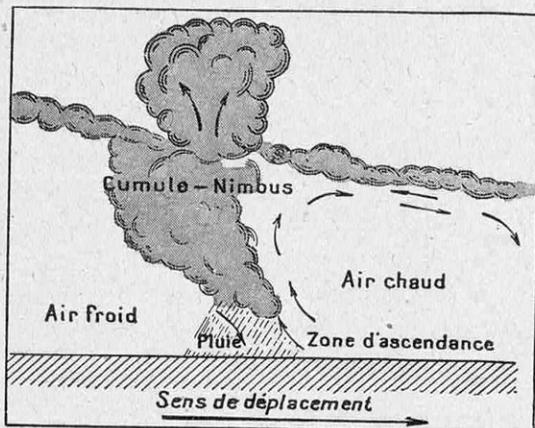


FIG. 8. — DISPOSITION SCHÉMATIQUE DES NOMBREUX COURANTS AÉRIENS QUI CIRCULENT DEVANT LES FRONTS D'ORAGE

A une certaine altitude existent deux courants presque horizontaux et de sens contraire. En avant du front, et près de la zone de pluie, se manifeste une ascendance qui permet aux planeurs de tenir l'air et de se déplacer avec l'orage.

plus basses donnent naissance à des tourbillons au pied de l'obstacle, tandis que les autres sont rejetées vers le haut. Pendant ce temps, elles rencontrent d'autres couches qui ont conservé leur trajectoire d'allure horizontale ; celles-ci subissent à leur tour, du fait de cette rencontre, une déviation plus ou moins importante, qui se répercute plus ou moins haut au-dessus du faite de l'obstacle. Les déviations ne sont plus guère sensibles à une hauteur dépassant environ trois fois celle de la falaise, au-dessus du bord supérieur de celle-ci, et même quatre fois cette hauteur quelquefois, car l'importance des variations est fonction de la vitesse moyenne du vent. A l'arrière du bord supérieur de l'obstacle, il existe par contre une zone défavorable parce qu'elle est le siège de mouvements tourbillonnaires. »

D'après Idrac et Magnan, les déviations du courant aérien se font sentir en avant de l'obstacle à une distance pouvant dépasser 15 fois sa hauteur.

Les meilleures pentes sont celles ayant une inclinaison de 30 à 40 %. Les chaînes abruptes occasionnent de dangereuses turbulences. Les monts arrondis ne soulèvent que de faibles ascensions. Enfin, le vent cherche à circuler autour des monts isolés et de développement réduit

qui sont très peu propices au vol à voile.

Le professeur Georgii a signalé que dans les hautes montagnes les ascensions du relief déterminaient dans les couches supérieures de l'atmosphère des ondes permettant le vol à voile probablement jusque dans la stratosphère. C'est avec un tel procédé qu'au Riesengebirge les pilotes allemands ont atteint 6 000 m d'altitude.

2° *Ascendances thermiques :*

a) *En air sec*, on obtient ce qu'on appelle généralement les ascendances thermiques pures. Rien de visible ne les décèle dans l'atmosphère, mais la nature de ce qui est au sol laisse prévoir leur présence.

Le professeur Kampé de Fériet en fournit l'explication ci-après : « La convection thermique se produit lorsque des masses d'air surchauffées au contact du sol deviennent plus légères que les couches d'air qui les entourent ou les surmontent ; l'équilibre de l'atmosphère est rompu ; il se forme des colonnes ascendantes d'air chaud séparées par des zones beaucoup plus larges où l'air froid redescend lentement prendre, auprès du sol, la place de l'air chaud.

« L'échauffement du sol par le rayonnement solaire n'est pas la seule source d'ascendances thermiques ; ainsi dans l'atmosphère froide de l'hiver, les grandes villes où le chauffage et l'industrie dissipent des millions de calories, provoquent des convections thermiques appréciables. »

Un courant ascendant thermique peut se figurer par une série de bulles d'air chaud qui s'échappent du sol et montent comme des montgolfières, puis se dissocient à une certaine altitude.

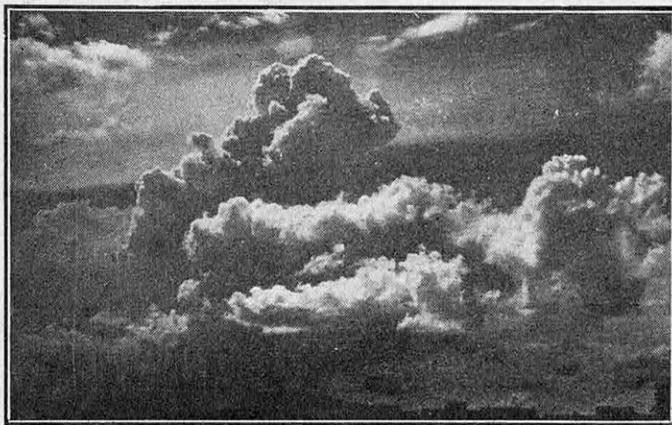


FIG. 9. — CIEL D'ORAGE AVEC CUMULO-NIMBUS DONT LA PARTIE SUPÉRIEURE ATTEINT DES ALTITUDES ÉLEVÉES
Ces formations nuageuses sont le siège de courants violents, les uns utiles au vol sans moteur, les autres dangereux.

Villages et villes, endroits rocheux, champs de blé par exemple, émettent donc sous le soleil des ascendances thermiques à l'inverse des rivières et des bois. Sur une pente, la face abritée du vent est génératrice d'ascendances thermiques.

Les régions qui ont rayonné beaucoup pendant le jour se refroidissent très vite dès la fin de l'insolation, au contraire de régions voisines. Il en résulte, le soir venu, une circulation au sens contraire des courants thermiques produisant ce que l'on appelle le « thermique de restitution ».

b) *En air humide.* — Ici, nous arrivons aux ascendances de nuages, à la notion de « nuage moteur ». Dans la préface du livre de Manfred Curry, *A travers les nuages*, M. Louis Bréguet dit : « Le nuage, dont les formes infiniment variables nous offrent le spectacle incomparable que M. Curry met sous nos yeux, est un puissant réservoir d'énergie. L'homme qui, dès aujourd'hui, peut prétendre utiliser cette énergie, pourra demain peut-être prétendre à la canaliser. »

Les courants ascendants d'air chaud et humide sont semblables aux courants en air sec dont ils diffèrent par la formation, à leur sommet, d'un cumulus ou d'un cumulonimbus. Pour que ces nuages naissent, il suffit que le mouvement des masses d'air se poursuive assez haut et qu'elles contiennent l'humidité nécessaire (fig. 6 et 7).

D'après M. Baldit : « On trouve d'abord sous ces nuages la vitesse verticale de la colonne d'air ascendant qui les forme. Mais lorsque le nuage se développe en hauteur, parfois avec une grande vitesse, il produit sous lui une sorte de tirage qui renforce la vitesse verticale de la colonne thermique. »

Il est à noter que seuls sont intéressants les cumulus à base unie et bien délimitée. Ceux dont la limite inférieure est arrondie

sont par contre des nuages en dissolution.

A l'intérieur des cumulus épais, le mouvement ascendant de l'air se continue avec, parfois, de très fortes vitesses. Le vol dans ces conditions implique des précautions, surtout s'il s'agit de cumulo-nimbus dans lesquels les pilotes sont appelés à rencontrer pluie, grêle ou verglas.

M. Baldit indique que l'ascendance dépasse la crête des nuages de la manière suivante :

« La masse nuageuse en mouvement déplace l'air qui se trouve au-dessus d'elle et lui imprime une certaine vitesse verticale tout au moins dans les couches qui ne sont pas trop éloignées du sommet du nuage. Il faut donc se représenter le cumulus se développant en hauteur comme élevant au-dessus de lui une sorte de surface solide qui refoule l'air vers le haut. »

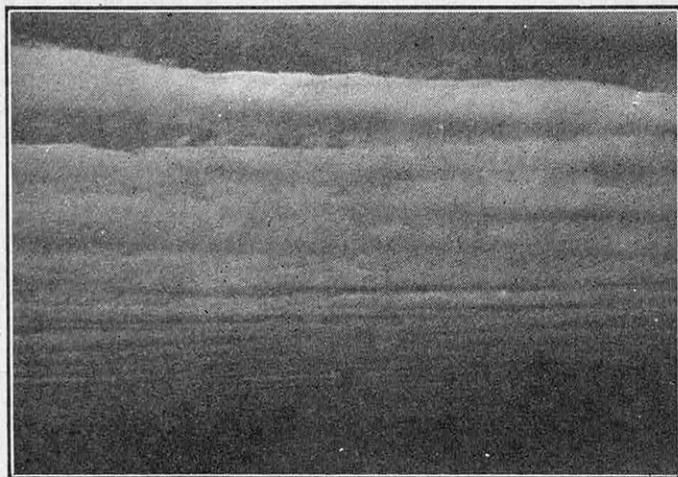


FIG. 10. — NUAGES EN BANDES PARALLÈLES FORMANT DES « RUES DE NUAGES »

La longueur de ces formations nuageuses peut atteindre 100 km. En suivant ces rues de nuages, les pilotes trouvent des courants ascendants qui leur permettent de parcourir de grandes distances à des vitesses parfois très élevées.

cale tout au moins dans les couches qui ne sont pas trop éloignées du sommet du nuage. Il faut donc se représenter le cumulus se développant en hauteur comme élevant au-dessus de lui une sorte de surface solide qui refoule l'air vers le haut. »

3° *Ascendances de fronts d'orage et de rues de nuages :*

a) *Fronts d'orage.* — Les fronts d'orage

offrent de grandes possibilités au vol à voile en raison de la force de leurs courants et parce qu'ils se déplacent quelquefois sur des centaines de kilomètres. L'incursion d'un air froid au sein de masses d'air plus chaud est capable de provoquer un front d'orage. L'air froid pénétrant dans l'air chaud qui le précède chasse ce dernier vers le haut. Il en résulte, à 2 ou 3 km en avant du front, une zone d'ascendance qui se meut avec lui (fig. 8 et 9).

b) *Ascendances de rues de nuages.* — Ces ascendances ont été découvertes par le professeur Georgii. Un exemple de formation de rues de nuages est donné par le professeur Kampé de Fériet : « Lorsqu'un vent d'ouest assez violent amène sur l'Europe une masse d'air tropical saturé d'humidité et surmonté, vers 1 500 ou 2 000 m, d'une couche d'inversion de température, on observe des alignements de nuages cumuliformes s'al-

longeant en « rues » parallèles à la direction du vent. » Ces alignements, distants les uns des autres de 1 à 2 km, comportent la formation dans l'atmosphère de rouleaux tourbillonnaires dans lesquels chaque particule d'air décrit un cercle dans un plan vertical perpendiculaire au vent, en même temps que ce cercle est emporté par le vent. Il en résulte une ascendance tout le long de l'alignement (fig. 10).

Nous ne parlerons pas des ascendances dues aux variations de structure du vent, ou ascendances dynamiques qui n'ont jamais été employées véritablement avec les planeurs.

Les différents mouvements atmosphériques que nous venons d'exposer ont été matérialisés dans certaines expériences que nous allons rappeler brièvement.

Dans la soufflerie du laboratoire Eiffel, Thoret avait installé une maquette de colline et une série de fils verticaux fixés de l'avant à l'arrière de la colline et auxquels étaient reliés des rubans de soie. Le vent entraînait les rubans suivant des lignes constituant un spectre d'ascendance que Thoret cinématographiait.

M. Kampé de Fériet et d'autres savants ont lancé sur des falaises ou des montagnes des cerfs-volants aux cordes desquels étaient attachées de légères manches à air. Comme dans la démonstration précédente, les lignes d'ascendances devenaient alors visibles.

Une autre expérience consiste à lâcher au pied d'une pente et dans le vent des ballons équilibrés qui vont avec les ascendances et dont on suit les trajectoires à l'aide de théodolites.

En ce qui concerne les mouvements des nuages, M. Kampé de Fériet a pris sur films et à la cadence de 5 secondes, au mont Cervin et à la Banne d'Ordanche, de remar-

quables photographies de systèmes nuageux. Projeté à une vitesse normale, le film apporte ensuite à l'écran la vie saisissante des nuages.

Comment vole le planeur

Le planeur effectue constamment du vol plané. Il descend à une vitesse verticale donnée, fonction de ses qualités. Il ne monte que dans les courants ascendants en restant le nez légèrement incliné vers le sol à l'opposé des avions qui grimpent cabrés,

accrochés à leur moteur. Les pilotes cherchent les ascendances que nous avons décrites. Pour tenir sur une pente, ils volent « en crabe » parallèlement à celle-ci, leur vitesse par rapport au sol en direction et en valeur étant une composante de leur vitesse relative et de celle du vent. En vol thermique d'air sec, ils décrivent des orbites dans une colonne ascendante et, à

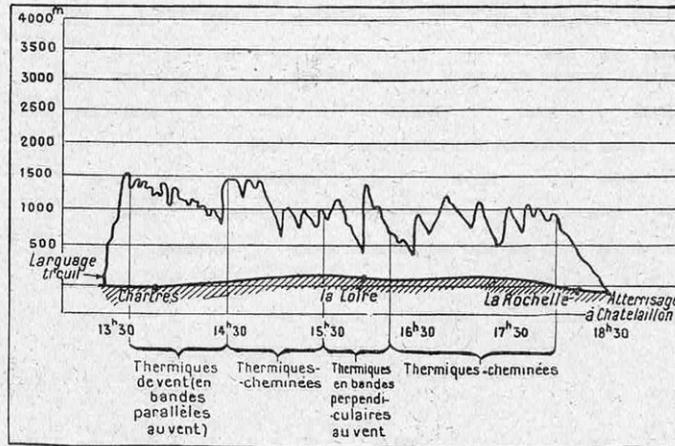


FIG. 11. — REPRODUCTION DU BAROGRAMME DU VOL DE RECORD DE NESSLER

Parti de Beynes-Thiverval, près de Paris, et lâgué à 150 m de haut environ, Nessler avait rapidement gagné de la hauteur. La région de la Loire avait été peu favorable. Les pilotes de vol à voile y sont d'ailleurs fréquemment arrêtés. Du côté de La Rochelle, les ascendances abandonnaient le pilote qui s'était pourtant engagé sur la mer, espérant atteindre l'île d'Oléron. Mais, perdant trop rapidement de la hauteur, Nessler avait dû revenir vers la côte pour atterrir à Châtelailhon.

l'instar des vautours, avancent de colonne en colonne. Dans le cas de courants thermiques générateurs de cumulus, ils vont vers ces nuages soit avec l'ascendance de pente, soit en vol remorqué. Ils se tiennent alors dessous et peuvent parcourir de grandes distances en sautant d'un cumulus à un autre. Pour gagner une haute altitude, ils entrent dans le nuage.

Avec les fronts d'orage, les pilotes partent en voyage en se tenant à 2 ou 3 km en avant du nuage.

Quand il y a des rues de nuages, ils prennent un alignement de nuages du côté ascendant et vont aussi loin que lui.

Dans les vols de distance, un pilote utilise souvent plusieurs sources d'ascendances, tel Nessler lors de son record de distance en ligne droite, le 18 avril 1938 (fig. 11).

Pour réaliser de pareils exploits en vol

à voile, il faut apprendre à voler et s'entraîner avec le matériel nécessaire. Nous ne nous étendrons pas sur les sandows, les treuils automobiles et les avions remorqueurs qui sont, en somme, des moyens de lancement. Etudions les planeurs. Ce sont de simples avions sans moteur adaptés aux conditions de vols de performance et aux stades de formation des élèves (1). Comme les avions, les planeurs ont des ailes, des empennages, un fuselage, un poste de commande. Toutefois, pour faciliter les atterrissages qui se passent souvent en terrains variés et en vue de diminuer le poids total, l'atterrisseur normal avec roues est remplacé par un ski avec interposition ou non d'amortisseurs constitués le plus fréquemment par des rondelles en caoutchouc. Néanmoins,

(1) Il existe trois brevets et deux certificats supérieurs internationaux, dont les épreuves sont :

Brevet A, un vol plané de 30 s en ligne droite ;
Brevet B, deux vols planés de 45 s en ligne droite et un vol plané de 1 mn en S ;

Brevet C, un vol de 5 mn sans perdre d'altitude ;
Certificat D (insigne d'argent), un vol de 50 km en ligne droite ;

Un vol de gain de hauteur de 1 000 m ;

Un vol de durée de 5 h ;

Certificat E (insigne d'or), un vol de 300 km en ligne droite ;

Un vol de gain de hauteur de 3 000 m.

Ce dernier certificat n'est actuellement détenu que par une trentaine de pilotes dans le monde. Presque tous sont Allemands, vingt-cinq environ. La France n'en a qu'un : Nessler.

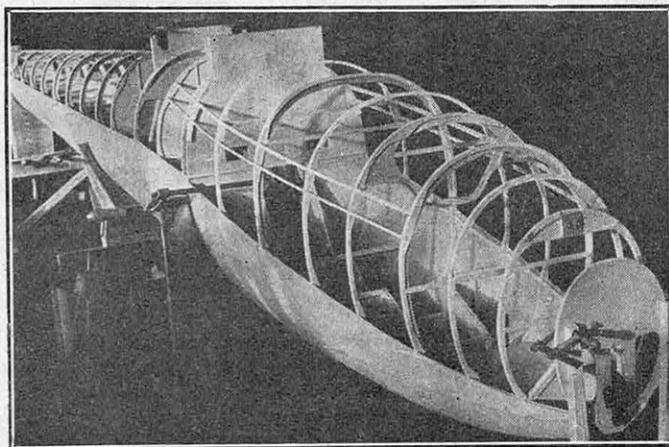


FIG. 12. — LE FUSELAGE DU PLANEUR MONOTYPE OLYMPIQUE « MEISE », SUR SON BÂTI DE MONTAGE

On remarquera la construction habituelle des fuselages de planeurs de performance comprenant des lisses et des couples dont certains sont renforcés aux attaches d'ailes. Le recouvrement est en contreplaqué.

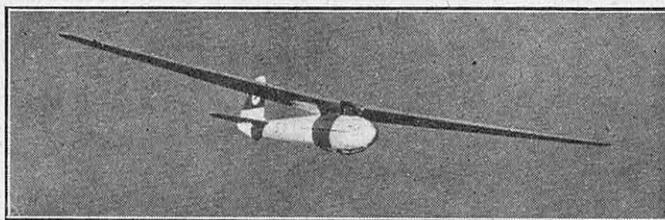


FIG. 13. — LE PLANEUR ALLEMAND MEISE CHOISI COMME MONOTYPE POUR LES JEUX OLYMPIQUES DE 1940

Cet appareil, dont l'aile est en porte à faux, est de construction classique en bois et toile. Il possède des volets de freinage aérodynamique pour l'atterrissage.

dans le but de rendre les décollages plus commodes, certains planeurs possèdent une roue unique placée sous le fuselage et le dépassant de peu.

Les principes du centrage, de la stabilité et de la maniabilité des planeurs sont semblables à ceux des avions.

Précisons, au point de vue du centrage, que le centre de gravité se trouve en moyenne à 33 % de la profondeur de l'aile. Pour avoir l'équilibre nécessaire, les pilotes sont, en général, placés à l'avant de l'appareil et, leurs poids jouant un rôle important dans le centrage, il importe d'en tenir compte pour placer le siège dans une bonne position. A cette fin, les sièges sont mobiles.

Dans le domaine de la maniabilité, les planeurs aux grandes envergures, par inertie et frottements sur l'air de leurs ailes très étendues, rencontrent parfois des difficultés dans les manœuvres de virage. On compense ce défaut par l'emploi d'ailerons à commandes différentielles, de telle sorte que l'aileron situé à l'extérieur du virage freine moins que celui qui est à l'intérieur.

Presque tous les planeurs sont construits en bois, mais certains constructeurs se sont orientés vers des fabrications en tubes soudés, notamment pour les fuselages.

La caractéristique essentielle des planeurs réside dans leur finesse qui va grandissante, des machines de début à celles de records.

Les planeurs sont plus légers et moins chargés que les avions par m² de surface portante. Leur charge est de l'ordre de 10 à 20 kg/m², alors que pour les avions elle va de 30 à 200 kg/m².

Différents types d'appareils sont en service :

1) *Planeurs d'apprentissage.* —

Ces planeurs sont robustes et facilement réparables. Leurs ailes sont haubannées par des mâts ou des cordes à piano. Le plus répandu d'entre eux en France est l'*Avia 11 A*, qui a 18 m² de surface, 10,50 m d'envergure et dont le fuselage est composé d'une simple poutre triangulée ;

2) *Planeurs d'entraînement*. — Ces appareils dérivent des précédents et leur poutre est carénée, mais ils sont plus fins et leur allongement, c'est-à-dire le rapport de l'envergure à la profondeur de leur aile, est plus grand. L'*Avia 15 A* a 18 m² de surface et 12 m d'envergure ;

3) *Planeurs de perfectionnement*. — Dans ce type d'appareil, la poutre est remplacée par un fuselage et l'aile est plus fine et plus

allongée. Ces planeurs ont des surfaces de 14 à 18 m² et des allongements de 10 à 14. Leur finesse a des valeurs de 15 à 18 ;

4) *Planeurs de performance*. — La perfection des qualités aérodynamiques est recherchée dans ces appareils qui doivent, en outre, être très solides pour encaisser les turbulences atmosphériques. Le plus grand nombre d'entre eux ont des ailes en porte à faux. Pour améliorer leur pénétration dans l'air, ils sont vernis et peints avec soin. Leur fuselage est de forme ovoïde. Ils sont munis d'un parachute et d'un tableau de bord très complet comprenant un « Badin » (1), un altimètre, une montre, un compas, un variomètre pour indiquer les vitesses ascensionnelles et un équipement de vol sans visibilité pour le vol dans les nuages, tandis que les planeurs précédents ne possèdent éventuellement qu'un parachute, un Badin, un altimètre ou un variomètre.

Les planeurs de performance ont des allongements pouvant dépasser 20, des

(1) Indicateur de vitesse relative par rapport à l'air ambiant.

finesses atteignant 30. Ils ont des envergures d'ailes allant pour quelques-uns jusqu'à 30 m. Leur finesse utile pour le vol à voile a, dans certains cas, besoin d'être réduite, en particulier pour l'atterrissage, car l'appareil peut alors planer trop longtemps pour se poser dans le terrain prévu. On installe alors sur les ailes des freins aérodynamiques qui sont le plus couramment des volets se dressant perpendiculairement au sens de marche du planeur et commandés par le pilote. Un planeur de performance a

une vitesse verticale de descente voisine de 0,50 m/s.

Le tableau ci-contre indique les caractéristiques de planeurs de performance dont le Meise, monotype olympique des Jeux de 1940.

Planeurs	Surface	Envergure	Allongement	Finesse	Poids à vide
	m ²	m			kg
<i>Minimoa</i>	19,00	17,00	15,20	26	210
<i>Habitich</i>	15,82	13,60	11,69	21	210
<i>Avia 40 P</i>	15,00	14,90	15,00	22	140
<i>Avia 41 P</i>	18,00	18,80	20,00	24	175
<i>Meise</i>	15,02	15,00	15,00	25	165

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE PLANEURS DE PERFORMANCE : LE « MEISE » A ÉTÉ CHOISI COMME MONOTYPE OLYMPIQUE POUR LES JEUX DE 1940

A quoi sert le vol sans moteur ?

Le vol sans moteur constitue un laboratoire servant à la fois l'aérogologie, la météorologie, l'aérodynamique et la technique aéronautique. Il donne aux pilotes le sens de l'air et une première formation pour la conduite des appareils aériens. L'expérience a prouvé qu'un pilote de planeur devenait très rapidement un pilote d'avion. Un breveté C de vol sans moteur peut voler seul sur un avion après une heure ou deux heures seulement de double commande. La pratique du vol sans moteur, au moins aussi attrayante que celle du ski, de la nage, de la marche ou du football, exige l'exercice physique, l'esprit d'équipe, la discipline. Dans son ensemble, elle nécessite la connaissance des éléments atmosphériques et l'adaptation à ces éléments de l'homme et de la machine. Par là même, elle améliore la sécurité aérienne.

Et c'est ainsi que le vol sans moteur est à la fois une science et un sport.

PIERRE MASSENET.

La Science et la Vie est le seul magazine
de vulgarisation scientifique et industrielle

LA STRUCTURE DU PLUS SIMPLE DES COMPOSÉS : L'EAU, DEMEURE UNE ÉNIGME POUR LE PHYSICIEN

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

L'eau, répandue à la surface de la terre en quantités énormes sous ses trois états : glace, eau liquide et vapeur, a donné à notre globe sa physionomie actuelle en modelant son relief, en déterminant les climats et en favorisant le développement de la matière vivante sous toutes ses formes. Grâce à la valeur élevée de son pouvoir dissolvant et ionisant, elle constitue le milieu idéal pour un grand nombre de réactions chimiques ; c'est en particulier en milieu aqueux que s'accomplissent toutes les réactions chimiques de la vie. L'eau apparaît donc, parmi tous les composés chimiques, comme un liquide exceptionnel, non seulement en raison de ces précieuses propriétés, mais aussi des anomalies observées dans ses caractéristiques physiques ; leur étude présente un intérêt d'autant plus grand qu'elles sont rassemblées dans l'intervalle de température où l'eau joue précisément son rôle capital dans le monde vivant. Pour les expliquer, un certain nombre d'hypothèses sur la structure intime de l'eau ont été formulées, fondées sur les résultats des méthodes modernes d'exploration de la matière : diffraction des rayons X et des électrons, effet Raman, absorption des rayons infrarouges, etc. Aucune d'elles n'est cependant encore entièrement satisfaisante, tant apparaît complexe l'édifice moléculaire de ce composé d'oxygène et d'hydrogène, si simple en apparence.

C E n'est pas tout à fait un paradoxe de dire que, si les chimistes ont créé la chimie, les physiciens ont contribué, pour une large part, à en assurer les progrès. Cela tient à ce que la physique a réalisé, pour l'introspection de la matière, des méthodes extraordinairement sensibles ; d'ailleurs, chimie et physique sont aujourd'hui si intimement associées, qu'il est difficile, et assez vain, de déterminer la part qui revient à chacune dans les progrès accomplis ; mais l'étude de l'eau nous montrera, une fois de plus, la fécondité de leur collaboration.

En raison de son abondance et du rôle qu'elle joue dans la nature, l'eau a été choisie pour définir un certain nombre de grandeurs fondamentales : le kilogramme, la calorie, les intervalles fondamentaux de l'échelle thermométrique centésimale. On peut se demander si le choix a été heureux ; d'abord parce que l'eau est un des liquides qu'il est le plus difficile d'obtenir à l'état pur (1), mais surtout à cause des anomalies

qui font d'elle un corps exceptionnel. Ces singularités sont nombreuses, mais elles sont limitées à un intervalle de température assez étroit, du voisinage de zéro à une cinquantaine de degrés ; or, c'est précisément dans cet intervalle que l'eau joue dans la biosphère un rôle prépondérant, d'où il résulte que la connaissance de ces anomalies mérite une étude spéciale. Examinons-les rapidement.

Un premier sujet d'étonnement pour le chimiste et le physicien, c'est que l'eau soit liquide à la température ordinaire, et non pas gazeuse. Elle est, en effet, d'après sa formule chimique H_2O , le premier terme d'une série qui se continue par l'oxyde de méthyle $(CH_3)_2O$, bouillant à $-23^\circ C$ sous la pression normale, puis par l'oxyde d'éthyle (ou éther sulfurique) bouillant à $+35^\circ$... et la volatilité décroît à mesure que la molécule s'alourdit ; le point d'ébullition de l'eau devrait donc se placer, non à 100° au-dessus de 0, mais à 100° au-dessous.

La plus connue des anomalies de l'eau, celle qui joue un rôle capital dans l'équilibre mobile de notre globe, est la variation de volume qui se produit au point de fu-

(1) Même en faisant abstraction des problèmes posés par l'existence de l'eau lourde et par les isotopes de l'oxygène. Voir *La Science et la Vie*, n° 261, page 233.

sion (1) et au voisinage de ce point. Elle est représentée par la courbe de la figure 1, et son caractère principal est que la fusion de la glace s'accompagne d'une réduction notable du volume (un dixième environ); seuls, le bismuth, le gallium et quelques composés organiques présentent cette dérogation aux règles courantes; pour tous les autres corps, la fusion s'accompagne d'un accroissement de volume.

Cette dérogation aux règles générales entraîne des conséquences si importantes qu'on se demande comment, sans elle, la vie serait possible, et d'abord la vie océanique, origine probable de toutes les autres: si la glace, au lieu de flotter sur l'eau, tombait au fond, elle s'y accumulerait à chaque hiver, et les océans polaires, puis, de proche en proche, ceux des régions tempérées auraient été transformés depuis longtemps en un bloc solide. En revanche, la dilatation importante qui accompagne la congélation de l'eau entraîne l'éclatement des pierres gélives, des capillaires végétaux et, souvent aussi, de nombreuses canalisations.

La courbe de la figure 1 (où les variations de volumes ont été exagérées à dessein) montre encore que la diminution du volume qui accompagne la fusion est précédée, et surtout suivie, par des variations que caractérise, vers 4° C, l'existence d'un maximum de densité, et ce n'est guère que vers + 10° que l'eau prend, à l'image des autres liquides, une dilatation régulière.

Une anomalie aussi importante pour l'équilibre mobile de la biosphère est la grandeur exceptionnelle des quantités de chaleur mises en jeu, pour l'eau, par les changements d'état et de température; la chaleur spécifique, prise pour unité, est une des plus grandes que l'on connaisse; de même pour les chaleurs de fusion et de vaporisation. Il en résulte que l'eau, plus qu'aucun autre liquide, peut jouer le rôle d'un « volant de chaleur » en régularisant les tempéra-

tures, et c'est ce qui explique la douceur bien connue des climats marins. Notons encore, bien que ces anomalies paraissent jouer un rôle moins essentiel, que la chaleur spécifique de l'eau n'est pas fixe, et qu'elle n'augmente pas légèrement avec la température, comme c'est le cas pour les autres liquides; elle diminue de 0° à 35°, en passant par l'unité à 15° (1), et croît ensuite régulièrement. Il en va de même pour la compressibilité qui, partie de la valeur $5,1 \times 10^{-5}$ à 0° C, passe par un minimum $4,5 \times 10^{-5}$ à 50°; et, de plus, on voit sur la figure 2 que l'influence de la pression est inverse pour l'eau et pour d'autres liquides, comme l'alcool.

Ce sont là des phénomènes secondaires; ils n'intéressent que le physicien en lui montrant le caractère anormal du liquide que nous étudions. L'influence de la viscosité, ou frottement interne, est plus importante, car elle détermine la vitesse d'écoulement des liquides, c'est-à-dire que toute l'hydrodynamique est tributaire de cette grandeur. Or, si la viscosité de l'eau décroît, comme pour la généralité des liquides, lorsque la température

s'élève, cette diminution est, jusqu'à 25°, deux fois plus rapide que pour les autres liquides et, de plus, contrairement au cas général et aux prévisions les plus naturelles, elle diminue lorsqu'on accroît la pression, c'est-à-dire lorsqu'on force les molécules à se rapprocher; l'eau au voisinage de 0 est donc un liquide anormalement visqueux.

Mais le tableau ne serait pas complet si on n'y faisait pas figurer le remarquable pouvoir dissolvant et ionisant de l'eau. C'est en dissolvant les gaz de l'atmosphère, principalement le gaz carbonique, et les matériaux variés de l'écorce terrestre, que l'eau a modelé la surface du globe, qu'elle a fourni aux végétaux les corps nécessaires à leur alimentation. Et ce rôle serait très incomplet si elle ne possédait en même temps une action ionisante exceptionnelle; cette action s'explique elle-même par la

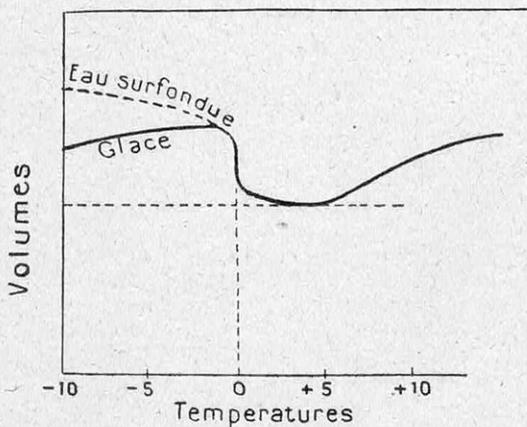


FIG. 1 — VARIATIONS DU VOLUME DE L'EAU AU VOISINAGE DU POINT DE FUSION

On voit que la fusion de la glace s'accompagne d'une réduction de volume et que la densité maximum de l'eau se situe vers 4° C.

(1) Notons une curieuse observation de Tammann: soumise à une pression de 2 000 atmosphères, l'eau donne naissance à une glace plus dense qu'elle-même.

(1) Parce qu'on a défini la calorie comme la quantité de chaleur qui élève 1 g d'eau de 15 à 16° C.

grandeur anormale du pouvoir diélectrique, grâce à quoi les forces électriques qui maintiennent unis les deux ions dans une molécule sont réduites à tel point, que les chocs de l'agitation thermique suffisent à séparer ces ions ; ainsi les molécules dissociées peuvent jouer et jouent effectivement un rôle essentiel dans le fonctionnement de la vie végétale.

Premières explications

Lorsqu'on tenta d'expliquer les propriétés des liquides, on partit naturellement de ce qu'on connaissait le mieux, c'est-à-dire des gaz ; la théorie cinétique nous les représente comme formés de particules isolées, et suffisamment éloignées en moyenne pour qu'on puisse les regarder comme indépendantes. A mesure que la température s'abaisse, et que l'agitation thermique diminue, les molécules se rapprochent les unes des autres, presque jusqu'au contact ; alors interviennent des forces dues à leurs attractions mutuelles, qui se retranchent des répulsions dues aux chocs ; l'équation d'état, qui règle la relation entre le volume, la pression et la température, prend la forme indiquée par Van der Waals (1), qui s'applique à tous les fluides, c'est-à-dire aux liquides comme aux gaz, et qui explique ingénieusement le phénomène de la liquéfaction. Cette représentation s'applique aux liquides qu'on appelle *normaux*, c'est-à-dire à ceux dont les molécules, toutes pareilles, peuvent être assimilées à des petites sphères ; tel est, par exemple, le tétrachlorure de carbone CCl₄,

(1) Si on désigne par p, v, T la pression, le volume et la température absolue, par R, a et b trois constantes dont la dernière est proportionnelle au volume propre des molécules, cette équation prend la forme :

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$$

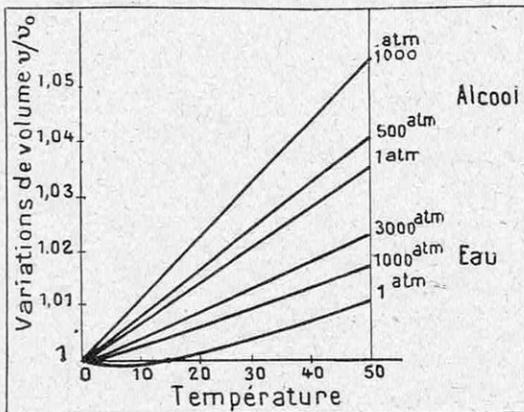


FIG. 2. — VARIATIONS DE VOLUME COMPARÉES DE L'EAU ET DE L'ALCOOL AVEC LA TEMPÉRATURE A DIVERSES PRESSIONS

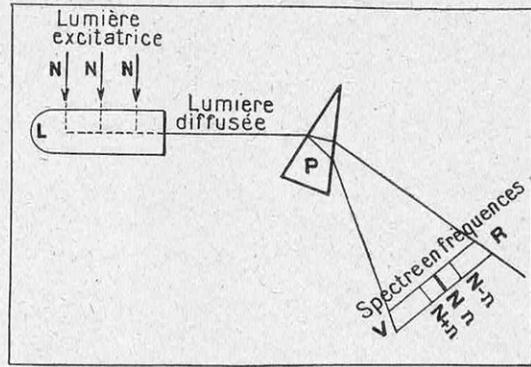


FIG. 3. — COMMENT ON MET EN ÉVIDENCE L'EFFET RAMAN

Un liquide L éclairé par une lumière monochromatique de fréquence N diffuse cette lumière vers le prisme P. Celui-ci donne un spectre où apparaissent la raie de fréquence N et deux raies de fréquences $N + n$ et $N - n$; n est indépendant de N, mais dépend seulement de la nature du liquide.

mais elle s'arrête aux frontières de la solidification, où apparaissent de nouvelles liaisons moléculaires ou intra-atomiques, dont la plupart sont d'origine électrique ; l'état cristallin, avec son organisation régulière, apparaît alors comme la représentation typique de cet état solide.

Mais si on considère les liquides anormaux, comme l'eau au voisinage de son point de congélation, cette assimilation aux gaz est nettement insuffisante, et il apparaît, à première vue, que le liquide a conservé des résidus de son état solide antérieur.

Ce point de vue trouve son expression imagée dans une hypothèse formulée par Röntgen, suivant laquelle l'eau contient alors en solution des molécules de glace ; elle en contient d'autant plus qu'elle est plus rapprochée du point de congélation ; à mesure que la température s'élève, ces molécules de glace, qui sont des associations polymoléculaires de l'eau H₂O, se dissocient ; cette représentation rend compte simplement de la plus curieuse anomalie de l'eau, à savoir son maximum de densité à 4° : comme la glace est plus légère que l'eau, la présence de ses cristaux diminue la densité du liquide ; mais, à mesure que la température s'élève, il se produit deux effets inverses ; l'un est la transformation des cristaux en eau liquide, qui alourdit l'ensemble ; le second, la dilatation normale du liquide, qui l'allège ; le premier effet prédomine jusqu'à 4°, et, au delà, c'est le second qui l'emporte.

De même, la forte chaleur spécifique de l'eau s'explique par la double nécessité

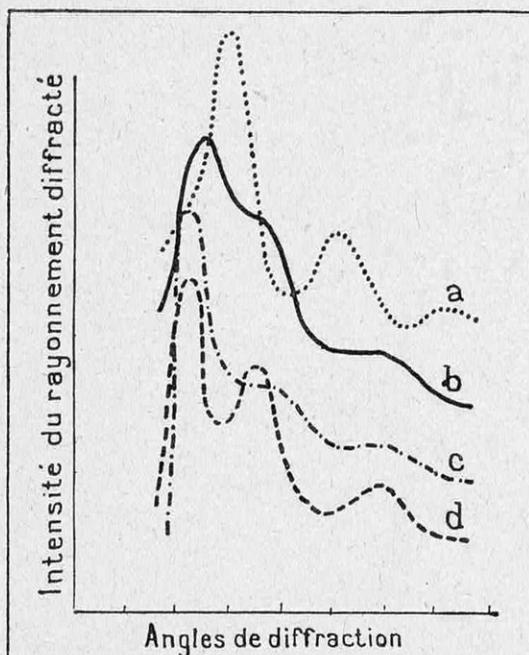


FIG. 4. — COURBES DE DIFFRACTION POUR LES RAYONS X DU TÉTRACHLORURE DE CARBONE (a), DE L'EAU (b), DU QUARTZ (c) ET DE LA TRIDYMITE (d)

La situation de la courbe de l'eau (b) entre les courbes a et c prouve que celle-ci est, à l'état liquide et au voisinage de zéro, intermédiaire entre un liquide normal (tétrachlorure de carbone, courbe a) et un corps cristallisé (courbe c).

d'élever la température et de fondre les molécules de glace qu'elle contient en dissolution ; tout se passe donc comme si la fusion continuait au-dessus de zéro. Enfin, l'accroissement de pression agit en provoquant la fusion de molécules de glace et provoque par conséquent un accroissement notable de la viscosité.

Ajoutons que l'hypothèse de Röntgen fut précisée ultérieurement par le physicien anglais Sutherland, mais cette précision porte sur les mots plus que sur les réalités : le liquide idéal, l'*hydrol*, formé de molécules isolées répondant à la formule H_2O , existe seul au-dessus de $100^\circ C$; il forme aussi les molécules de l'eau vaporisée ; mais il existe, à basse température, des polymères, comme le *dihydrol* $(H_2O)_2$, le *trihydrol* $(H_2O)_3$, et l'eau, au voisinage de zéro, n'est en définitive qu'une solution de ces polyhydrols dans l'*hydrol*.

Tout ceci forme un point de départ acceptable, mais il serait nécessaire, pour sortir du vague, d'établir la structure moléculaire de la glace dissoute, ou de ces hypothétiques polyhydrols, et le nombre des molécules pré-

sentes dans l'eau pour chaque température. Mais les efforts tentés dans cette voie n'ont jamais abouti. D'autre part, l'emploi de nouveaux moyens d'analyse a montré que la complication du problème était très supérieure à ce que Röntgen et Sutherland avaient imaginé.

Depuis 1910

Ces procédés reposent sur l'introspection moléculaire, réalisée avec diverses sources de rayonnement.

D'abord la lumière, par emploi de l'*effet Raman* (1) et du spectre d'absorption infra-rouge. Rappelons d'abord en quoi consiste le phénomène découvert par le physicien Calcutta : si on éclaire un liquide L (fig. 3) par une lumière monochromatique de fréquence N , et qu'on analyse avec un spectroscopie P la lumière diffusée latéralement par ce liquide, on obtient dans le champ RV de l'appareil une raie de fréquence N , qui correspond à la lumière diffusée ; c'est le phénomène normal ; la rencontre des ondulations lumineuses avec les molécules liquides n'a fait que changer la direction de la lumière incidente sans en modifier la nature. Mais, en outre (et c'est en cela que consiste l'effet Raman), il apparaît deux raies (2) de fréquences $N + n$ et $N - n$, situées symétriquement de part et d'autre de N (le spectre étant gradué en fréquences et non, suivant l'usage, en longueur d'onde) ;

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 193, page 48.

(2) En réalité, un plus grand nombre.

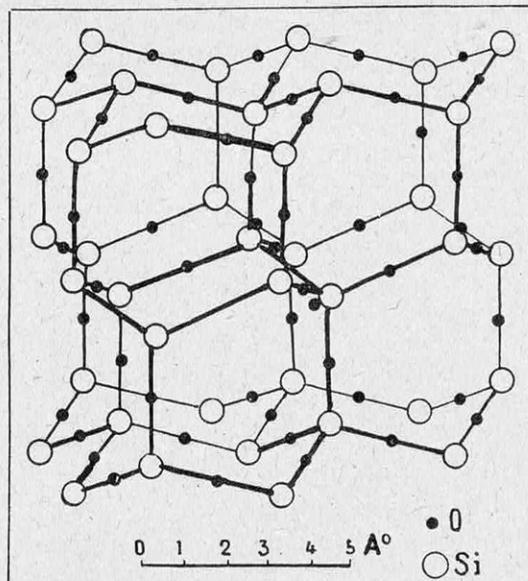


FIG. 5. — STRUCTURE DE LA TRIDYMITE, VARIÉTÉ DE SILICE CRISTALLISÉE

ces fréquences $\pm n$ sont *indépendantes* de la fréquence excitatrice N ; elles ne dépendent que de la nature du liquide L ; elles caractérisent donc son état moléculaire et, de fait, les théories modernes ont établi qu'elles étaient en relation étroite avec les mouvements de ces molécules.

Des considérations analogues s'appliquent aux spectres d'absorption infrarouge ; lorsque les photons d'une certaine fréquence, qui sont nécessairement quantifiés, entrent en résonance avec un des mouvements vibratoires de la molécule, ils sont absorbés, et la détermination des raies correspondantes nous renseigne sur ces fréquences vibratoires. Nous en verrons tout à l'heure un exemple.

Enfin, on a appliqué avec succès aux liquides les méthodes qui reposent sur la diffraction des rayons X et des rayons cathodiques. On connaît l'ingénieuse méthode d'analyse appliquée par Debye et Scherrer en Angleterre (1), par M. Trillat en France(2). Une matière cristallisée réduite en poudre, lorsqu'elle est traversée par un pinceau étroit de rayons X ou de rayons cathodiques, donne naissance à une série d'anneaux concentriques, dont les rayons successifs renseignent sur les éléments de symétrie des cristaux ; on peut appliquer la même technique aux liquides et en tirer de précieuses indications, bien que les anneaux de diffraction y soient moins nettement délimités que pour les solides cristallisés.

Ces nouvelles techniques ont été appliquées à l'eau. Voici, entre autres (fig. 4), les courbes de diffraction pour les rayons X, d'abord (courbe *a*) pour un liquide normal,

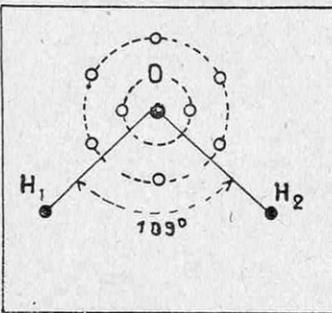


FIG. 6. — REPRÉSENTATION DE LA MOLÉCULE D'EAU

L'atome central d'oxygène (O) a capturé deux électrons des deux atomes d'hydrogène (H₁ et H₂). Ainsi, il a pris une double valence et une charge électrique négative qui lui permet de retenir les deux atomes H₁ et H₂ réduits à leurs noyaux.

qui est ici le tétrachlorure de carbone, puis pour l'eau (courbe *b*) et enfin pour deux variétés de silice cristallisée, le quartz (courbe *c*) et la tridymite (courbe *d*) ; on voit de suite que la courbe *b* se place entre *a* et *c*, ce qui

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

(2) Voir *La Science et la Vie* n° 196, page 325.

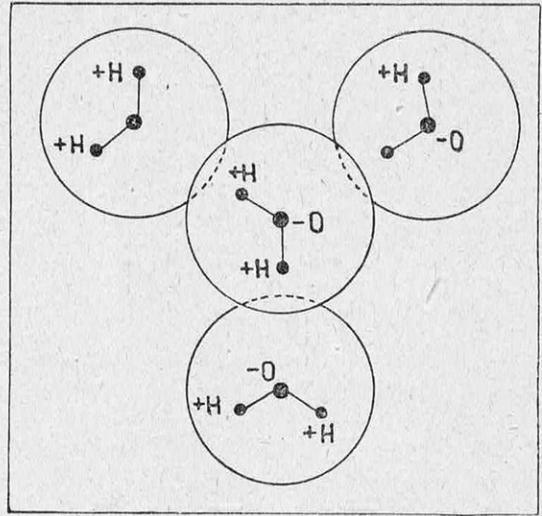
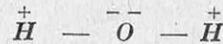


FIG. 7. — FORME TÉTRAÉDRIQUE DE L'ASSOCIATION DE MOLÉCULES D'EAU

prouve que l'eau à l'état liquide et au voisinage de zéro est intermédiaire entre un liquide normal et un corps cristallisé ; quant à la glace solide, ses propriétés diffringentes la rapprochent de la tridymite, c'est-à-dire que son réseau cristallin peut être représenté par la figure 5.

Mais les résultats les plus importants, et les plus imprévus, se rapportent à la forme de la molécule élémentaire H₂O ; ils ont été obtenus, en 1932, par une étude approfondie du spectre d'absorption infrarouge. Cette étude a mis en lumière l'impuissance du schéma admis jusq'ici :



à représenter les propriétés de la molécule d'eau ; sous cette forme, les trois atomes étant placés en ligne droite et retenus par les attractions électriques, la molécule d'eau aurait un moment électrique nul ; elle se comporterait, vis-à-vis du champ électrique, comme deux aimants identiques associés par leurs pôles de même nom (Nord-Sud)-(Sud-Nord) vis-à-vis des actions magnétiques ; elle serait donc insensible à ce champ électrique. L'observation prouve, au contraire, que la molécule d'eau doit avoir un moment électrique effectif, qu'on peut déduire de la valeur mesurée des moments d'inertie de cette molécule, obtenus eux-mêmes par la mesure de fréquence des raies d'absorption infrarouges.

Le résultat de la détermination conduit à la représentation donnée par la figure 6 : l'atome d'oxygène central a capturé deux électrons provenant des deux atomes d'hy-

drogène, il a pris ainsi une double valence et une charge électrique négative qui lui permet de retenir les deux atomes d'hydrogène H_1 et H_2 , réduits aux protons positifs qui forment leurs noyaux. Dans la molécule ainsi formée, on a même pu déterminer les distances des constituants : $0,98 \times 10^{-8}$ cm pour OH_1 et OH_2 ; $1,8 \times 10^{-8}$ pour $H_1 H_2$; d'où il résulte que l'angle $H_1 OH_2$ est égal à 109° .

Grâce à cette structure, les molécules d'eau possèdent un moment électrique qui leur permet de s'accrocher les unes aux autres pour former des molécules plus complexes. Remarquons que cet angle de 109° est précisément celui que forment les directions allant, dans un tétraèdre régulier, du centre aux quatre sommets. Ceci nous aide à comprendre pourquoi la forme tétraédrique prédomine dans ces associations (fig. 7), comme dans la silice cristallisée sous forme de quartz, tandis que la structure cristalline de la glace solide est analogue à celle de la tridymite; ces résultats modifient profondément la théorie de Röntgen, exposée plus haut.

Tout cela est évidemment assez complexe; mais plus on approfondit les phénomènes

naturels, plus ils paraissent compliqués, et la simplicité de certaines explications a pour raison leur inexactitude. Peut-être serait-on contraint, pour comprendre la structure réelle des liquides anormaux, de renoncer aux analogies avec les états gazeux ou solide, et de recourir, avec Stewart, à la notion plus lâche d'*essaim*, qui caractériserait l'*état cybotactique*: un essaim serait un groupement, pouvant comprendre plusieurs centaines de molécules; à chaque instant, des molécules y pénètrent et d'autres en sortent, mais la structure générale ne se modifie pas sensiblement; cet essaim peut seulement exécuter des mouvements d'ensemble autour de sa position d'équilibre. Il est évident que cette notion nouvelle est assez élastique pour se prêter à l'explication de tous les cas qui peuvent se présenter, et même de ceux qui ne se présentent pas. Dès lors, on est fondé à se demander si elle est capable de rendre les services qu'on exige de toute théorie, et qui sont sa justification.

L. HOULLEVIGUE.

Les lecteurs que ces problèmes intéressent en iront avec profit un exposé plus complet publié par M. Pierre Rouard, dans les *Mémoires de la Société scientifique de Marseille*.

Le Congrès des Carburants nationaux qui s'est tenu à Lyon il y a quelques mois a attiré à nouveau l'attention des techniciens des services publics sur le rôle important que pourrait être appelée à jouer l'électricité dans une organisation rationnelle des transports urbains et suburbains. On sait qu'un décret-loi du 17 juin 1938 faisait une obligation aux entreprises d'équiper 10 % de leurs véhicules de dispositifs utilisant une « force motrice nationale », dont un arrêté ministériel longtemps attendu devait préciser la nature. On peut se demander si l'électricité est bien un carburant national au sens « législatif » du mot et au même titre que l'alcool, le gaz de bois (gazogènes à bois et à charbon de bois) et le gaz de gadoues. De ce point de vue national, l'énergie électrique — tout au moins celle d'origine hydraulique — présente de toute évidence une importance capitale pour notre économie, car les ressources hydrauliques françaises sont fort abondantes. Cette énergie nationale sera certainement appelée à jouer un rôle important dans la traction mécanique sous toutes ses formes. *La Science et la Vie* a montré récemment l'état actuel de l'électrification des chemins de fer, qui se poursuit lentement mais sûrement. Elle s'impose en effet sur les lignes à grande circulation, où les importantes dépenses de premier équipement s'amortissent vite. Il semble que l'électrification des lignes secondaires serait non moins intéressante, car les facilités d'accélération et de décélération permettraient, malgré des arrêts fréquents, de maintenir une vitesse moyenne appréciable. Sur route, les véhicules à accumulateurs, malgré leur poids, conviendraient aux transports en commun, services de voirie, services de livraison à arrêts fréquents et parcours limités. Enfin, on peut s'étonner que le trolleybus n'ait pu trouver jusqu'à ces derniers temps en France, pour les transports hors des grandes agglomérations, le même succès qu'en Angleterre et aux États-Unis, pour ne citer que ces deux pays où ils sont particulièrement nombreux.

LE NOUVEAU RECORD ABSOLU DE VITESSE : 755 KM/H SUR AVION TERRESTRE

Par René MAURER

De 709 km/h, le record absolu de vitesse a été porté récemment à 755 km/h. L'appareil le plus rapide n'est plus aujourd'hui l'hydravion Macchi de l'Italien Agello, mais l'avion Messerschmitt de l'Allemand Wendel. Deux constatations s'imposent : d'abord que l'appareil du type terrestre a reconquis pour la réalisation des grandes vitesses sa suprématie sur l'hydravion, qu'il avait perdue depuis 1927 ; ensuite qu'il a fallu quatre ans pour battre le record d'Agello, ce qui donne une idée de la somme et de l'importance des problèmes techniques de tous ordres qui ont dû être résolus. C'est incontestablement à la mise au point et à l'adoption des dispositifs hypersustentateurs (augmentant la portance aux faibles vitesses pour l'atterrissage et le décollage) que sont dus avant tout les progrès actuels de l'aviation, en particulier dans le domaine de la vitesse, car ils ont seuls rendu possibles l'envol et la prise de contact avec le sol des appareils les plus rapides à une vitesse suffisamment réduite. De substantiels perfectionnements ont été également obtenus dans le tracé des profils d'ailes, dans la réduction des résistances à la pénétration dans l'air (trains d'atterrissage éclipçables, carénage des moteurs, suppression des haubanages, etc.) et des résistances de frottement (poli des surfaces), dans la technique du refroidissement des moteurs (éthyl-glycol), etc. L'avion de record moderne, qui est un avion de chasse « poussé », rassemble, portée chacune à l'extrême limite actuellement accessible, toutes ces conquêtes de détails de la technique aéronautique. Cependant, alors que l'hydravion d'Agello, par la perfection même de sa réalisation, marquait l'aboutissement d'une formule et apparaît encore aujourd'hui difficile à surpasser, l'avion de Wendel ne constitue à coup sûr qu'une étape dans l'évolution des constructions aériennes. Chacune de ses caractéristiques est susceptible de recevoir des améliorations sensibles, et c'est pourquoi nous allons sans doute voir reprendre à brève échéance la course aux records de vitesse, interrompue pendant quatre années, vers les 1 000 km/h qui, d'après les techniciens les plus qualifiés, semblent constituer la limite imposée par l'aérodynamique et la thermodynamique aux modes actuels de sustentation et de propulsion.

LE record du monde de vitesse détenu depuis quatre ans et demi par l'Italie, avec 709,209 km/h, vient d'être battu deux fois en moins d'un mois par des aviateurs allemands.

Le 30 mars 1939, Hans Dieterlé, sur monomoteur *Heinkel He 112 U* à moteur *Daimler Benz DB 601*, parcourait quatre fois la base réglementaire de 3 km à la moyenne de 746,604 km/h, élevant de 35 km/h le record du monde de vitesse toutes catégories (1) et de 136 km/h le record international de vitesse pour avions (classe C) (2).

Le 27 avril 1939, Fritz Wendel, sur mono-

moteur *Messerschmitt Bf 113 R* à moteur *Daimler Benz DB 601*, élevait les records de son compatriote à 755,110 km/h.

Il est vraisemblable que la succession de ces deux performances à un aussi faible intervalle de temps n'est pas le fait d'une coïncidence, mais bien une manifestation concertée dans un but de propagande, dont il est superflu de souligner l'exceptionnelle valeur et qui eût été plus frappante encore si le mauvais temps n'avait retardé la tentative de Wendel.

Notons encore que la seconde performance dépasse la première de 8,506 km/h, c'est-à-dire d'une valeur à peine supérieure à celle qu'exigent les règlements de la Fédération Aéronautique internationale pour l'homologation (8 km/h).

Les avions allemands des records de vitesse

Sur les avions utilisés, aucun renseignement précis n'a été publié jusqu'ici. On sait

(1) Etabli par Francesco Agello sur hydravion *Macchi MC 72* à moteur *Fiat AS 6*, le 23 octobre 1934, avec 709,209 km/h, record qui subsiste sur les tables de la Fédération Aéronautique Internationale comme record international de vitesse pour hydravions (classe C bis).

(2) Etabli par Hermann Wurster sur avion *Messerschmitt Bf 113 R* à moteur *Daimler Benz DB 600*, le 11 novembre 1936, avec 610,950 km/h.

seulement qu'ils dérivent de monoplaces de chasse connus.

Le *Heinkel He 112 U* de Dieterlé détient déjà le record international de vitesse sur 100 km, porté le 5 juin 1938 par le général Ernst Udet à 634,320 km/h. Il dérive du monoplace de chasse *Heinkel He 112* que nos lecteurs connaissent déjà (1).

Le *Heinkel He 112* est un monoplane à aile basse de construction entièrement métallique. L'aile dessine un W aplati.

Des volets hypersustentateurs garnissent toute la partie du bord de fuite non occupée par les ailerons de gauchissement. Le fuselage est de section ovale et de construction monocoque (2). Le train d'atterrissage est escamotable. L'armement comprend deux mitrailleuses fixes tirant à travers le champ de l'hélice, deux canons-mitrailleuses montés à la base des tronçons latéraux de l'aile et deux berceaux contenant chacun six bombes de 10 kg installés dans la partie de l'aile en avant des volets de courbure. Le moteur est un *Junkers « Jumo » 210* de 700 ch

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 257, page 336.

(2) Charpente rigide sans raidisseurs ni haubanage, constituée de couples transversaux et de lisses longitudinales, et entourée d'un revêtement métallique.

refroidi par liquide, à 12 cylindres disposés en V inversé. L'envergure du *He 112* est de 9,20 m, son poids en ordre de vol de 2 230 kg, sa vitesse maximum de 490 km/h.

Pour autant qu'on peut en juger par l'examen des quelques photographies publiées jusqu'à présent et dont l'une est reproduite figure 2, l'avion du record diffère de l'avion de série par différents points. D'abord l'adaptation du moteur *Daimler Benz DB 601* de 33,9 litres de cylindrée à la place du *Junkers « Jumo »* de 19,7 litres lui donne un avant plus lisse, mais aussi plus renflé et prolongeant moins régulièrement le cône de l'hélice ; les dièdres de l'aile sont moins accusés ; la partie supérieure du fuselage, au lieu de s'incurver en arrière du poste de pilotage, dessine une ligne droite jusqu'à la naissance de la dérive ; le train d'atterrissage, au lieu de s'escamoter vers l'extérieur, prend naissance plus loin du fuselage et s'escamote vers l'intérieur, ménageant dans sa position basse une voie plus large.

Cependant, on ne possède aucun renseignement sur les solutions respectivement adoptées pour annuler le couple de renversement dû à la rotation de l'hélice et pour

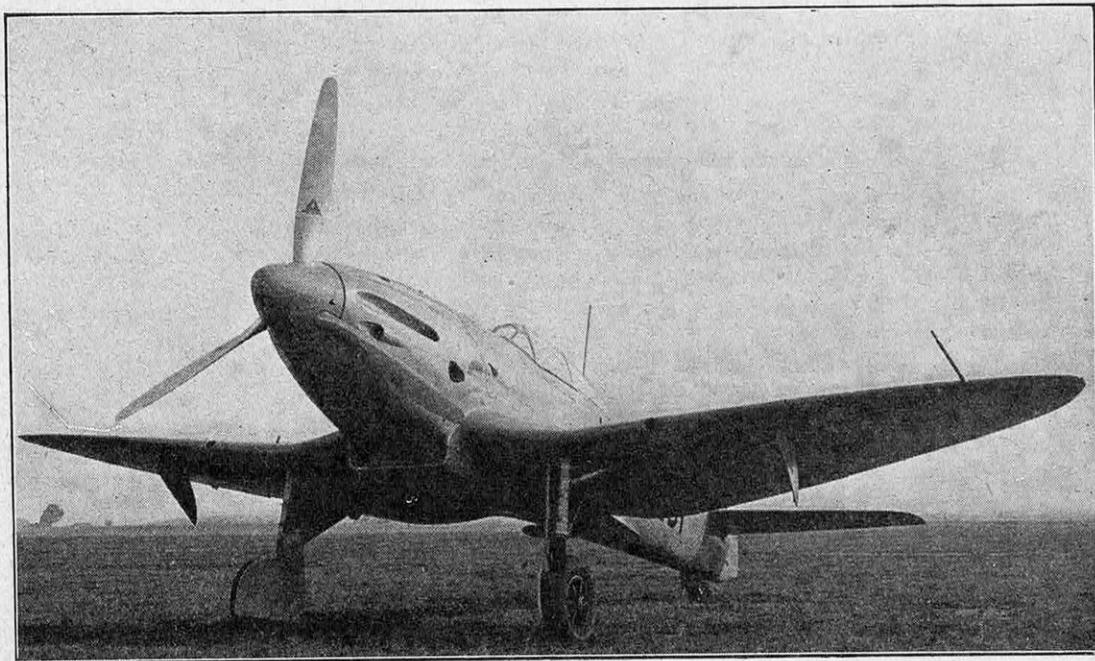


FIG. 1. — LE MONOPLANE DE CHASSE « HEINKEL HE 112 »

Cet appareil, monoplane de construction entièrement métallique à train d'atterrissage escamotable, est équipé d'un moteur *Junkers « Jumo » 210 E 700 ch*, refroidi par liquide et de 19,7 litres de cylindrée. Son armement comprend deux mitrailleuses, deux canons-mitrailleuses et des berceaux pour 120 kg de bombes. Envergure, 9,20 m ; poids à vide, 1 600 kg ; poids en ordre de vol, 2 230 kg. Vitesse maximum, 485 km/h ; vitesse de croisière, 445 km/h ; montée à 1 000 m en 1 mn 2 s ; plafond, 8 500 m ; rayon d'action 1 100 km.

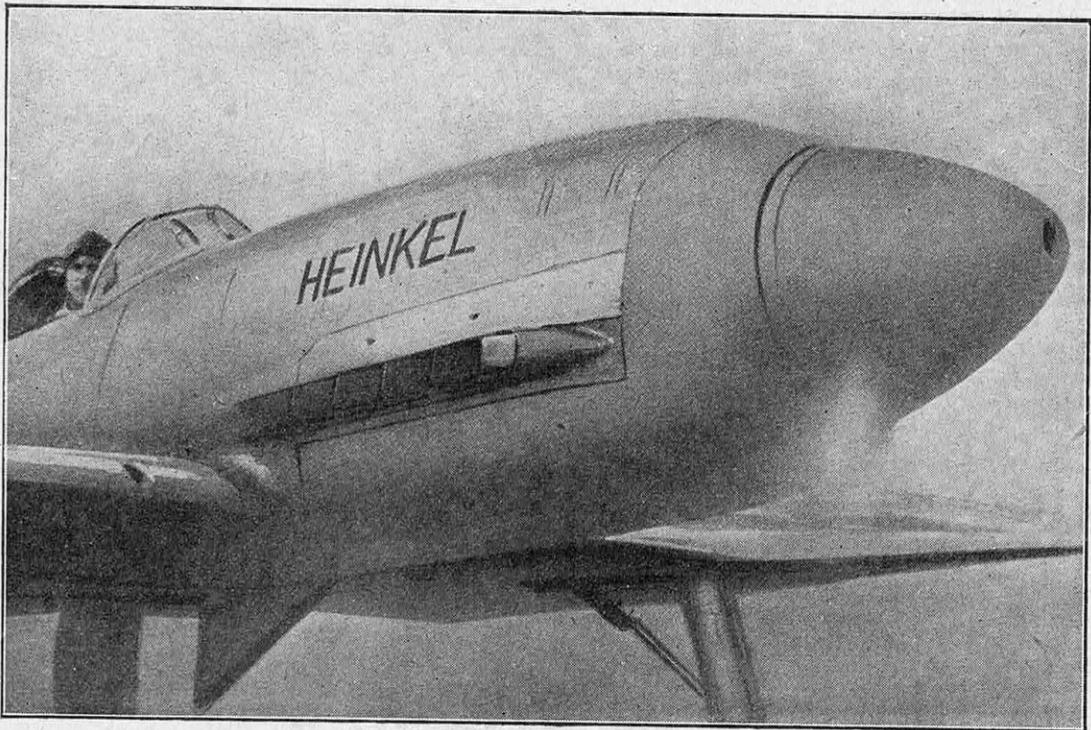


FIG. 2. — L'AVION DE RECORD « HEINKEL HE 112 U »

Cet appareil, grâce auquel Hans Dieterlé a élevé, le 30 mars dernier, le record du monde de vitesse à 746,604 km/h, dérive du monoplace de chasse He 112. Il est équipé d'un moteur Daimler-Benz D B 601 d'environ 1 800 ch et de 33,9 litres de cylindrée. Noter que le radiateur, visible sur la figure 1, n'apparaît pas sur le document ci-dessus et que le train d'atterrissage, de voie plus large, se rétracte vers l'intérieur, à l'inverse de l'avion de série.

assurer le refroidissement. Les documents photographiques laissent seulement percevoir une légère saillie asymétrique à l'« emplanture » de l'aile droite et ne révèlent pas la présence des radiateurs. Un évent de vapeur (visible sur la figure 2) sortant du bord d'attaque laisse présumer un refroidissement par vaporisation, total ou partiel, avec utilisation du bord d'attaque comme condenseur.

Le Messerschmitt Bf 113 R de Wendel, déjà utilisé lors du record de Wurster, était cette fois équipé d'un moteur Daimler Benz DB 601 à la place d'un DB 600 qui développait environ 750 ch de moins. L'appareil dérive du monoplace de chasse Messerschmitt Bf 109 construit en grande série pour l'armée de l'air allemande.

Le Messerschmitt Bf 109 est, comme le Heinkel He 112, un monoplan à aile basse de construction métallique, avec revêtement travaillant assemblé par rivets à tête noyée. L'aile est de section décroissante et de forme trapézoïdale avec bords marginaux presque droits. Les volets hypersustentateurs, qui

occupent toute la partie du bord de fuite non occupée par les ailerons, possèdent des renfures dans la partie qui correspond aux radiateurs d'huile, en sorte qu'ils obturent les radiateurs lorsqu'on les braque. Le bord d'attaque de l'aile est garni de fentes du type *Handley Page*. Le fuselage est de section ovale et de construction monocoque. Le train d'atterrissage s'escamote latéralement dans l'intrados de l'aile. Le moteur est soit un Junkers « Jumo » 210 de 700 ch, soit un Daimler Benz DB 600 de 950 ch. Les caractéristiques, performances et détails d'armement n'ont pas encore été publiés bien que l'appareil ait fait ses premières apparitions en juillet 1937.

En ce qui concerne l'avion de record, la seule photographie publiée jusqu'ici, celle que nous reproduisons figure 4, laisse apercevoir un avant plus renflé que celui de l'appareil de série, comme dans le cas du He 112 U ; un empennage vertical cruciforme, rappelant celui des hydravions italiens de la Coupe Schneider (1) et portant une roue de queue à sa partie basse.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 92.

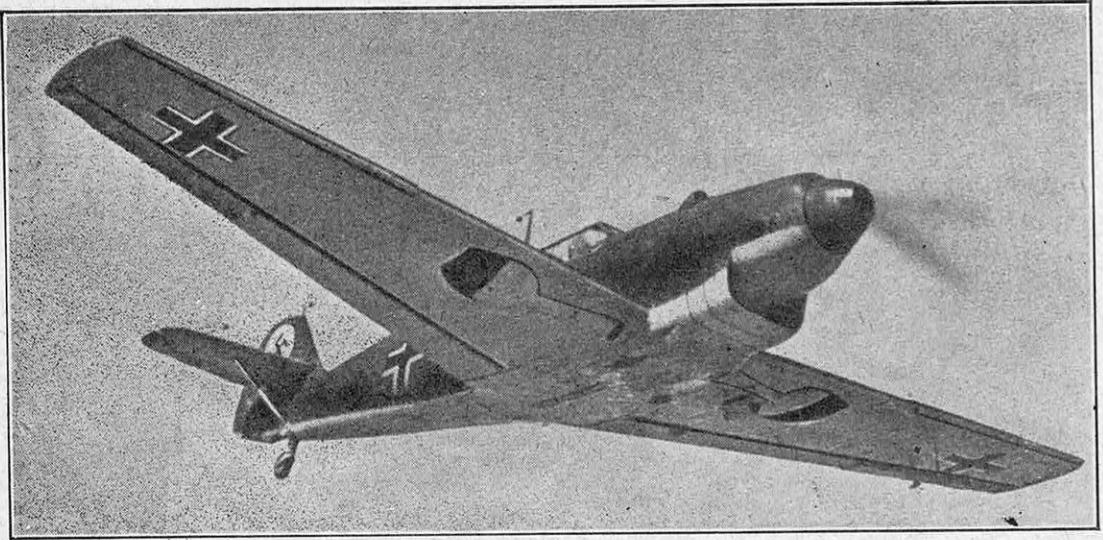


FIG. 3. — LE MONOPLANE DE CHASSE « MESSERSCHMITT Bf 109 »

Construit en série pour la Luftwaffe, ce monoplane métallique à train rentrant est équipé soit d'un moteur Junkers « Jumo » 210 de 700 ch, soit d'un Daimler Benz DB 600 de 950 ch. Les détails d'armement, caractéristiques et performances, sont secrets. Sa vitesse maximum dépasse certainement 500 km/h.

Quant au moteur *Daimler Benz DB 601* spécial utilisé, c'est un moteur refroidi par liquide, à 12 cylindres en V inversé, analogue à celui qui était exposé au dernier Salon de Paris. Il figure pour 1 175 ch sur les documents allemands et les tables de la Fédération Aéronautique internationale, mais il développe plus vraisemblablement 1 800 ch au régime de 3 500 t/mn contre 1 150 ch à 2 400 t/mn pour le *DB 601* normal. Là

encore, le secret subsiste puisqu'on ignore si l'alimentation des cylindres se fait par mélange préalable dans des carburateurs, suivant la méthode orthodoxe la plus générale, ou si elle a lieu par injection, cette injection d'air et de combustible pouvant se faire soit dans la tubulure venant du compresseur, soit, — et c'est la solution qui nous paraît la plus probable, — directement dans les cylindres du moteur.



FIG. 4. — L'AVION DE RECORD « MESSERSCHMITT Bf 113 R »

Cet appareil a permis à Fritz Wendel de porter, le 27 avril dernier, le record du monde de vitesse à 755,110 km/h. Il dérive du monoplane de chasse Bf 109 dont il diffère surtout par la forme des empennages, cruciformes ici, orthodoxes sur l'avion de série. Le moteur est un Daimler Benz DB 601 identique à celui du Heinkel He 112 U.

Comment furent contrôlés les records allemands

Pour qu'un record de vitesse puisse être homologué, il faut que les organisateurs de la tentative aient observé les prescriptions spéciales qui figurent au Code sportif de la Fédération Aéronautique internationale, prescriptions dont l'essentiel peut s'énoncer ainsi : « La base officielle de 3 km (définie elle-même longuement par le Code sportif) doit être parcourue deux fois dans chaque sens au cours du même vol, à une hauteur sensiblement constante qui ne doit pas dépasser 75 m pour les avions et 150 m pour les hydravions, cette hauteur devant être celle de l'appareil 500 m avant l'entrée en base. L'altitude maximum, du départ à l'atterrissage, ne doit pas dépasser 400 m. Les altitudes sont vérifiées par observateurs

(sur avions témoins) et barographes enregistreurs. La moyenne arithmétique des vitesses mesurées pendant les quatre passages donne la vitesse du record. »

La limitation de l'altitude a pour but d'empêcher le pilote d'augmenter sa vitesse en faisant précéder son entrée en base d'un élan en piqué amorcé quelque 1 000 m plus haut, comme cela se faisait jadis et comme cela se pratique encore dans les *speed dashes* des meetings américains.

Au cours des tentatives contre les records

de vitesse, la partie la plus importante du contrôle est bien évidemment la mesure, la plus précise possible, des temps de parcours grâce auxquels on pourra calculer les vitesses. Le principe de la méthode utilisée dans ce but est connu (1). Il consiste à dis-

poser aux deux extrémités de la base deux appareils cinématographiques synchronisés qui enregistrent simultanément sur la pellicule l'image du pylône et celle d'un chronographe. La comparaison des chiffres lus en regard des images, montrant respectivement l'avion franchissant le pylône de départ et le pylône d'arrivée, permet de mesurer le temps de parcours et par suite la vitesse.

Fondée sur ce principe, l'installation de la maison *Askania*, utilisée lors des tentatives allemandes, se caractérise par une réalisation particulièrement minutieuse.

Au droit de chaque massif

de maçonnerie limitant réglementairement la base, sont disposées, dans l'ordre, deux colonnes verticales parallèles faisant office de guidon, une colonne servant de cran de mire et un appareil cinématographique. Ce dernier peut prendre 100 images à la seconde ; le champ de son objectif découpe, sur le plan de la trajectoire, un rectangle de 120 m sur 90 m. En même temps que l'image du ciel où passe l'avion, il enregistre des hachures espacées de 1/500 de seconde,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 100.

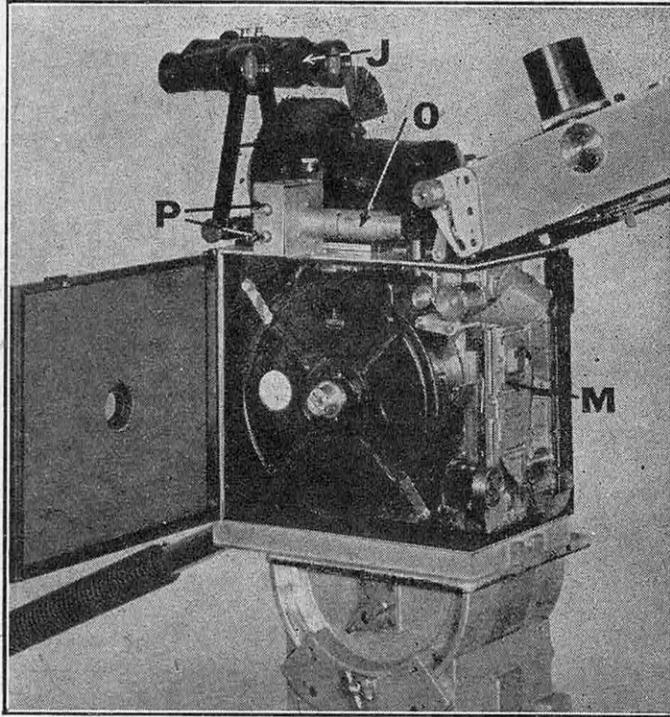


FIG. 5. — L'APPAREIL CINÉMATOGRAPHIQUE « ASKANIA » QUI A ÉTÉ UTILISÉ POUR LE CONTRÔLE DES RÉCENTS RECORDS DE VITESSE ÉTABLIS EN ALLEMAGNE

Disposé à chaque extrémité de la base réglementaire, cet appareil enregistre simultanément sur la même pellicule l'image du ciel où passe l'avion, à la cadence de 100 vues à la seconde, et les battements d'un oscillographe espacés de 1/500 de seconde. Sur le document ci-dessus, on distingue : J, une paire de jumelles pour le réglage en direction ; O, l'appareil récepteur assurant l'inscription sur le film des battements de l'oscillographe (la prise de courant P permet de relier l'appareil à l'oscillographe central) ; M, le mécanisme d'entraînement du film.

AVIONS			
Dates	Pilotes	Vitesses	Appareils
		Km/h	
7- 2-20	Sadi-Lecointe ...	275,862	<i>Nieuport-Delage</i>
28- 2-20	Jean Casale	283,864	<i>Spad</i>
9-10-20	De Romanet ...	292,682	—
10-10-20	Sadi-Lecointe ..	296,694	<i>Nieuport-Delage</i>
20-10-20	—	302,529	—
4-11-20	De Romanet ...	309,012	<i>Spad</i>
12-12-20	Sadi-Lecointe ..	313,043	<i>Nieuport-Delage</i>
26- 9-21	—	330,275	—
21- 9-22	—	341,233	—
13-10 22	B. G. Mitchell..	358,836	<i>Curtiss</i>
15- 2-23	Sadi-Lecointe ..	375	<i>Nieuport-Delage</i>
29- 3-23	Lt Maughan ...	380,751	<i>Curtiss</i>
2-11-23	Lt Brow	417,078	—
4-11-23	Lt Williams ...	429,025	—
11-12-24	Adj. Bonnet ...	448,171	<i>Bernard S I M B</i>
HYDRAVIONS			
28-12-22	A. Passaleva ...	280,155	<i>Savoia Marchetti</i>
25-10-24	Lt Cuddihy	302,684	<i>Curtiss</i>

TABLEAU I. — RECORDS DE VITESSE EN AVION ET EN HYDRAVION, ÉTABLIS DE 1920 A 1934

électriquement produites par un oscillographe qu'actionne un chronomètre de haute précision. Le même oscillographe transmettant ses battements aux deux appareils cinématographiques, la synchronisation des hachures est donc parfaite. Les opérateurs, tenus par téléphone au courant de la position de l'avion, mettent les appareils en marche quelques secondes avant son arrivée devant le premier pylone.

Ajoutons que si l'avion vole à 750 km/h, on a de lui une image tous les deux mètres et un battement d'oscillographe tous les 40 cm, ce qui donne une idée de la précision avec laquelle la vitesse peut être soumise à l'homologation.

Les étapes du record de vitesse depuis 1918

Si l'on examine les résultats des compétitions et des tentatives de record, on peut diviser l'histoire du record de vitesse depuis la guerre en trois périodes.

La première va de 1919 à

1924 (tableau I). Les « racers » sont alors des avions de chasse qui vont en s'affinant et en s'allégeant, depuis le *Spad XX*, avec lequel Sadi Lecointe remporte la Coupe Deutsch de 1919 à 247 km/h, jusqu'au monoplane *Bernard*, équipé d'un moteur Hispano-Suiza de 600 ch, qui, piloté par l'adjudant Bonnet (1), atteint 448 km/h. Ce record tiendra debout sept ans, ce qui constitue également un record.

La deuxième période s'étend de 1925 à 1934 (tableau II). C'est le règne de l'hydravion réservé aux gros et moyens porteurs, demeuré jusque là fort en retard, (en 1912, la Coupe Schneider est remportée à 72 km/h). En 1924, le record de vitesse pour hydravion ne dépassait pas 302 km/h, soit 146 km/h de

moins que le record pour appareils terrestres. Mais ces derniers sont handicapés du fait

(1) Tué le 14 août 1929 en s'entraînant pour la Coupe Schneider.

AVIONS			
Dates	Pilotes	Vitesses	Appareils
		Km/h	
30-11-31	Lowell Bayles(1)	452,200	<i>Gee Bee « Super Sporster »</i>
3- 9-32	J. Doolittle	473,820	—
4- 9-33	J. Wedell	490,800	<i>Wedell Williams</i>
25-12-34	R. Delmotte ...	505,848	<i>Caudron C 460</i>
HYDRAVIONS			
13- 9-25	Biard	364,924	<i>Supermarine S 4</i>
25-10-25	J. Doolittle	395,439	<i>Curtiss</i>
17-11-26	De Bernardi ...	416,618	<i>Macchi M 39</i>
4-11-27	—	479,290	<i>Macchi M 52</i>
30- 3-28	—	512,776	—
4-11-28	D'Arcy Greig (1)	514,188	<i>Supermarine S 5</i>
10- 9-29	Stainforth	541,100	<i>Gloster VI</i>
12- 9-29	Orlebar	575,700	<i>Supermarine S 6</i>
13- 9-31	Stainforth (1) ..	610,010	<i>Supermarine S 6 B</i>
29- 9-31	—	655	—
10- 4-33	F. Agello	682,078	<i>Macchi M 72</i>
23-10-34	—	709,209	—

(1) Ne figure pas au palmarès officiel de la F. A. I.

TABLEAU II. — RECORDS DE VITESSE EN AVION ET EN HYDRAVION ÉTABLIS DE 1931 A 1934

que la vitesse d'atterrissage augmente en même temps que la vitesse maximum. Du fait qu'on ne connaît, à cette époque, aucun moyen de freiner l'appareil avant la prise de contact, on redoute avec juste raison une arrivée au sol à quelque 160 ou 180 km/h. Pour l'hydravion, au contraire, non seulement l'eau « cède » à la prise de contact et autorise une arrivée plus rapide, mais encore il est aisé de trouver des plans d'eau parfaits de grandes dimensions. Dès 1926, avec l'appareil italien *Macchi M 39*, l'hydravion de course a pris sa physionomie définitive : monomoteur monoplane à aile basse, porté par deux flotteurs en catamaran. En novembre 1927, de Bernardi sur *Macchi M 52* bat le record toutes catégories de Bonnet. Bien que les trois victoires successives de la Grande-Bretagne en 1927, 1929 et 1931 aient mis fin à la Coupe Schneider, le travail ne s'en est pas moins poursuivi en Italie jusqu'en

1934, où Agéilo, sur *Macchi M 72* (1), établit avec 709,209 km/h son fameux record.

Pendant ce temps, les Etats-Unis, retirés de bonne heure de la Coupe Schneider, se tournent vers l'organisation plus spectaculaire des meetings. Ceux-ci, organisés d'abord dans des villes diverses, puis annuellement depuis 1931 à Cleveland, provoquèrent la création de coupes diverses, telles que le *Thompson Trophy* (toutes catégories) en 1930, le *Bendix Trophy* (transcontinental) en 1931 et le *Greve Trophy* (cylindrée limitée) en 1934. Ces meetings, qui ont pris le nom de *National Air Races*, durent plusieurs jours. A côté de compétitions pour avions de transport et avions militaires, les principales courses de ces meetings réunissent la participation de sportifs qui pilotent soit des avions de leur construction, soit des avions de marques spécialisées telles que *Laird*, *Keith Ryder*, *Gee Bee* ou *Wedell Williams*. C'est ainsi qu'on y voit des moteurs de 900 ch montés sur des avions de 5 m d'envergure et des vitesses de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 194, page 93.

450 km/h atteintes sur des avions pesant moins d'une tonne. Ce fut sur un de ces dangereux engins que fut battu le record des terrestres de l'adjudant Bonnet.

La seconde Coupe Deutsch de la Meurthe (1) créée en 1932, a permis la réalisation des merveilleux petits *Caudron* bleus de M. Marcel Riffard dont l'un devait battre le record international de vitesse à la fin de 1934 (2).

La troisième période va de 1935 à 1939. Après le record d'Howard Hughes, *Caudron*, en France, décide la construction d'un avion susceptible de dépasser 600 km/h, le *C 712*, et, le 30 avril 1937, Delmotte s'envole à la conquête du record. Malheureusement, alors

qu'il vole à 620 km/h, la détérioration des plans de queue oblige Delmotte à sauter en parachute. Le *C 712* détruit n'a pu être reconstruit et maintenant le record semble hors de sa portée.

C'est à cette époque qu'apparaît, comme engin de vitesse, le bimoteur porteur de 500, 1 000 et 2 000 kg :

l'Italien Furio Niclot, sur un bimoteur de bombardement *Bréda 88* parcourt, en 1937, 100 km à 517 km/h de moyenne. Avec les succès du *Dornier Do 17* au meeting de Zurich et les records du *Heinkel He 111* et du *Bréda 88* à la fin de 1937, le bombardier tend à rattraper le chasseur, d'où une situation para-

(1) Voir *la Science et la Vie*, n° 194, page 98. D'éminents spécialistes conseillèrent à M^{lle} Deutsch de la Meurthe de limiter la cylindrée et d'augmenter la distance à parcourir, ce qui devait rapprocher l'avion de compétition des besoins courants. On reprochait, en effet, à la Coupe Schneider d'engloutir des millions sans utilité pratique ; c'est cependant à elle que la Grande-Bretagne doit son avion de chasse « *Spitfire* » (réceptionné à 580 km/h), dû à R.-J. Mitchell, l'auteur des hydravions gagnants, ainsi que son moteur *Rolls Royce « Merlin »* qui équipe la majorité des avions de première ligne actuels de la *Royal Air Force* et qui dérive directement du moteur de course *Rolls Royce R* encore utilisé aujourd'hui par Eyston sur son automobile de record.

(2) En 1936, Détréyat, avec un avion type Coupe Deutsch, part pour les Etats-Unis et remporte les deux principales coupes des *National Air Races*, dont le *Thompson Trophy* où il devance des appareils d'une cylindrée quadruple,

AVIONS

Dates	Pilotes	Vitesses	Appareils
		Km,h	
13- 9-35	Howard Hughes	567,115	<i>Hughes Spécial</i>
11-11-36	H. Wurster....	610,950	<i>Messerschmitt Bf 113 R</i>
5- 6-38	E. Udet (1)....	634,320	<i>Heinkel He 112 U</i>
30- 3-39	H. Dieterlé....	746,604	<i>Messerschmitt Bf 113 R</i>
27- 4-39	F. Wendel....	755,110	<i>Heinkel He 112 U</i>

(1) Moyenne sur 100 km.

TABLEAU III. — RECORDS DE VITESSE EN AVION, DE 1935 A 1939. LE RECORD EN HYDRAVION DEMEURE CELUI DE 1934

doxale : pour que le chasseur garde un semblant d'intérêt, il doit pouvoir tourner autour de l'adversaire gros porteur, sinon, comme l'éventualité de combat entre chasseurs disparaît peu à peu en même temps qu'augmentent les vitesses, il devient inutile. On assiste alors à un renouveau de l'avion de chasse : *Hawker « Hurricane »*

L'évolution de la technique, du Macchi de 1934 aux avions allemands de 1939

Nous avons vu pourquoi, de 1925 à 1934, l'appareil de vitesse devait, par suite des exigences de l'écart entre les vitesses maximum et minimum, appartenir au type hydravion. Pour accroître la vitesse, il fallait aug-

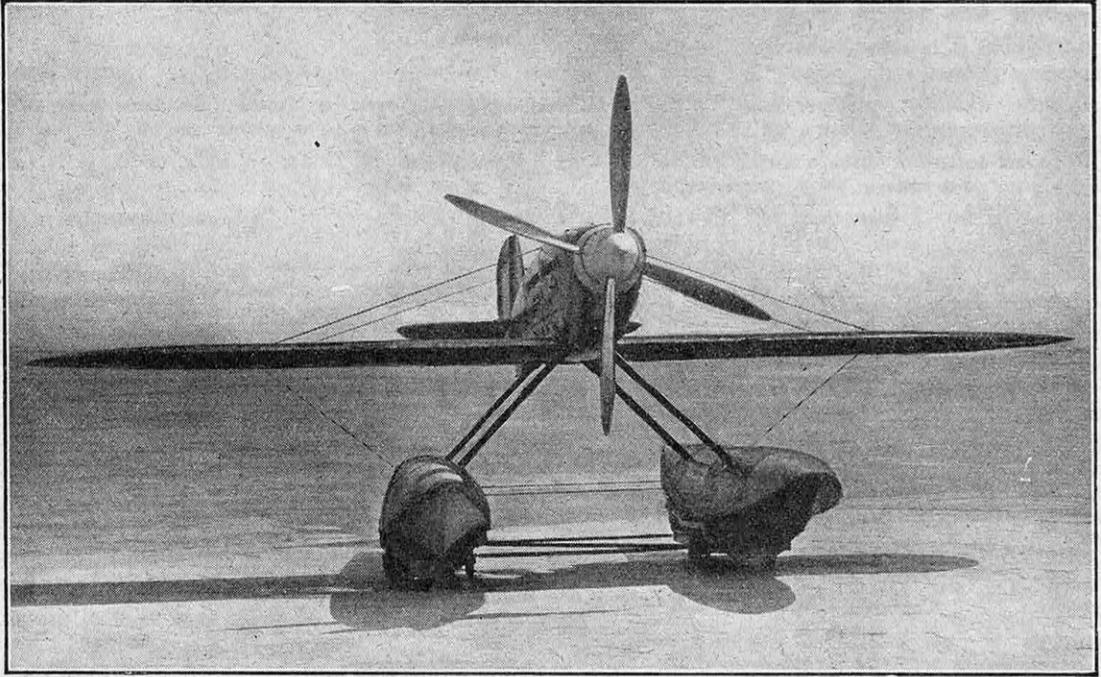


FIG. 6. — LE « MACCHI MC 72 » D'AGELLO (1933)

Cet hydravion, dû à M. Castoldi, construit en vue de la Coupe Schneider 1931, pour laquelle il ne put être prêt à temps, battit deux fois le record du monde de vitesse : le 10 avril 1933 avec 682,078 km/h, et le 23 octobre 1934 avec 709,209 km/h. Un autre exemplaire, équipé d'un moteur moins poussé et réservoir plus grand, permit au lieutenant-colonel Cassinelli d'élever, le 8 octobre 1933, le record sur 100 km à 629,370 km/h, et au capitaine Scapinelli de gagner la Coupe Blériot en parcourant, le 23 octobre 1933, 327,636 km, à la moyenne de 619,374 km/h. La construction du MC 72 est mixte : métallique pour l'aile, métal et bois pour le fuselage et les flotteurs (ces derniers contenant les réservoirs d'essence). Le moteur, dû à M. Zerbi, est un Fiat AS 6, développant 2 800 ch à 3 200 tours/mn ; il est composé de deux groupes de 12 cylindres en V réunis par un démultiplicateur double à axes concentriques ; les deux arbres d'hélices tournent l'un dans l'autre, actionnant des hélices bipales à pas variable tournant en sens inverse, ce qui annule le couple de renversement. Voici quelques unes de ses caractéristiques : envergure, 9 m 60 ; poids à vide, 2 500 kg ; poids en ordre de vol, 3 025 kg.

et *Supermarine « Spitfire »* en Grande-Bretagne ; *Seversky P 35* et *Curtiss P 36, P 37, P 40* aux Etats-Unis ; *Dewoitine D 520* et *Arsenal* en France ; *Heinkel He 112* et *Messerschmitt Bf 109* en Allemagne.

Le *Supermarine « Spitfire »* pouvait certainement battre depuis longtemps le record de vitesse, et un « *Spitfire* » spécial avait été préparé à cet effet. Nous ne savons pas ce qui l'en a empêché. Bref, ce sont les Allemands qui ont pris la tête. La compétition reste ouverte.

menter la puissance ou diminuer la traînée. Diminuer la traînée, c'était étirer les formes, polir les surfaces et réduire le maître-couple ; or, sur le *Macchi MC 72*, le maître-couple était limité, ainsi que le montre un schéma de M. Zerbi, auteur du moteur *Fiat*, par le tronc des pilotes Neri et Agello, hommes de petite taille. Si l'on augmente la puissance — et la puissance croît comme le cube de la vitesse — il faut augmenter la surface de refroidissement ; or, sur le *Macchi M 72*, le moteur *Fiat AS 6* développait

3 200 ch et la surface des ailes, des flotteurs, de la dérive et des flancs du fuselage était aménagée en radiateurs. On se trouvait donc dans un cercle vicieux ; ou bien on réduisait la surface pour améliorer la finesse et le refroidissement n'était plus possible, ou bien on augmentait la puissance et on ne savait plus où loger les radiateurs accrus (1). La seule solution acceptable était alors le vol à grande altitude ; mais, outre la diminution du rendement de l'hélice avec le degré de

de 2 600 ch pour 740 kg (284 g au cheval et 72 ch au litre), mais les progrès réalisés dans la technique du refroidissement (éthylglycol) ont libéré les avionneurs de la servitude des radiateurs. Les inconvénients ci-dessus énumérés ont si bien disparu que, sur le *Heinkel He 112 U*, le radiateur est entièrement logé dans le fuselage.

La cellule. — Le but à atteindre est, d'une part, la réduction au maximum des résistances à l'avancement, c'est-à-dire la dimi-

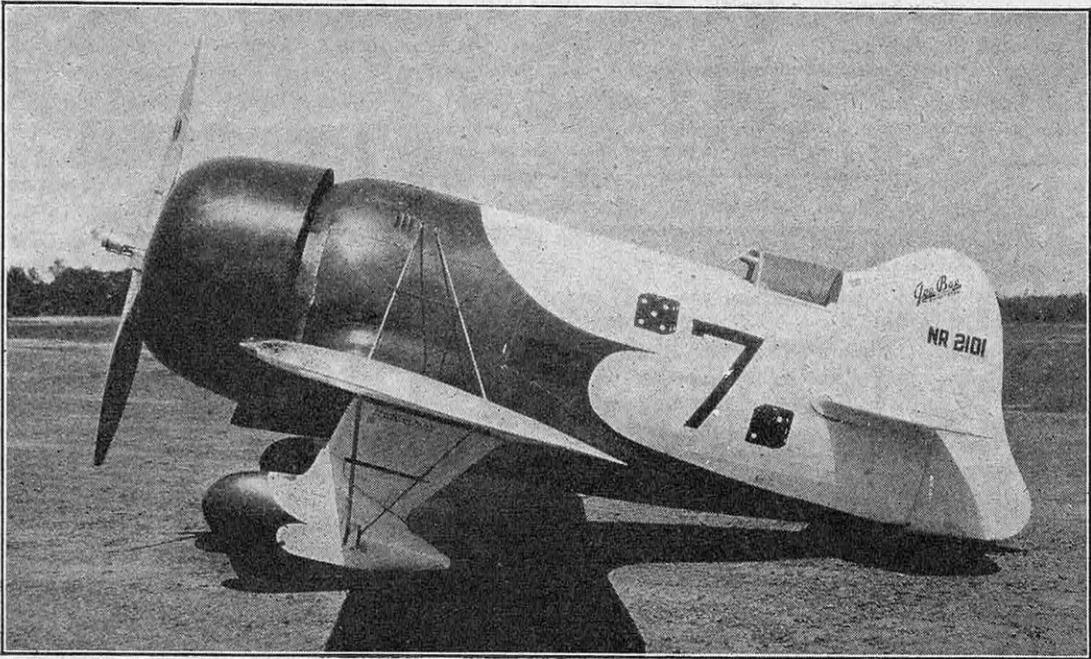


FIG. 7. — LE GEE BEE « SUPER SPORSTER » DE DOOLITTLE (1932)

Les avions Gee Bee (prononciation phonétique de G. B., initiales des constructeurs, Granville Brothers) se firent connaître en 1931 quand Lowell Bayles, à bord de l'un d'eux, gagna le Thompson Trophy, à 379 km/h et atteignit pour la première fois 458 km/h sur base au cours d'une tentative non homologuée. L'appareil ci-dessus, piloté par James Doolittle, gagna le Thompson Trophy 1932 à 405 km/h et détint le record international de vitesse pour avions avec 473,820 km/h. Il était équipé d'un moteur Pratt and Whitney « Wash » de 800 ch. Envergure, 7 m 60 ; poids à vide, 835 kg ; poids en charge, 1 396 kg.

compressibilité de l'air, la question du rétablissement de puissance en altitude n'était pas encore mûre à la fin de la Coupe Schneider.

Si l'on compare le *Macchi* d'Agello aux monoplaces allemands d'aujourd'hui, on est conduit à examiner successivement les facteurs qui ont été améliorés, facteurs qui s'enchevêtrent, pour expliquer le retour de l'appareil de vitesse au type terrestre.

Le moteur. — Au point de vue de la puissance développée, le moteur n'a pas progressé ; on en est toujours au *Rolls Royce R*

(1) Il fallait augmenter de 40 % les surfaces radiantées pour un gain de vitesse de 15 %.

nutrition des traînées ; d'autre part, l'augmentation de l'écart entre la vitesse maximum et la vitesse minimum en vue de rendre compatible le vol à grande vitesse et la sécurité à l'atterrissage. L'augmentation de l'écart de vitesse revient pratiquement à augmenter le rapport entre le maximum du coefficient de portance et le minimum du coefficient de traînée.

a) L'accroissement de la portance à l'atterrissage a été obtenu par les dispositifs hypersustentateurs (1). La portance, d'après le docteur Heinkel, a été augmentée jusqu'à des coefficients de 2,3 par l'emploi de volets

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 233, page 351.

de courbure et de volets d'intrados, de 2,5 par les ailes à fentes, de 2,8 et 3 par l'aile *Fowler* (1). En outre, des solutions récentes, telles que l'aspiration de l'air à l'extrados et le soufflage de la couche limite, laissent entrevoir mieux. Dans cette classe de moyens, nous ne devons pas oublier l'aile à surface variable (2).

Ce sont les progrès de l'hypersustentation qui, permettant de se passer, à la prise de contact, du secours nécessaire, à 200 km/h, d'une surface qui « cède », constituent la principale raison du retour au terrestre de l'appareil de vitesse.

b) La diminution de la traînée, elle, ne fait pas intervenir seulement la voilure, mais aussi l'avion entier avec les « interactions » de ses éléments constitutifs. Pour la voilure, la tendance est moins d'augmenter l'allongement, ce qui entraîne un accroissement du poids de l'aile, qu'à rechercher le meilleur profil.

Pour l'avion entier, l'effort doit tendre à

réduire la résistance frontale, améliorer les formes, réduire les frottements et faire la chasse aux résistances parasites. La disparition des servitudes du refroidissement et la non-nécessité des flotteurs ont grandement coopéré à la réduction de la surface frontale. De plus, les progrès de la construction (construction cantilever sans haubans, mâts ni entretoises) et l'apparition du train d'atterrissage escamotable ont permis la réalisation d'avions aux lignes exceptionnellement nettes.

Enfin, la réduction des frottements, sur des formes bien affinées, est surtout obtenue par le meilleur poli de la surface.

C'est grâce à la stricte observance de ces règles que Heinkel et Messerschmitt ont pu,

(1) Type d'hypersustentateur dans lequel le volet présente réellement un profil alaire et tel qu'en position d'extension il procure à la fois un accroissement de la surface de la voilure et une augmentation de sa courbure. Simultanément, il se produit un effet de fente entre l'aile principale et le volet.

(2) Ce procédé, dont M. Gérin est le plus éminent défenseur, n'est plus interdit maintenant par la nécessité des radiateurs d'aile. Voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 277.

avec un avion de 1 800 ch, faire mieux qu'un hydravion de 3 200 ch. Mais, si le record d'Agello a marqué le plafond d'une formule, ceux de Dieterlé et de Wendel permettent d'envisager le progrès de la formule actuelle. Dès lors, la question qui se pose est la suivante : « Que va-t-il se passer maintenant ? » Il est dangereux de prophétiser en cette matière ; néanmoins, on sait que, dès maintenant, la compressibilité de l'air commence à jouer et devient une sujétion capitale à 1 220 km/h (vitesse du son). En sorte qu'on est conduit à distinguer :

a) *Les vitesses subsoniques*. La résistance de pénétration croît avec le carré de la vitesse ; la compressibilité compte peu ; la vitesse de propagation des perturbations est

plus grande que la vitesse de marche ; par conséquent, l'atmosphère est partout intéressée à la sustentation.

b) *Les vitesses supersoniques* (1). La compressibilité de l'air est importante ; la résistance observe une croissance linéaire ;

la vitesse de propagation des perturbations est inférieure à la vitesse de déplacement, en sorte que la partie de l'atmosphère en avant de l'avion n'est pas troublée et la région postérieure est seule intéressée. Or, il faut préciser qu'il n'est pas nécessaire que l'avion vole à la vitesse du son pour que ces fâcheuses conséquences se fassent sentir ; il suffit que l'extrémité de ses pales d'hélice atteigne cette vitesse.

Les spécialistes tombent presque tous d'accord sur la vitesse limite de l'avion en vol horizontal : M. Wimperis (ancien président de la *Royal Aeronautical Society*), M. W. Messerschmitt et M. Angeli (dans un travail récent publié dans *les Ailes*), se fondant sur des raisonnements différents, évaluent à environ 1 000 km/h cette vitesse limite. Au delà de quoi le règne de l'hélice aura vécu. C'est aux spécialistes des fusées à réaction et des propulseurs-trompes qu'il faudra alors s'adresser.

R. MAURER.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 213.

N. D. L. R. — Les documents qui illustrent cet article nous ont été aimablement communiqués par la revue *L'Aéronautique*.

Organes	« Supermarine »	« He 112 »	« He 112 U »
	%	%	%
Fuselage.....	14,2	28	34
Empennage.....	5,5	16	16
Mâts, radiateurs et interférences.....	32,9	12	0
Flotteurs.....	20,8	0	0
Voilure.....	26,6	44	50
	100	100	100

TABLEAU IV. — BILAN AÉRODYNAMIQUE EN « POUR CENT » DE L'HYDRAVION ANGLAIS « SUPERMARINE » GAGNANT DE LA COUPE SCHNEIDER 1929 ET DES AVIONS ALLEMANDS « HEINKEL HE 112 » ET « HE 112 U »

LA « VIE » DE L'OCÉAN ATLANTIQUE DANS SON RELIEF PROFOND ET DANS SES EAUX

Par Charles BRACHET

L'océanographie moderne dispose aujourd'hui de puissants moyens d'exploration et d'analyse pour relever avec précision et rapidité les profils sous-marins (sondages sonores et ultrasonores) et étudier les variations de température et de composition (teneur en sels, en oxygène, etc.) des eaux à diverses profondeurs. Hydrographes et géologues ont pu ainsi mettre en évidence les plaines, les dépressions et les chaînes du relief sous-marin et, en le raccordant à celui des terres émergées, compléter la carte générale de l'écorce terrestre. Relevant les traces des cataclysmes des ères géologiques passées, ils nous montrent les phases modernes de l'évolution incessante de la croûte terrestre et la formation des premières assises des continents futurs qui émergeront peut-être dans plusieurs millions d'années. Quant aux eaux océaniques, elles se sont révélées infiniment complexes, partagées en masses liquides de caractéristiques physiques et chimiques nettement tranchées et qui, sans se mélanger, sont douées de mouvements périodiques d'extension et de régression, suivant apparemment les cycles de l'activité solaire et les mouvements des planètes. C'est le phénomène des « transgressions marines » qui règle les migrations de la faune océanique et dont dépendent en pratique le succès et le rendement des campagnes de pêche.

DÉFINIR l'Atlantique en tant qu'être vivant, avec une « structure », une « circulation » et, finalement, un « rythme vital » propres, voilà une entreprise qui prolonge, d'étonnante manière, la conception récemment exposée ici (1) de la géographie considérée comme science biologique de la planète. Cette entreprise est l'œuvre, pour ainsi dire originale, d'un savant français, Ed. Le Danois, directeur de l'Office des Pêches maritimes. Sans doute, elle synthétise de nombreux travaux antérieurs d'océanographie, mais elle est née des observations les plus concrètes concernant la migration périodique des poissons.

Il existe, en effet, une géographie de l'océan qui ne s'intéresse pas uniquement à la structure des fonds marins : elle étudie encore des régions aquatiques physiquement différenciées, quoique mouvantes. Les déformations périodiques de ces masses entraînent à leur tour les migrations de la faune marine chère aux pêcheurs. Et, pour parfaire cette vue d'ensemble, la géographie marine ainsi comprise comporte un aspect « géologique » analogue à celui de la géographie continentale : il existe, dans l'océan, des eaux « fossiles » qui en forment l'assise, en relation avec la géologie continentale.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 263, page 370.

L'Atlantique, le mieux individualisé des océans

Bien qu'ouvert sur les deux océans polaires dont les eaux glacées l'encadrent, l'Atlantique est une seconde Méditerranée, à grande échelle. Et c'est justement cette individualité de « mer intérieure » qui pouvait seule mettre en évidence les caractères de structure, comme ceux de circulation, auxquels nous venons de faire allusion — ces caractères devant s'étendre, par la suite, avec toutes les variantes que l'on pense, aux autres océans.

Il fallait attendre l'invention des modernes appareils de sondage — sonore et ultra-sonore — pour relever intégralement, avec l'aisance, la précision et la rapidité que l'on sait (1), les reliefs sous-marins. Un bateau spécialement équipé, tel que le *Président-Théodore-Tissier* ou le *Meteor* allemand, lève aujourd'hui la carte abyssale pour ainsi dire automatiquement, en se promenant. Dans une seule campagne, le *Meteor* arpenta l'Atlantique quatorze fois, levant autant de profils du relief sous-marin. Les navires câbliers concourent également au levé abyssal. En sorte que l'on connaît déjà la structure des fonds avec un détail que plusieurs siècles d'explo-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 185, page 378.

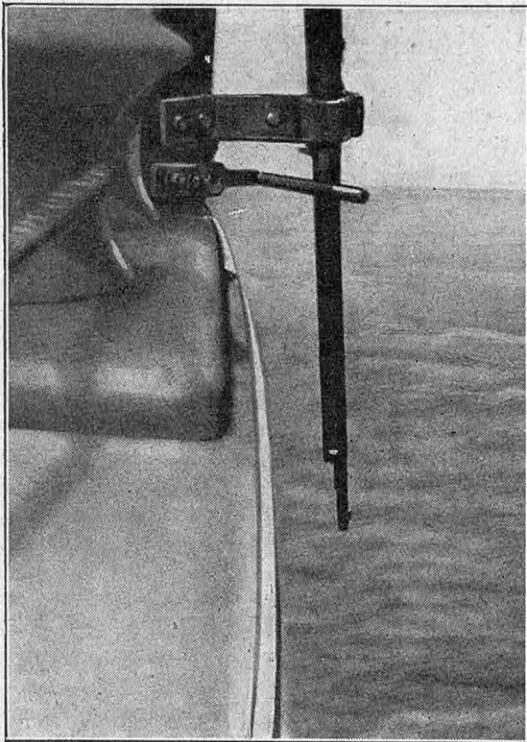


FIG. 1. — LE FUSIL UTILISÉ POUR LES SONDAGES SONORES A BORD DU « PRÉSIDENT-THÉODORE-TISSIER »

L'arme tire, automatiquement, un coup par minute ou par deux minutes. L'écho, enregistré suivant un graphique continu, donne la profondeur. La balle doit frapper l'eau de plein fouet dans une région dépourvue d'écume.

ration à la sonde n'auraient pu assurer.

Cette connaissance confirme tout d'abord une notion primordiale : le relief abyssal se présente, sur environ 70 % de la surface totale des océans, avec un caractère essentiel : l'uniformité. La plus grande partie du fond des mers est constituée par des plaines, dont la profondeur varie entre 3 000 et 6 000 m, avec des pentes moyennes n'excédant pas un degré d'inclinaison.

Ces plaines des grandes profondeurs (bathypélagiques) comportent toutefois des déni-

vellations d'ensemble qui peuvent s'appeler des « plateaux », des « croupes », des « dômes », suivant leur forme ou, en contre-partie, des « cuvettes » (dépressions circulaires), des « bassins » (dépressions allongées), des « seuils » enfin, évoquant des cols de montagne infiniment atténués.

Aux abords des côtes, le sol terrestre s'enfonce dans les eaux par une « plate-forme » de largeur variable, dite « plateau continental », et figurant comme un palier avant la brusque descente définitive. Ce palier est assez étroit le long des côtes élevées, plus large le long des côtes basses. Les estuaires des fleuves se prolongent sous la mer. Les moraines des grands glaciers quaternaires ont laissé leurs vestiges en maints endroits du plateau continental ; ce sont, par exemple, les bancs de la mer du Nord. Le modelé du plateau continental tranche, du reste, sur l'uniformité bathypélagique : il offre souvent des pentes de 30°.

Sur le fond général ainsi dessiné apparaissent des accidents bien caractéristiques : des *crêtes sous-marines* et des *fosses abyssales*, le plus souvent voisines, parallèles et jalonnées par des volcans. Tantôt les volcans émergent, dans des îles comme la Martinique et son mont Pelé ; tantôt ils restent immergés : les volcans sous-marins sont nombreux, et leur lave cristallise ou non suivant la pression hydraulique que doit vaincre l'éruption (Termier).

Ces principes étant posés, il suffit de considérer la carte figure 3, pour apercevoir la structure générale du relief sous-marin atlantique. Cette structure s'organise à l'est et à l'ouest d'une chaîne axiale composée de

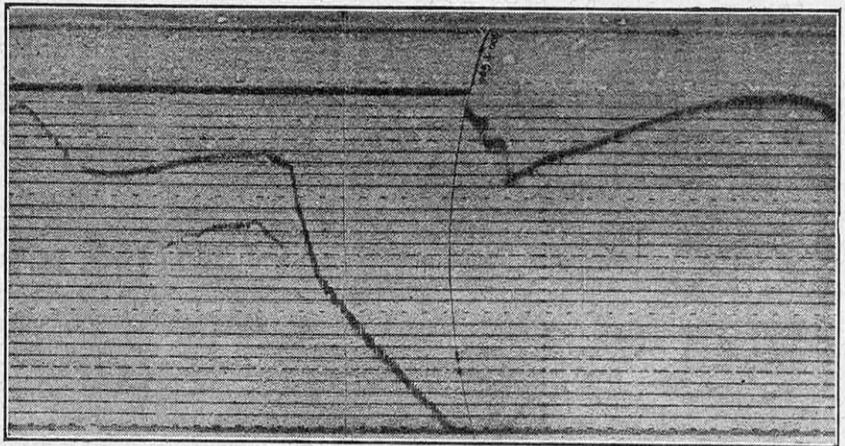


FIG. 2. — UN GRAPHIQUE DE SONDAGE SONORE CONTINU

La profondeur est donnée par l'ordonnée du graphique (la partie de droite a été décalée vers le haut). La denture du graphique, étudiée à la loupe, fournit de précieuses indications sur la nature (vaseuse ou rocheuse) du fond.

deux segments : la chaîne Nord-Atlantique et la chaîne Sud-Atlantique. Un ensellement, suivi d'un massif équatorial et d'une fosse (de la Romanche) assure la liaison de la chaîne Nord et de la chaîne Sud.

A l'Ouest de cette épine dorsale sous-marine, les « cuvettes » et les « seuils » alternent à partir du bassin de Terre-Neuve jusqu'au bassin argentin. A l'est, il en est exactement de même depuis le bassin ibérique jusqu'au bassin du Cap.

De cette vision rapide tirons une remarque importante : les deux chaînes sous-marines atlantiques sont parallèles aux deux Cordillères américaines, les Montagnes Rocheuses et les Andes.

Quant aux fosses abyssales, d'une extrême profondeur, toujours supérieures à 7 000 m, leur taille est restreinte. Extrêmement allongées (leur largeur n'atteint pas le dixième de leur longueur), elles s'alignent parallèlement aux

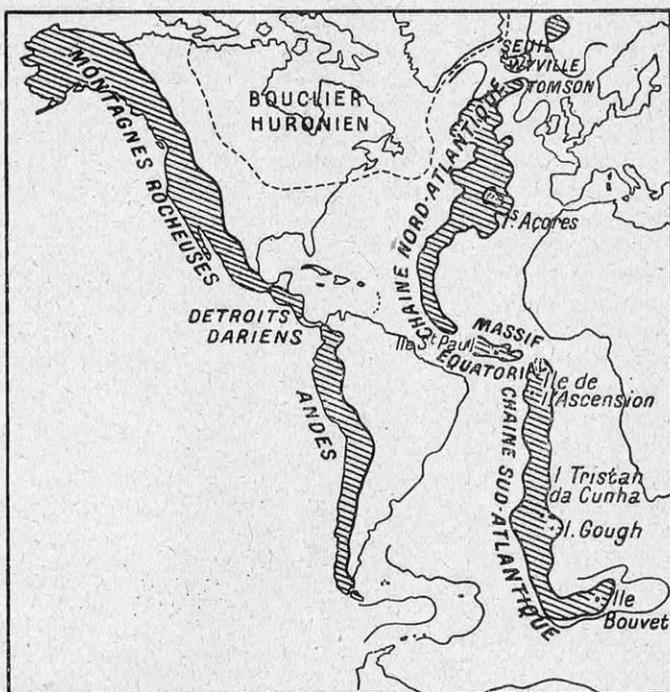


FIG. 3. — CARTE DU RELIEF SOUS-ATLANTIQUE

Une chaîne de montagnes est en train de se former suivant l'axe du « géosynclinal » constitué par l'Atlantique. Du nord au sud, cette chaîne marque un parallélisme saisissant avec les Cordillères américaines. Les îles actuelles représentent les sommets déjà émergés de la chaîne. Seul le rocher Saint-Paul est un résidu des anciens « ponts » (voir figure 5).

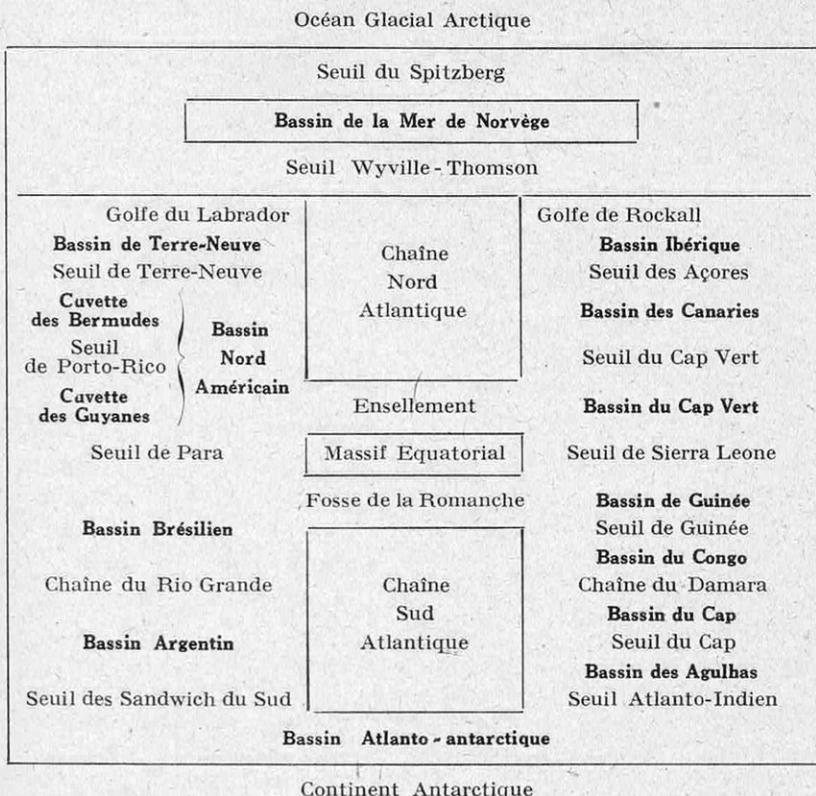


TABLEAU I. — DISPOSITION SCHÉMATIQUE DU RELIEF SOUS-MARIN DE L'ATLANTIQUE DE PART ET D'AUTRE DE LA CHAÎNE CENTRALE

crêtes sous-marines, qu'elles bordent. Cette particularité rappelle strictement l'opposition des montagnes continentales et des fosses qui les longent. Exemples : les Cordillères sud-américaines longées par les grandes profondeurs du Pacifique ; l'Himalaya, longé par une fosse aujourd'hui comblée par des alluvions, mais parfaitement caractérisée du point de vue géologique. De même les plus grandes fosses de l'Atlantique

se trouvent liées à la chaîne centrale (fosse de la Romanche, 7 370 m) sur l'Equateur. A l'est la vaste fosse du cap Vert ; à l'ouest de la chaîne, dépression des Bermudes ou Vallées des Nares (supérieure à 6 000 m.) ; les vallées profondes du bassin brésilien ; celles du bassin argentin (fosse de Ross dépassant 6 200 m) et la fosse des Sandwich du Sud, la plus profonde de l'Atlantique (8 700 m), qui le relie à l'océan glacial Antarctique. La liaison de l'Atlantique avec l'océan glacial Arctique se fait par la cuvette de la mer de Norvège dont les profondeurs maxima de 3 500 m ont, quoique faibles, un caractère nettement abyssal.

Le sous-sol atlantique est fait de continents engloutis

Ces grandes lignes, schématiques, du relief sous-marin, montrent que la formation de ce relief obéit aux lois générales de l'orogénie continentale. L'hypothèse du savant géographe Em. de Martonne, d'après laquelle les plaines bathypélagiques constituent un élément très ancien du globe, se trouve donc plus plausible que jamais. La *sédimentation* n'a joué qu'un rôle secondaire dans le modelage de ce relief — mis à part les deltas sous-marins qui prolongent les embouchures des grands fleuves ; mis à part le déblai des matériaux (sables et vases) arrachés aux rivages par le mouvement des vagues et des marées.

Il apparaît vain (nous ne pouvons développer cette critique) de supposer, avec Wegener, que l'Atlantique se serait formé par une déchirure des continents flottant

comme l'écume du café sur le magma intérieur en fusion.

Par contre, il semble logique — et les cartes paléographiques de M. Le Danois nous le montrent avec clarté — d'imaginer que l'Atlantique résulte du perpétuel mouvement de dépression et de surrection de l'écorce du globe. Nous pouvons suivre, avons-nous dit, la trace des glaciers quaternaires dans les bancs de la mer du Nord ; mais encore, des cartes sous-marines détaillées nous montrent les « thalwegs » du « plateau franco-britannique » (fig. 4) aux époques géologiques (qu'il serait trop long de superposer ici, comme il le faudrait, en toute minutie) où l'Irlande, l'Angleterre, les îles Shetland et la France ne formaient qu'un seul bloc, avec une première faille océanique longeant la presqu'île scandinave — amorce de la Baltique.

Or, ces thalwegs prolongent les cours

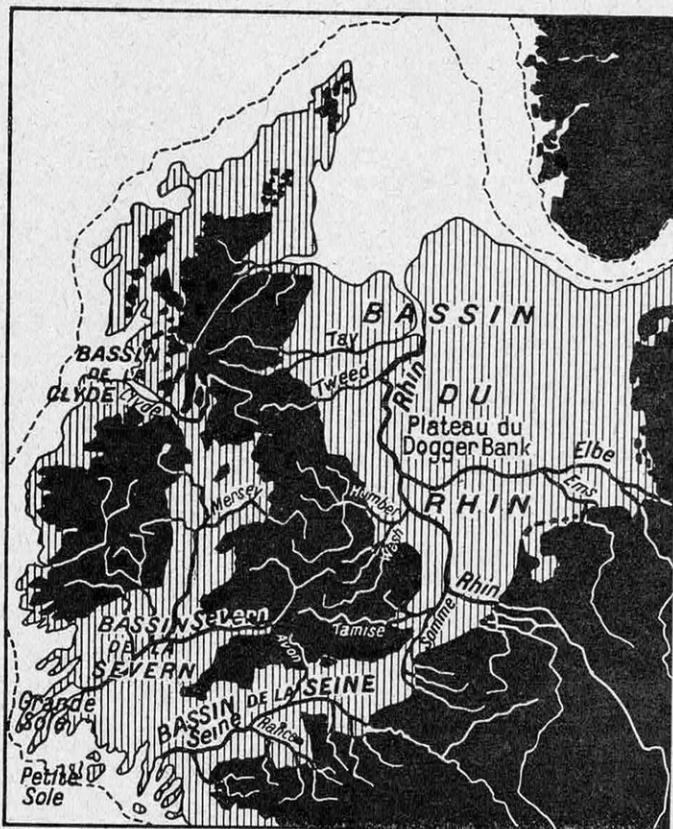


FIG. 4. — LA CARTE SOUS-MARINE DU BLOC « FRANCO-BRITANNIQUE » A L'ÉPOQUE PLÉISTOCÈNE

On peut suivre les thalwegs sous-marins qui représentent les lits des anciens fleuves qui prolongent les fleuves actuels.

actuels de la Seine et du Rhin très loin dans la plaine sous-marine. La Rance bretonne et l'Avon britannique s'y révèlent des affluents de la Seine ; la Somme, la Tamise, l'Elbe, l'Ems, la Weser y sont des affluents du Rhin. La Mersey et la Severn de la Grande-Bretagne actuelle se présentent à leur tour comme des résidus, des « queues » d'un seul et même grand fleuve aujourd'hui immergé dans la mer d'Irlande et la Manche.

Avançons vers le large actuel ; descendons l'Atlantique vers le sud. La carte paléographique met en évidence une série de « ponts » continentaux — que nous ne daterons pas, toujours pour éviter le

dilemme d'être soit imprécis, soit fastidieux. Nous rencontrons d'abord le *pont boréal* qui réunissait les socles canadien et groenlandais au Spitzberg et à la Norvège ; la « mer libre » du Pôle existait déjà. Puis, vient le *pont Nord-Atlantique* de Terre-Neuve aux Açores ; il n'en reste aujourd'hui que

ce rocher isolé de Rockall, domaine incontesté des mouettes qui seules peuvent l'habiter avec commodité. Plus bas se trouve le *pont de l'Atlantide*, qui reliait les Antilles au Maroc ; son effondrement légendaire n'est pas si lointain, comme en témoigne le cousinage des flores et des faunes des deux rivages actuels, l'américain et l'hispano-africain. Ensuite viennent : le *pont équatorial afro-brésilien* et, plus hypothétique, le *pont austral de l'Archihelenis* qui reliait l'Afrique à l'Amérique du Sud. Tous ces « ponts » se sont effondrés, ne laissant d'autres traces que

des îles, parfois de simples écueils. Ainsi l'Atlantique résulte bien d'une série d'effondrements.

L'ensemble de ces effondrements constitue aujourd'hui ce que les géologues dénomment un « géosynclinal ». L'axe du géosynclinal Atlantique obéit, par suite, à une loi générale bien connue ; il se forme sur cet axe un plissement montagneux — celui-là même que nous avons vu être strictement parallèle aux Cordillères, les plus récentes des mon-

tagnes continentales et, nous pouvons l'ajouter maintenant, de même origine dynamique qu'elles. En somme, l'orogénie sous-atlantique ne diffère pas de l'orogénie continentale. L'écorce terrestre submergée « vit » de la même façon que sa portion émergée.

Si l'on met en ligne les chaînes volcani-

ques (émergentes ou sous-marines), on retrouve aisément la loi de Montessus de Ballore touchant le plissement général de l'écorce terrestre suivant des grands cercles perpendiculaires entre eux, l'un entourant le Pacifique, l'autre ceinturant le globe de Java aux Antilles en passant par l'Etna et le Vésuve. Mais, ainsi que l'observe M. Le Danois, la direction des grandes lignes de plissement est datée par les diverses époques de la Terre : les plissements parallèles à l'Équateur sont des époques primitives ; les autres, suivant les méridiens, sont plus récents.

Les chaînes en formation dans le géosynclinal atlantique correspondent donc aux montagnes récentes, déjà émergées.

L'immixibilité des eaux marines

Si brièvement que nous l'ayons parcouru du point de vue géologique, nous pouvons maintenant concevoir l'Atlantique comme vivant de par son relief abyssal. Nous allons voir qu'il l'est plus encore de par la circulation rythmée de ses eaux.

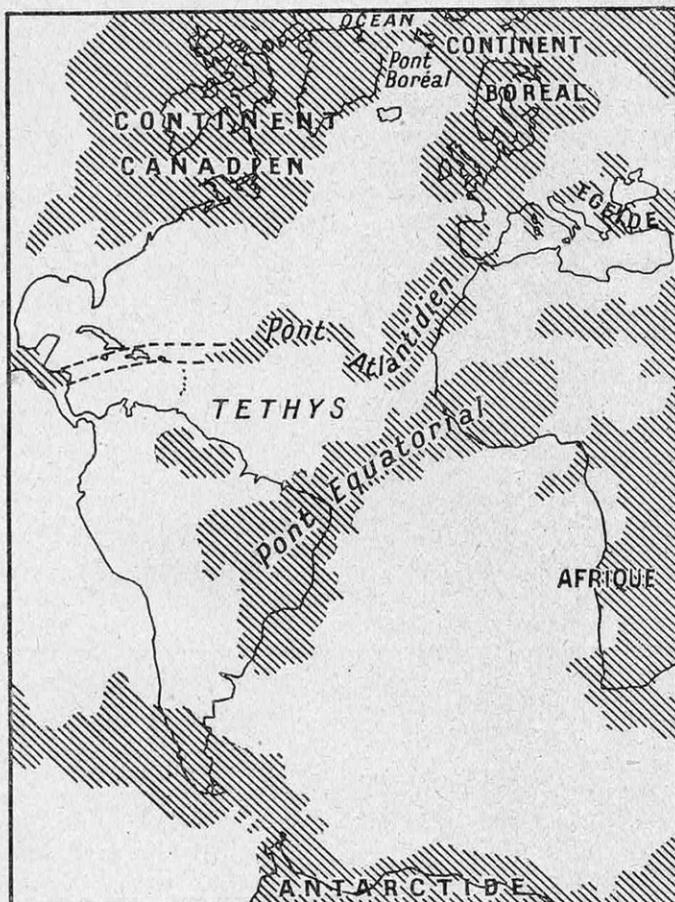


FIG. 5. — LES « PONTS » CONTINENTAUX A TRAVERS L'ATLANTIQUE A LA FIN DE L'ÈRE PRIMAIRE

Ces ponts se sont effondrés au cours des ères géologiques qui suivirent, de même que les ponts de l'ère secondaire, non représentés sur cette carte, et dont l'un, le pont Nord-Atlantique, réunissait Terre-Neuve aux Açores, et l'autre, le pont de l'Archihelenis, décrivait un vaste arc de cercle entre le Brésil et l'Afrique.

Une conception vulgaire voit les masses océanes brassées par les tempêtes et les courants, au point d'avoir atteint depuis longtemps une homogénéité analogue à celle d'un bain où convergent les deux jets classiques d'eau chaude et d'eau froide. Même dans une baignoire, il suffit d'un peu d'attention pour sentir combien les deux sortes d'eaux sont lentes à se mêler par brassage. Et si, d'aventure, un troisième robinet entrerait en jeu, apportant par exemple de l'eau salée, le mélange serait encore plus lent. Or, l'Atlantique, cuvette immense et profonde, n'est brassé qu'en apparence. Les plus violentes tempêtes n'agitent que 15 ou 20 mètres de sa pellicule superficielle.

Quant aux fameux « courants », c'est une tout autre histoire : il n'existe qu'un seul courant de caractère réellement « fluvial » dans l'Atlantique, c'est celui du Labrador qui transporte, en effet, le long du Canada et de Terre-Neuve, l'eau de fusion

de la banquise qu'une « dérive », aujourd'hui bien repérée, rabat constamment des régions polaires sur le Groenland où elle fond. Ce mince « ruisseau » ne saurait prétendre à donner quelque homogénéité aux masses de l'Atlantique. En sorte que les eaux atlantiques conservent aujourd'hui même une distribution à peine différente de leur distribution paléographique. Les eaux qui submergèrent l'Atlantide sont toujours là, les mêmes, avec la même teneur saline qu'au jour du « cataclysme » — ce mot signifiant l'abrégi évident des milliers d'années que dura le phénomène d'engloutissement.

Ceci, soit dit en passant, est parfaitement en accord avec les lois physiques les plus certaines de la diffusion. Même entre substances aussi différentes que l'alcool et l'eau, le mélange sans brassage (du rhum épandu, par exemple, à la surface d'un « grog ») ne se réalise qu'avec une lenteur extrême. Et comme la vitesse de la diffusion est exactement proportionnelle aux surfaces mises en contact, la diffusion des masses océanes ne disposant que de surfaces minimales si on

les rapporte aux volumes en jeu, il s'ensuit que la lenteur du mélange par cette voie est donc pratiquement infinie.

Dès lors, les croisières d'exploration d'un navire-laboratoire, tel que le *Président-Théodore-Tissier*, peuvent se donner pour mission d'échantillonner avec précision les eaux rencontrées en chemin. Ce sera un travail analogue à celui des prospecteurs géologues.

Le degré de chloruration des différentes eaux marines a paru d'abord suffire pour les caractériser. Puis on s'est aperçu que, sur les 35 grammes de sel par litre que contient en moyenne l'eau marine, le chlorure, le bromure et le sulfate de magnésium, le sulfate et le carbonate de calcium, le sul-

fate de potassium ne figureraient pas des facteurs négligeables. On a donc cherché un « étalon » de salinité. On adopta d'abord avec Knudsen, « l'eau normale de Copenhague ». Par la suite, Gabriel Bertrand et d'autres savants ont fait adopter comme

Eaux	Salinité ‰	Température	Profondeurs	
			Degrés C	Mètres
1) Eaux tropicales	36,7-35,5	20-10		200-700
2) Eaux intermédiaires subpolaires :				
a) subantarctiques	34,9-34,0	10-4		vers 1 000
b) subarctiques	34,9-34,5	10-4		vers 1 000
3) Eaux nord-atlantiques profondes	35,5-35,0	10-4		1 000-2 000
4) Eaux abyssales :				
a) nord-atlantiques	35,0-34,85	4-2		2 000-fond
b) antarctiques	34,8-36,65	< 2		1 000-fond
c) arctiques	34,92-34,88	< 2		500-fond

TABLEAU II. — RÉPARTITION ET COMPOSITION DES EAUX DE L'OcéAN ATLANTIQUE

étalon une eau distillée rigoureusement titrée en chlorure de sodium pur. L'aréomètre classique fournit donc une première indication précise sur la salinité.

Cette méthode densitométrique n'a pas suffi. On a recouru à la *réfractométrie* (variation de l'indice de réfraction en fonction de la salinité), puis à la mesure de la *conductibilité électrique*, à bord du *Carnegie*. En ces dernières années, on s'est mis à doser l'oxygène dissous, puis la concentration des « ions hydrogènes » (*pH*) dont nous avons montré l'importance essentielle pour la vie océanique (1). Toutes ces méthodes métriques ont leur utilité. Mais il faut convenir que, pour l'instant, les analyses doivent s'arrêter à la septième décimale. Une précision plus grande serait inutile, « les grandes lignes des phénomènes hydrologiques nous échappant encore », ainsi que l'observe Ed. Le Danois.

Si, aux données précédentes, nous ajoutons la *température*, nous possédons tous les facteurs dont la mesure permettra d'iden-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 259, page 71.

tifier, en profondeur comme en largeur, les différentes masses aquatiques de l'océan.

Origine et classification des eaux atlantiques

Le « brassage » et la « diffusion » étant mis hors de cause, il reste la « pesanteur ».

A mesure que le lit géologique de l'océan se creuse ou se déforme, les eaux les plus lourdes (soit à cause de leur salinité, soit à cause de leur température) glissent *hydrostatiquement* au-dessous des moins lourdes.

Au contact des eaux boréales avec celles de la Mésogée (mer intérieure) équatoriale de l'époque néogène, les premières, froides et lourdes, glissèrent sous les secondes. Plus tard, les ruptures successives des « ponts » déjà mentionnées achevèrent la mise en contact des eaux antarctiques, équatoriales et arctiques. Celles-ci provenant d'un océan profond sont plus salées que les eaux antarctiques issues des glaciers continentaux. Se rejoignant au-dessous des eaux équatoriales, chaudes et légères, les eaux polaires venues des deux extrémités du globe s'affrontèrent sans se mêler. Ainsi, les trois espèces d'eaux ont gardé leur individualité et les positions respectives qu'elles avaient dès leur premier contact !

Les océanographes allemands Defant et Wüst, à la suite de la croisière du *Météor*, ont observé de leur côté la grande *passivité* des eaux froides et de faible salure, contrastant avec la *mobilité* des eaux chaudes et salées — celles-ci étalées au-dessus de celles-

là. Ils ont tenté de définir la zone occupée par les premières comme une « troposphère » océanique et la zone occupée par les secondes comme une « stratosphère ». Le graphique (fig. 8) résultant de leurs mesures montre la répartition de ces zones. Defant et Wüst ont, de plus, observé que le *maximum de salinité* ne se trouvait pas en surface

comme la théorie la plus simple de « l'évaporation » pouvait le faire penser, mais à une profondeur d'environ cent mètres.

Enfin, les eaux continentales de moindre salinité et de température variable ceinturent les eaux équatoriales et achèvent de les isoler.

Le « pouls » de l'océan se relie aux cycles cosmiques

Au total, les eaux atlantiques d'origine équatoriale figurent une vaste lentille flottante, d'une grande mobilité interne. Sous les influences cosmiques, cette lentille subit des marées qui se traduiront par des *transgressions* (ou, en anglais : *expansions*) suivies de *régressions*. Il s'ensuivra, à la surface des mers, une avance et un recul périodiques des eaux chaudes et salées. Telle est la pulsation vitale de l'Atlantique. Par

analogie avec le rythme cardiaque, on a appelé les transgressions « diastoles » et les régressions « systoles » de l'Atlantique.

La complexité de cette pulsation n'est pas petite. La transgression se conforme, en effet, au relief sous-marin continental, dès qu'elle attaque le « plateau ». La transgression *chaude superficielle* est en outre précédée d'une transgression *profonde de salure*

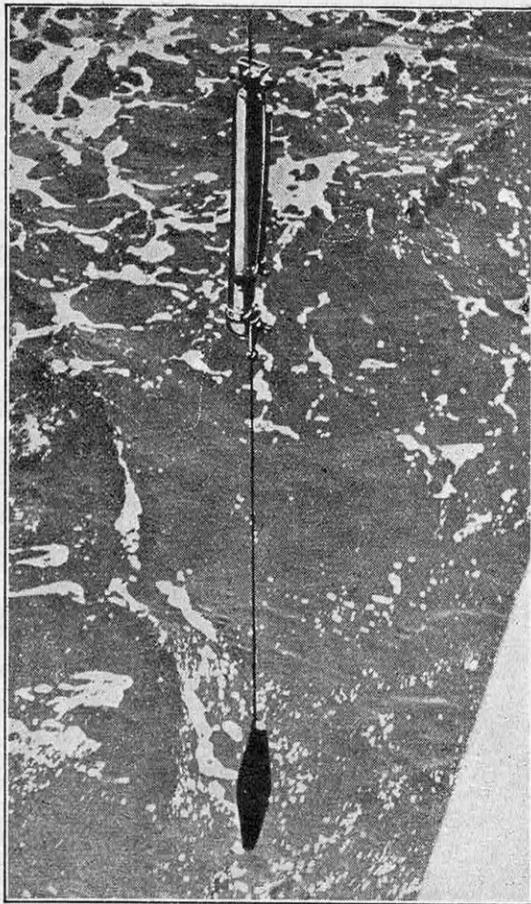


FIG. 6. — LA BOUTEILLE HANSEN SERVANT A LA PRISE D'EAU MARINE AUX FINS D'ANALYSE

Lorsqu'elle a atteint la profondeur voulue, un « messenger » est envoyé le long du câble. Le choc sur la bouteille provoque son renversement, ce qui détermine à la fois son remplissage et le blocage du thermomètre. Ainsi est assuré le prélèvement de l'échantillon d'eau et de la température à la cote choisie.

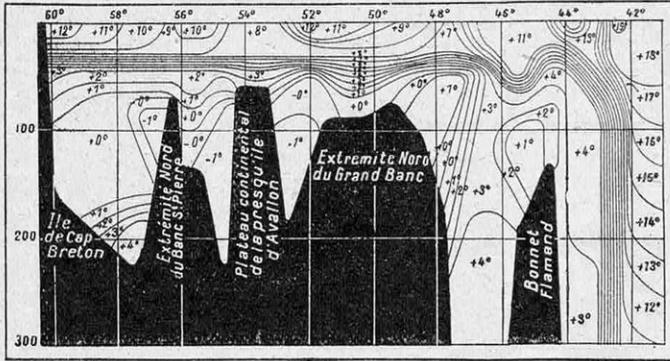


FIG. 7. — L'IMMIXIBILITÉ DES EAUX

Elle est démontrée, ici, par les lignes isothermes relevées au voisinage des bancs de Terre-Neuve. La transition entre les basses températures des profondeurs et les températures plus élevées de la surface de l'Océan s'effectue brusquement. Ainsi on passe de 1° à 10° en quelques dizaines de mètres.

élevée. Cette seule remarque doit faire prévoir les répercussions de la transgression sur les mouvements de la faune côtière.

La configuration côtière (golfs, archipels, chenaux) intervient à son tour.

Lors de la régression, les eaux chaudes superficielles se retirent les premières, les eaux salées profondes suivent.

Les transgressions constituent, suivant l'expression du professeur suédois Otto Pettersson, des « marées sous-marines de très grande amplitude ». Si nous pensons au problème immense jamais totalement résolu, de l'aveu de Henri Poincaré, que représente la théorie des marées côtières classiques, on comprendra que nous n'abordions même pas l'étude, à peine commencée, des transgressions en tant que mouvements périodiques. Les « harmoniques » qu'y décèlent les spécialistes sont d'une richesse extrême.

On distingue des transgressions séculaires (période 111 ans) ; des transgressions octo-décimales (18,6 ans) ; des transgressions novennales (9,3 ans) ; des transgressions semi-novennales (4,6 ans) ; des transgressions annuelles (1 an).

La dernière transgression séculaire eut son maximum en 1885. Les deux dernières transgressions octodécimales se

placent en 1903 et en 1921. Les dernières novennales, en 1894, 1912, 1930. Les semi-novennales en 1898, 1907, 1916, 1926. Les révolutions de la « ligne des nœuds » de l'orbite lunaire commandent ces périodicités, mais la variation du magnétisme terrestre et le déplacement en latitude des taches solaires : 111 ans (1) interviennent également.

Quant à leur amplitude, elle est d'autant plus forte qu'elle correspond au maximum d'une période plus longue.

Poussant plus loin la théorie, si l'on recherche l'accord de résonance des différentes périodes énumérées ci-dessus, on

constate que l'onde de révolution des nœuds de l'orbite lunaire (93 ans) concorde avec l'onde solaire de 111 ans seulement une fois tous les 10 323 ans (soit 555 périodes de 18,6 années). Relativement à la périodicité du « périhélie » de l'orbite terrestre, ce cycle en figure exactement la moitié. Un savant russe, Milankovitch, en a tiré des conclusions touchant l'apparition des quatre grandes « glaciations pléistocènes » qu'a subies notre globe, en raison des variations thermiques dues à des phénomènes de transgression dont celles que nous observons ne sont qu'un pâle reflet. La plus récente, la quatrième (de Würm) aurait eu lieu il y a 98 000 ans ; la troisième (de Riss), il y a 210 000 ans ; la seconde (de Mindel), il y a 460 000 ans ; la première (de Günz), il y a 570 000 ans.

Plus près de nous, il apparaît que l'« onde

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 251, page 335.

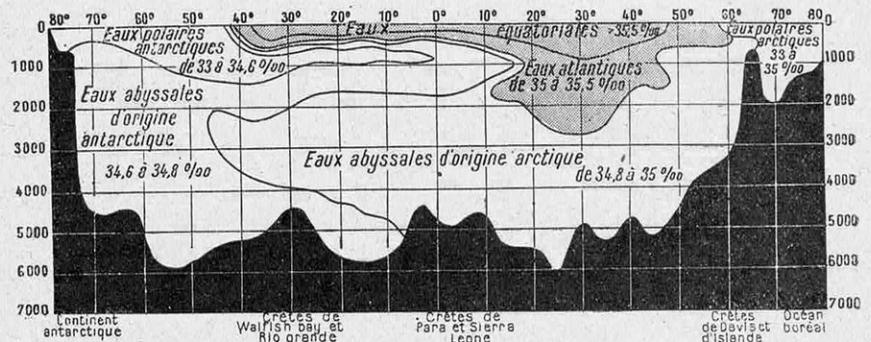


FIG. 8. — COUPE TRANSVERSALE DE L'Océan ATLANTIQUE MONTRANT LA RÉPARTITION DES EAUX D'ORIGINES DIFFÉRENTES

La lentille supérieure est d'origine équatoriale. Les couches abyssales, d'origine arctique, sont nettement distinctes des mêmes couches d'origine antarctique. Les couches intermédiaires s'étagent en raison de la salinité et de la température.

du périhélie », d'une durée de 1860 ans, selon Petterson, a influencé les marées au xv^e siècle, au point d'entraîner de véritables cataclysmes : une partie des rivages de la Hollande fut détruite (1420). Avant notre ère (en 430, 2 300, 4100, 6000, 7900 et 9700 avant J.-C.), on situe par la même cause le creusement de la mer Rouge, le déluge biblique et l'effondrement semi-légitime de l'Atlantide.

Ainsi les phénomènes de transgression se relieraient dans le passé aux phénomènes cosmiques.

Les transgressions et les courants marins

Le heurt des eaux transgressives contre les fronts polaires et la mise en mouvement des transgressions elles-mêmes se traduisent dans certaines zones de contact par des déplacements de nappes marines suffisamment actifs pour que leur vitesse puisse être remarquée. On appelle ces déplacements des « courants ». En réalité, ce sont les « remous » des transgressions.

C'est ainsi que, pour nous borner au « courant » le plus célèbre, le *Gulf-Stream* n'a rien d'un « fleuve marin ». Il constitue seulement la limite nord des *eaux chaudes transgressives*. Ce n'est qu'au sortir du golfe du Mexique, par le détroit de Floride, que les énormes masses d'eaux transgressives accumulées dans ce golfe donnent lieu à un vrai courant. A mesure qu'il « avance » vers le nord, l'Angleterre et la Bretagne, le *Gulf-Stream* perd de plus en plus son aspect de courant pour s'intégrer au phénomène des transgressions. On a accusé M. Ed. Le Danois d'avoir « tué » le *Gulf-Stream*. Il a seulement donné l'explication de ce phénomène marin et réduit à ses justes proportions son aspect de « courant ». En réalité, le *Gulf-Stream* s'éteint bien loin avant d'atteindre l'Atlantique oriental.

Transgressions et « pêches miraculeuses »

L'étude des transgressions n'a d'intérêt pratique que si elle est bien localisée — tout comme celle des marées. Ces études régionales, du plus haut intérêt pour les pêcheurs, méritent un examen à part. Contentons-nous de noter ici quelques-unes des répercussions du phénomène sur les pêches.

Les économistes britanniques découvrirent avant les astronomes les périodes solaires par leurs effets sur les céréales. Tout de même, la

fameuse pêche « miraculeuse » des harengs de Norvège démontra aux pêcheurs de 1885 que *quelque chose venait de changer* dans le royaume des poissons. Ce quelque chose n'était autre que le passage d'une transgression séculaire. Son maximum (1885) se répercuta sur les années précédentes et les suivantes (1876-1894) en raison du principe déjà énoncé : *que l'amplitude maximum* est proportionnelle à la période couverte par le phénomène.

La transgression de 1921 était seulement *octo-décimale*. Elle troubla le monde de la pêche par de graves perturbations concernant la morue, le hareng et... les huîtres.

Remontant dans le passé, les savants suédois Petterson et Ljungman ont trouvé des documents dans les annales des anciens couvents. Ceux-ci percevaient une dîme à la pêche. Tous les cent onze ans, la perception était exceptionnelle !

Les transgressions refoulent les poissons sur les côtes. En 1920-1921, deux « lobes » d'eau transgressive pénétrèrent en mer du Nord, l'un contournant l'Angleterre, l'autre franchissant le Pas-de-Calais. Les harengs, cernés, plaqués contre la côte anglaise mais privés du *plankton* continental, pouvaient se pêcher à la pelle, mais ils périssaient aussi en masse. Les spécimens pêchés étaient dépourvus de toute graisse !

En 1930-1931, le « sommet » de cette transgression *novennale* détermina un début de campagne d'hiver plus que médiocre : mais les armateurs, prévenus par l'Office des Pêches, avaient réduit leurs frais au minimum.

Les transgressions influencent également la ponte et les migrations. Elles éclaircissent notamment les fameux pèlerinages des anguilles qui vont s'accoupler dans la mer des Sargasses.

Les conséquences biologiques des transgressions exigent qu'on les examine pour chaque espèce de poisson. Cette nécessité, jointe aux particularités régionales du phénomène, justifiera que nous arrêtions ici, pour aujourd'hui, notre exposé de la vie de l'Atlantique. Mais nous savons déjà, par ce qui précède, combien les pulsations de l'océan touchent l'industrie humaine et qu'elles sont elles-mêmes liées aux causes « cosmiques » les plus profondes. Tout est dans tout.

CHARLES BRACHET.

LA CIRCULATION DES TRAINS ULTRARAPIDES ET LES PROBLÈMES NOUVEAUX DE STABILITÉ AUX GRANDES VITESSES

Par Pierre DEVAUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Au cours des vingt dernières années, la circulation ferroviaire a évolué vers des vitesses toujours plus grandes (150 km/h aujourd'hui), la traction des trains s'effectuant avec des locomotives de plus en plus puissantes et lourdes. Cette évolution, stimulée par la concurrence des autres moyens de transport routiers et aériens, eût été sans doute encore plus rapide si elle n'eût été freinée par une lourde servitude des matériels de chemin de fer : la nécessité de rouler sur des voies dont les caractéristiques ont été établies pour d'anciens matériels relativement lents et légers. Avec les nouvelles locomotives de grande puissance et de grande vitesse, les forces centrifuges sont considérablement plus élevées dans les courbes, et les oscillations (roulis, lacet, galop, recul, etc.), aggravées à certaines vitesses par des phénomènes de résonance, peuvent prendre des amplitudes dangereuses. Avec la longueur des machines augmentent les glissements des bandages des roues sur les rails. L'étude scientifiquement conduite de ces phénomènes complexes à l'aide d'appareils de précision (quartz piézoélectrique en particulier) a révélé la nature des efforts qui s'exercent sur le matériel roulant et sur la voie au passage des trains rapides. Les techniciens ont été ainsi amenés à réaliser un équilibrage aussi poussé que possible de toutes les pièces en mouvement des machines et à perfectionner encore le tracé des voies en vue d'assurer au matériel roulant une stabilité satisfaisante à toutes les vitesses et dans toutes les conditions de chargement.

DEPUIS les romans d'Emile Zola, dont un film vient de ressusciter un livre célèbre sur les mécaniciens de locomotives, nous avons eu, en France, peu d'ouvrages « lyriques » consacrés aux chemins de fer. C'est là un des traits de notre époque, qui recherche moins la fresque spectaculaire que le détail photographiquement exact.

Il faut avouer que, dans le domaine du rail, la puissance, la hardiesse résultent de la nature même des choses. N'avons-nous pas vu, en quelques années, naître de formidables monstres, les puissances passer de 2 200 à 4 000 ch, les tonnages de 100 à 160 t, les vitesses s'élever à 150 km/h, tandis que des autorails ultra-rapides s'insinuaient dans les intervalles des « graphiques » laissés libres par les express ?

Comme tout se paye en ce monde, ce progrès généralisé n'alla point sans catastrophes. Un phénomène capital se produisit : pour la première fois depuis plus d'un siècle, la vieille voie ferrée internationale de 1,44 m, calquée sur l'écartement des roues des diligences, se révélait insuffisante. Le

profil des « mentonnets » de roues, méticuleusement défini par la fameuse Conférence de Berne, commençait à ne plus pouvoir maintenir sur les rails des masses géantes sollicitées par la force centrifuge.

En 1932, à Villepatour, le Paris-Bâle, que remorquait une *Mountain*, déraillait à la sortie d'une courbe après avoir tordu la voie comme un ruban de guimauve. En 1933, près d'Evreux, un accident, plus important par ses conséquences, se produisit au passage du train Cherbourg-Paris, également remorqué par une machine *Mountain*. Là aussi, la voie, en courbe, se trouvait déformée suivant des ondes d'importance croissante, qui se révélaient être la cause du déraillement du train.

Il fallait en finir. Des commissions techniques, comprenant des hommes de premier plan, tels que MM. Mauzin et Robert Lévi, furent chargés d'étudier les conditions nouvelles de la stabilité du matériel roulant et les anomalies éventuelles, à commencer par certains « glissements » dont on soupçonnait l'existence sans les avoir jamais décelés de façon précise. Ces études furent

étendues à des matériels entièrement nouveaux, tels que les *trains aérodynamiques* remorqués par *Atlantics* carénées, les plus lourdes *Mountains*, les *Superpacifics*.

C'est ainsi que l'on s'aperçut que l'on vivait sur des idées erronées depuis des années, en comptant sur la régularité du tracé des rails pour guider les véhicules suivant des trajectoires majestueusement ordonnées, alors qu'en réalité les locomotives peuvent, dans certaines circonstances, filer en glissant « comme une automobile sur une chaussée verglassée, entre deux bordures de trottoirs ! »

La lutte contre le déraillement

Rappelons quelques notions fondamentales.

Les « essieux » de chemins de fer sont formés de deux disques de roues emmanchés à la presse sur l'essieu proprement dit et cerclés de « bandages » en acier dur ; ces bandages offrent une portée de roulement cylindrique, limitée du côté extérieur à la voie par une partie légèrement conique et du côté intérieur par le mentonnet ou « boudin ».

Ce mentonnet, dont la saillie n'est que de 3 cm, est profilé des deux côtés sur le tour, car il ne faut pas oublier qu'au passage des appareils de voie où le rail est interrompu, la roue qui roule sur le rail opposé doit pouvoir prendre appui à revers sur le contre-rail (fig. 1). Les *fusées*, ou parties frottantes de l'essieu, sur lesquelles reposent les *demi-coussinets* qui sont logés dans les *boîtes à graisse*, supportant elles-mêmes les ressorts, se trouvent à l'extérieur des roues pour les wagons et voitures, et à l'intérieur pour les locomotives comportant des bielles.

On admet qu'en marche normale, la conicité des bandages suffit à assurer la stabilité du matériel roulant sur les rails. Si un essieu tend à se trouver déporté vers la gauche, par exemple, la roue droite roule sur un diamètre plus faible que la gauche, qui ne tarde pas à la rattraper ; l'essieu se met ainsi légèrement en oblique, ce qui est possible à cause des jeux, et revient se placer correctement dans l'entre-rail. Dans les courbes, la force centrifuge se charge de

même de faire rouler les roues « intérieures » sur leur plus petit diamètre : comme elles ont précisément moins de chemin à parcourir, l'effet de conicité agit encore ici dans un sens favorable en diminuant les glissements dus à l'absence de différentiel.

Notons que l'effet est inverse, donc nuisible, si la vitesse est très faible ou nulle, l'inclinaison transversale de la voie, ou *dévers*, obligeant le train à se placer vers l'intérieur de la courbe ; il est certain que le démarrage d'un train en courbe exige une très forte traction, et l'on a pu dire que, dans certaines limites, il est préférable de passer les courbes trop vite que trop lentement !

Quand les écarts deviennent trop grands, les mentonnets entrent en jeu à leur tour,

formant butée de sécurité. Cette butée n'est évidemment pas absolue ; il existe une limite d'effort horizontal (effort de déraillement), dépendant du coefficient de frottement, de la correction du profil du mentonnet, de la position plus ou moins oblique du véhicule, au delà de laquelle le mentonnet monte sur le rail ; ce n'est pas encore le déraillement irrémédiable,

car il peut arriver, suivant la position de la roue dans l'ensemble du véhicule, que les forces qui s'exercent sur le mentonnet admettent une « résultante » qui le sollicite vers l'intérieur de la voie ; on peut alors assister à un *réenrailage* spontané, qui ne saurait toutefois être érigé en règle d'exploitation courante !

Le revers du mentonnet possède d'autre part, pour diverses raisons, un profil moins favorable, en sorte que les à-coups sont particulièrement dangereux au passage des appareils de voie, où, précisément, ils sont inévitables. Deux accidents de bifurcation se sont produits de la sorte en Angleterre.

Dans une courbe, les efforts supportés par les roues de la part du rail sont d'autant plus considérables que ces roues se trouvent plus près du centre du véhicule, car elles disposent d'un moins grand bras de levier pour faire pivoter celui-ci. De là, l'habitude de « dégraisser », c'est-à-dire d'affiner le boudin du premier essieu moteur des locomotives, afin que la fonction de guidage

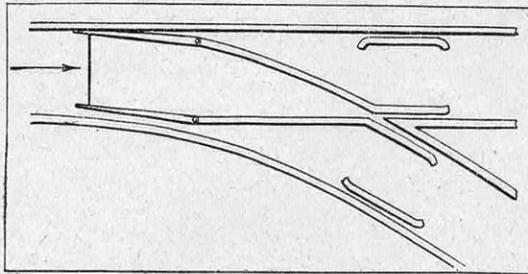


FIG. 1. — SCHEMA D'AIGUILLAGE SIMPLE
 Au droit du « cœur » de l'aiguille, le rail opposé est muni d'un contre-rail. Le boudin de la roue extérieure prend appui à revers sur ce contre-rail, pendant que la roue intérieure franchit le point où le rail intérieur est interrompu.

demeure uniquement confinée au bogie directeur ; dans cette voie, sur les locomotives très longues, les Américains sont allés jusqu'à supprimer complètement le boudin de certaines roues médianes, qui prennent l'aspect de roues de charrettes !

En ce qui concerne la voie, il suffit de rappeler qu'elle est douée d'une certaine souplesse (des essais de scellement sur béton des appareils de voie se sont traduits par des déraillements répétés), que les courbes possèdent un *dévers* convenable et que la transition des alignements droits aux courbes est assurée par des *raccordements paraboliques* d'une centaine de mètres de longueur, où le rayon de courbure varie lentement et régulièrement et où l'un des rails, l'extérieur, monte par rapport à l'autre.

Oscillations de roulis, de lacet et de galop

La circulation paisible d'un matériel roulant sur une voie de chemin de fer est une vue purement théorique. Dans la réalité,

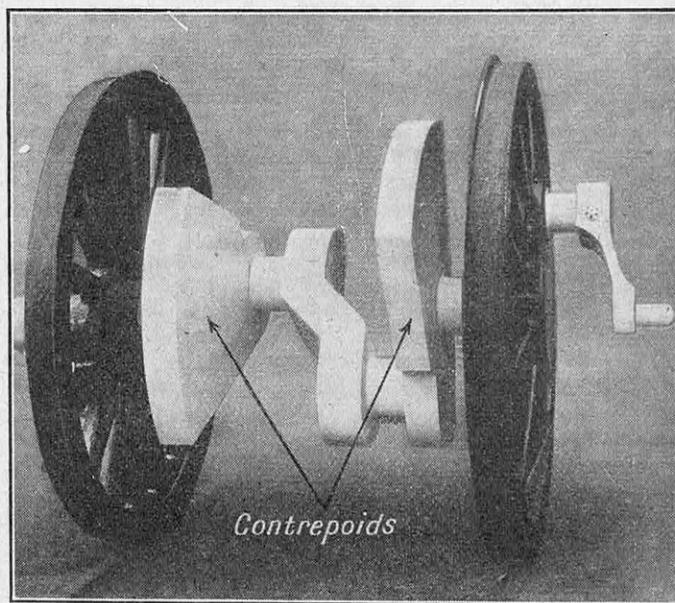
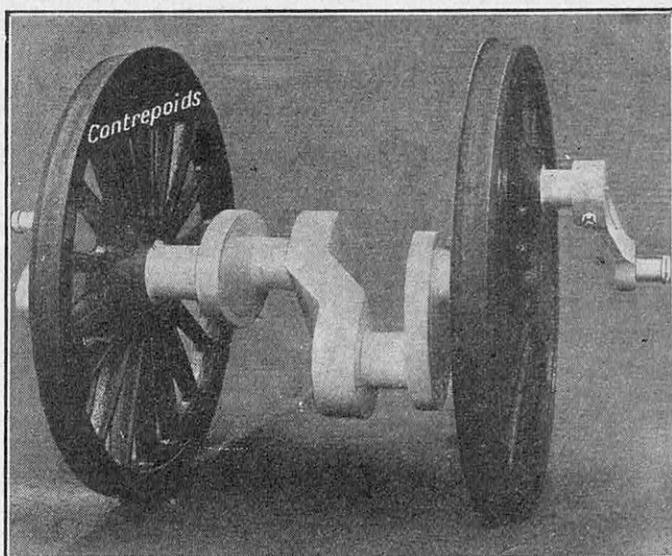


FIG. 2. — ESSIEU COUDÉ DE LOCOMOTIVE « ATLANTIC » DE FORME CLASSIQUE (EN HAUT), ET AUTO-ÉQUILIBRÉ, TYPE « CHAN » (EN BAS)

Dans l'essieu classique, l'équilibrage est assuré par des *contre-poids* en forme de segments de cercle, disposés entre les rayons des roues ; il en résulte que les efforts d'équilibrage sont transmis par les coudes, ce qui donne lieu à des déformations élastiques considérables (fig. 7). L'essieu auto-équilibré possède des *contre-poids* formés de secteurs placés au droit des flasques des coudes.

Les déformations élastiques sont ainsi évitées.

une voiture dont le volant oscillerait.

Ces diverses oscillations ont été très étudiées et Marié a condensé l'essentiel de ce qu'il faut en savoir, du point de vue classique, dans son remarquable *Traité de la Stabilité du Matériel des Chemins de fer*. En soi-même,

les véhicules, outre leur mouvement de translation, sont susceptibles de six sortes d'oscillations (fig. 3).

L'oscillation de *recul* porte les véhicules d'avant en arrière, et réciproquement, par un mouvement d'accordéon ; ce sont des translations alternatives ; il en est de même des *oscillations verticales parallèles* et des *oscillations transversales parallèles*, pour employer la terminologie classique de Marié. Au contraire, les trois dernières séries d'oscillations sont des *rotations* alternatives : ce sont le *roulis*, analogue au roulis des navires, le *galop*, analogue au tangage, et un mouvement spécial et assez dangereux, le *lacet* ou « serpentement », qui fait pointer les véhicules alternativement vers la droite et la gauche, comme

elles ne sont dangereuses que lorsqu'elles atteignent des amplitudes capables de surmonter l'effet stabilisateur des profils de roues ; mais elles peuvent devenir périlleuses par *résonance* et par la superposition de différentes sortes d'oscillations, quand y figurent des oscillations capables de *soulever* ou tout au moins de « soulager » exagérément les roues : le bandage n'ayant plus d'appui ferme sur le rail, le mentonnet devient inopérant et incapable de résister à un effort transversal, même modéré.

On peut craindre soit la résonance, soit des oscillations forcées un peu vives, lorsqu'une voie a été déformée par le passage d'un ou plusieurs véhicules animés d'un lacet important. Il est donc utile, ainsi que l'a montré Marié, de profiter de toutes les possibilités pour amortir les différentes oscillations du matériel. On y parvient, en ce qui concerne les suspensions, en mettant à profit les frottements des

lames de ressorts. Voilà pourquoi on utilise concurremment les ressorts à boudin et les ressorts à lames, pour la suspension des voitures à voyageurs, en vue de doser exactement cet amortissement.

Le *soulagement* des roues est diminué quand on emploie des ressorts très souples, mais alors les oscillations prennent une valeur inacceptable ; on doit observer également que l'appui des roues sur le rail, donc la sécurité d'action du mentonnet, dépend de la charge du véhicule ; celle-ci est peu variable pour les voitures à voyageurs, mais elle l'est beaucoup pour les wagons à marchandises et surtout pour les tenders, qui étaient les véhicules les plus dangereux du train jusqu'à ce qu'on ait pris le parti de les monter sur bogies.

Un théorème très général et assez peu

connu, celui de l'*oscillation de double amplitude*, doit entrer ici en ligne de compte. Supposons qu'en posant doucement un poids sur un ressort, nous constatons que ce ressort s'écrase de 10 cm ; reprenons notre poids, amenons-le au contact du ressort entièrement détendu, puis lâchons-le franchement : le poids va descendre en comprimant le ressort, mais il *dépassera la position d'équilibre* en vertu de son inertie, et l'expérience, comme le calcul permettait de le prévoir, montre qu'il descend de 20 cm, soit le *double*, exactement, de l'écrasement statique ».

Cette « double amplitude » se rencontre parfois dans les mouvements du matériel de chemins de fer, notamment dans le cas — aujourd'hui rarissime — des entrées en courbe (ou des sorties) non raccordées ; l'amplitude de l'oscillation est alors le double de ce qu'elle eût été si la courbe eût comporté un raccordement parabolique. Il ne faut pas oublier, en ce qui concerne

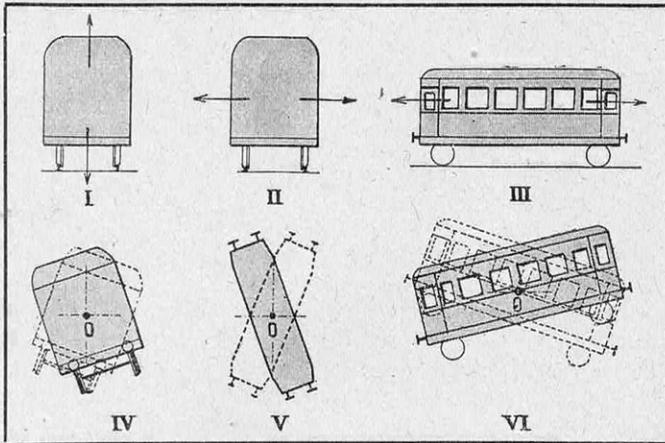


FIG. 3. — LES SIX OSCILLATIONS PRINCIPALES DU MATÉRIEL ROULANT DE CHEMIN DE FER

Les trois premières sont des « oscillations parallèles » ou translations ; les trois dernières sont de rotations alternatives. — I) Oscillations verticales ; II) oscillations transversales ; III) oscillations longitudinales, dites aussi « de recul » : c'est un mouvement d'accordéon qui se superpose à la marche générale du train ; IV) roulis ; V) lacet ; VI) galop, analogue au tangage des navires ; O, centres d'oscillation, dont la position varie suivant le type de suspension.

la suspension des machines longues, que celles-ci ne pourraient rouler sur la *surface gauche* présentée par le raccordement, sans des dispositions appropriées où figure une élasticité convenable des ressorts, parfois articulés entre eux par des *balanciers*.

« Pseudo-glissement » et dérapage sur rails

Les recherches de M. Robert Lévi ont porté sur la nature du *glissement* inévitable entre roues et rails, qui accompagne le roulement des véhicules de chemin de fer.

Les rayons effectifs des deux roues d'un même essieu sont, en général, différents, car l'essieu est rarement placé exactement au milieu de la voie, en sorte que la conicité intervient. La « mécanique rationnelle » nous enseigne que, dans ces conditions, le

solide indéformable formé par les deux roues et leur essieu va tourner, par un mouvement de manège, autour du point O où le prolongement de l'axe de l'essieu perce le plan qui s'appuie sur les deux rails (fig. 4). Mais ce solide est-il réellement indéformable ? Evidemment non ; à faible vitesse, la « condition cinématique » ci-dessus pourra se trouver respectée, mais, dès que des considérations de vitesse et d'inertie interviennent, on est forcé de reconnaître qu'un certain glissement des roues sur les rails est inévitable. Cette anomalie est encore plus marquée si l'on considère non plus un essieu isolé, mais un groupe d'essieux supportant un véhicule et assujettis par leurs boîtes à graisse ; il est clair que si un véhicule, pour une raison quelconque, avance « en travers de la voie », c'est-à-dire en position oblique, la surface de bandages qui est en contact avec les rails glisse transversalement sur les rails, malgré l'adhérence.

Pour préciser l'allure du phénomène matériel, on peut imaginer un quadrillage dessiné à la surface du rail et à la surface de la roue, comme une empreinte (fig. 5). Tant que le roulement se produit sans effort, les deux quadrillages demeurent réguliers ; mais, si nous avons affaire à une roue motrice, par exemple, qui exerce un effort longitudinal, les lignes du quadrillage vont se déformer en sens inverse sur la roue et sur le rail, traduisant la déformation du métal lui-même sous l'effort ; tout se passera comme si le roulement était accompagné d'un léger glissement longitudinal. La déformation du quadrillage sera transversale si la roue dérape de côté, sous l'action, par exemple, de la force centrifuge.

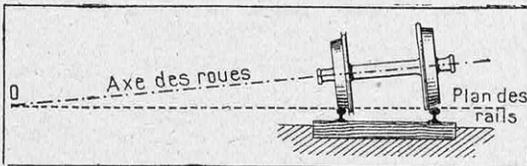


FIG. 4. — POSITION DU « CENTRE INSTANTANÉ DE ROTATION » D'UN ESSIEU QUI N'EST PAS EXACTEMENT AU MILIEU DE LA VOIE

L'inclinaison de l'essieu (exagérée sur ce dessin) est due à la conicité des bandages de roues. Le solide formé par les roues et l'essieu tend à tourner autour du point O , centre instantané de rotation.

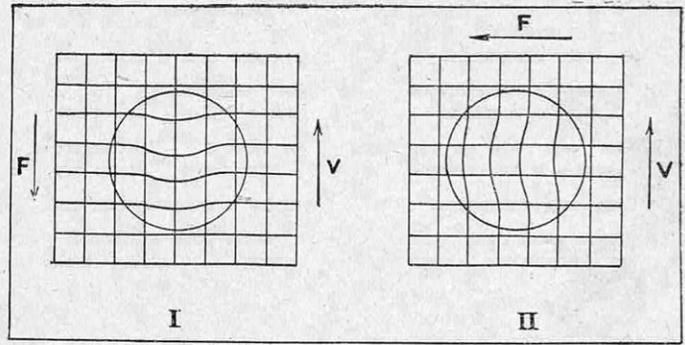


FIG. 5. — DÉFORMATION SUPERFICIELLE DU RAIL AU PASSAGE D'UNE ROUE MOTRICE (I) ET SOUS L'ACTION DE LA FORCE CENTRIFUGE (II)

Le cercle représente conventionnellement l'aire de contact de la roue. Un quadrillage étant supposé dessiné sur le rail, ce quadrillage se trouve déformé élastiquement comme l'indiquent les schémas, puis reprend sa régularité après le passage de la machine. V , sens de la vitesse ; F , sens de l'effort.

Dans le cas d'une roue motrice dont la charge totale sur le rail était de 10 t, le diamètre de la roue étant de 2 m, on a constaté que pour un effort de traction de 1 t, la roue avançait de 1/2 000 de moins que lorsqu'il n'y avait pas d'effort moteur. La traction se traduisait donc par un pseudo-glissement de 0,50 m par kilomètre.

En ce qui concerne le pseudo-glissement transversal, des expériences ont été faites à l'aide d'un appareil à roulement et glissement comportant un tambour sollicité axialement par un poids ; on obtient une courbe d'allure nettement asymptotique, attestant le glissement important qui se produit dès que la force horizontale, agissant sur le véhicule en pseudo-glissement, atteint une valeur notable.

Or, les théories du frottement nous ont familiarisés depuis longtemps avec la fâcheuse position d'un corps solide qui glisse sur un support fixe tout en se trouvant soumis à une force perturbatrice transverse, ici la force centrifuge : il se produit ce qu'on appelle un mouvement *louvoyant*, c'est-à-dire que, même si cette force est extrêmement petite, elle provoque un déplacement transversal et des oscillations latérales.

Les conséquences de ces curieux phénomènes modifient assez sensiblement l'idée que l'on se faisait de la circulation des locomotives en courbe et sur les appareils de voie. Il peut arriver, dans certains cas, que les déformations des rails deviennent telles que la roue avant manque de plusieurs millimètres la *pointe de cœur* d'un aiguillage ! Il ne servirait de rien de renforcer les éléments déformés ; le remède consiste à uti-

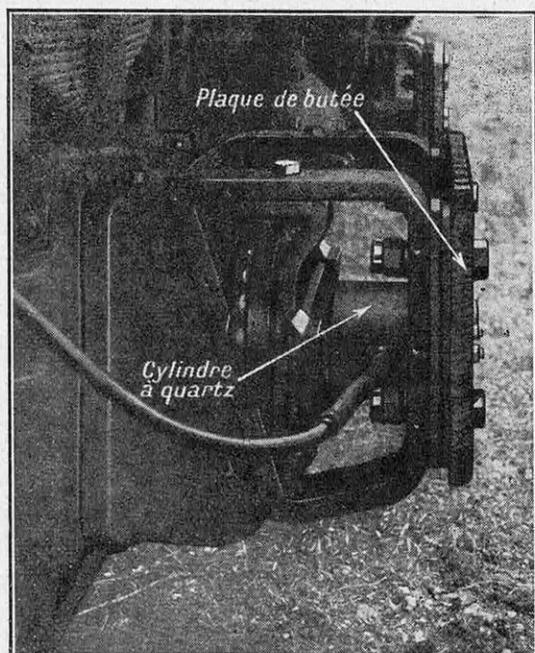


FIG. 6. — QUARTZ PIÉZOÉLECTRIQUE INSTALLÉ DANS LE PROLONGEMENT D'UN ESSIEU POUR LA MESURE DES EFFORTS EXERCÉS SUR LES ROUES PAR LES RAILS

Le boîtier cylindrique contenant le quartz est logé entre la tête de l'essieu et la plaque extérieure de la « boîte à graisse », qui a été élargie à cet effet. Le quartz est relié aux appareils enregistreurs par des câbles à fort isolement.

liser comme organes directeurs uniquement les essieux extrêmes, par dégraissage des boudins intermédiaires, et à éviter soigneusement sur le rail les tracés « anguleux ».

Le « quartz piézoélectrique » mesure les chocs des locomotives

Les recherches de M. Mauzin présentent un grand intérêt pratique ; elles portent sur la mesure directe, à l'aide de quartz piézoélectriques, des efforts exercés sur la roue par le rail, ou plus exactement par l'essieu sur les boîtes à graisses fixées aux ressorts (fig. 6). Ces deux efforts sont égaux, aux effets d'inertie près exercés par les roues elles-mêmes, et en faisant abstraction du poids total de l'essieu.

Ce sont les frères Curie, en 1881, qui ont mis au point la théorie du quartz piézoélectrique, véritable *générateur d'électricité statique* : si l'on exerce un effort sur l'une des faces d'un cristal de quartz, il apparaît des quantités d'électricité, positive et négative, que l'on peut recueillir sur deux faces opposées au moyen d'armatures métalliques

et transmettre à un électromètre. On constate que les quantités d'électricité engendrées sont *proportionnelles à l'effort exercé*. L'appareil peut donc servir de dynamomètre avec indications à distance ; les faibles dimensions du quartz permettent de l'introduire entre des organes très rapprochés et en des points peu accessibles.

Un quartz soumis à un effort de 10 t fournissant 635 « Unités électrostatiques CGS », si on le relie aux bornes d'un condensateur d'une capacité de 100 000 Unités électrostatiques CGS, la différence du potentiel obtenue aux bornes de ce condensateur sera de 1,9 volt ; elle peut donc être mesurée avec précision.

M. Mauzin utilise comme « électromètre sans fuites » une *lampe thermoionique*, dont la résistance grille-cathode est de l'ordre du milliard de mégohms. Cette lampe traduit les variations de potentiel par des variations de courant, qui sont enregistrées à l'aide d'un *oscillographe cathodique*.

Les quartz peuvent être placés en différents points suivant les efforts que l'on se propose d'étudier ; pour mesurer les réactions transversales voie-essieu, on les place entre le coussinet (qui reçoit directement les impulsions par un collet de l'essieu) et le flanc de la boîte à graisse. Ces quartz sont reliés aux appareils enregistreurs par des conducteurs protégés et parfaitement isolés.

Des essais ont été faits avec une *Pacific*, la 231 D, et une *Atlantic*, la 221 A, la première équipée de quartz aux 1^{er}, 2^e, 3^e et 5^e essieux ; la seconde, équipée aux 1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e essieux. Sur le parcours Paris-Laroche par Héricy, qui comporte des rayons s'abaissant jusqu'à 500 m, les diagrammes obtenus avec des vitesses de 115 à 140 km/h, suivant les points du parcours,

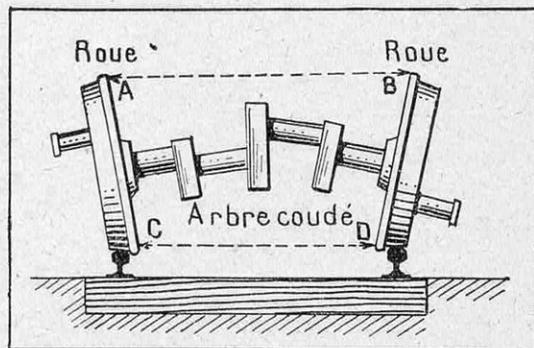


FIG. 7. — ESSIEU COUDÉ D'« ATLANTIC » OU DE « MOUNTAIN » DÉFORMÉ SOUS L'ACTION DES EFFORTS CENTRIFUGES
AB peut arriver à surpasser CD de 18 mm.

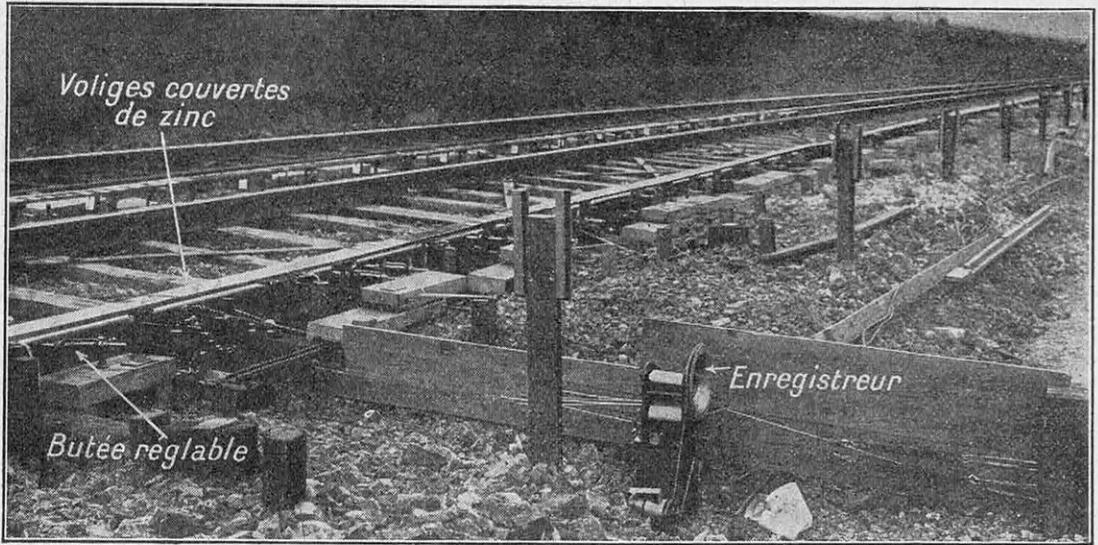


FIG. 8. — VUE D'ENSEMBLE DE L'ÉQUIPEMENT DE LA VOIE POUR L'ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES LOCOMOTIVES « MOUNTAIN » EN COURBE

Le long du rail est disposée une piste continue formée de planches minces ou voliges, montées sur ressorts et couvertes de lames de zinc. Le cercle tranchant fixé sur chaque roue (fig. 10) vient marquer dans le métal une raie creuse que les traces laissées par le tampon encreur, dont la couleur varie suivant l'essieu, permettent d'identifier. Des butées réglables mesurent le « renversement » du rail.

rèvent des « pointes » d'effort équivalant à de véritables chocs, extrêmement supérieures à l'effort moyen. Pour la 231 B, les valeurs moyennes sont comprises entre 0,4 t et 1 t, tandis que les pointes atteignent 10 t !

Ce sont ces « percussions », non l'effort moyen, qui s'accroissent lorsqu'on augmente la vitesse et, par conséquent, ce sont elles qui limitent les possibilités de grandes vitesses avec les voies et les matériels actuels.

Pratiquement, on considère dès à présent comme possible de faire circuler couramment des *Atlantics* à 140 km/h sur les alignements droits et les

courbes de 1 200 m de rayon et à 130 km/h sur les courbes de 900 m de rayon. Les courbes de rayon inférieur devraient être relevées, par une augmentation du dévers, pour tolérer sans danger de telles vitesses ;

mais il faut observer que l'on est limité de ce côté, les dévers exagérés offrant un danger sérieux pour les trains circulant à faible vitesse.

Les essieux de « Mountains » se fissurent : pourquoi ?

M. Chan, ingénieur de la région Sud-Est, a étudié certaines avaries caractéristiques qui s'étaient produites sur les *essieux moteurs* coulés de locomotives 221 A

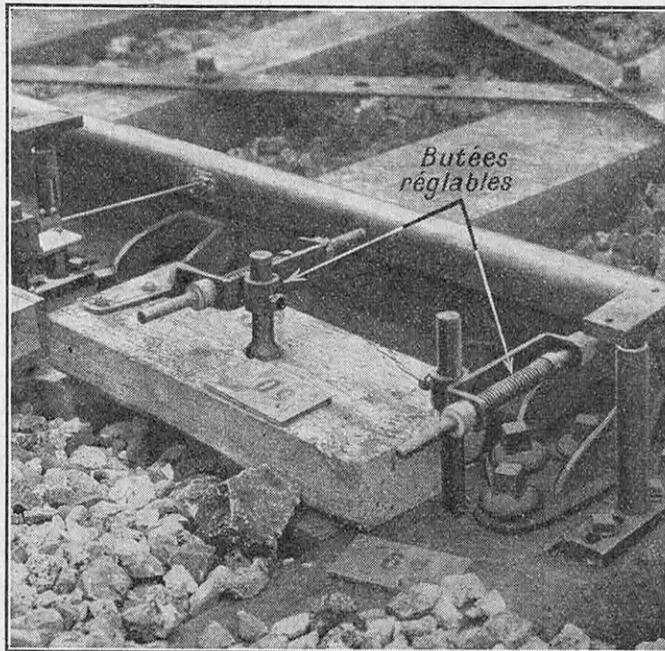


FIG. 9. — DÉTAIL DES BUTÉES RÉGLABLES DESTINÉES À LA MESURE DE LA DÉFORMATION DU RAIL

(Atlantic) et 241 A (Mountains). Au bout d'un parcours de 50 000 km environ, on constata que les parties extrêmes s'étaient fissurées au raccordement de la fusée et de la manivelle, en un point, toujours le même, situé à 20° en arrière de la manivelle.

Cette fissuration était due à une déformation de l'essieu et ne provenait pas de l'effort moteur des bielles, mais d'un *équilibrage* imparfait des masses tournantes.

La coutume est, en effet, d'équilibrer le poids des coudes de l'essieu (et d'une partie du poids des bielles) au moyen de contrepoids logés dans les rayons des roues. L'équilibrage obtenu est satisfaisant, au point de vue statique et dynamique, si l'on considère l'essieu comme un solide indéformable; mais les efforts d'équilibrage sont transmis par les différentes parties de l'essieu, qui se trouvent ainsi soumises à des « contraintes » inadmissibles, dépassant le taux de résistance normal de l'acier: ces efforts ont pu atteindre 5 200 kg par cm² contre 1 500 kg par cm² pour l'effort moteur dû aux bielles.

Au moyen d'une jauge transversale, constituée par une tige à coulisse munie de galets rotatifs et prenant appui contre les roues, il a été possible de mesurer la déformation réelle qui se produit dans un essieu coudé en rotation; les indications étaient transmises à des appareils enregistreurs par un montage électrique potentiométrique. On a trouvé ainsi qu'à 120 km/h la déformation était telle que l'écartement des roues dans le haut excédait de 18 mm l'écartement dans le bas (fig. 7) !

Le remède était évident. Il consistait à placer les contrepoids exactement en face des coudes à équilibrer, sous forme de secteurs d'acier venus de forge et prolongeant les flasques (fig. 2). Les essieux autoéquilibrés ainsi obtenus ont donné satisfaction et se sont révélés aptes à supporter les grandes vitesses sans présenter les déformations dangereuses que nous venons de signaler.

Equilibre des locomotives en courbe

Ce bref aperçu serait incomplet si nous omettions les importantes recherches expérimentales de M. Lanos sur le cheminement des locomotives en courbe.

Dire qu'un véhicule se trouve maintenu sur les rails par la conicité des bandages et, à l'extrême, par les mentonnets, n'a un sens précis que si l'on a affaire à un seul essieu ou à un nombre d'essieux réduit. Il est bien certain que sous une machine longue, telle qu'une *Mountain* 241, les rôles dévolus aux différents essieux ne sont pas les mêmes; le *bogie*, orientable grâce à son pivot et « déportable » grâce à ses ressorts horizontaux, ainsi que le *bissel* arrière, essieu simple mais également doté de ressorts de rappel, peuvent être considérés comme parfaitement « inscriptibles » dans les courbes. Il n'en est pas de même de la partie rigide de la locomotive, formée par les quatre essieux moteurs; on peut se demander quelles roues viennent en contact avec le rail extérieur, suivant la vitesse, et par suite quelle position géométrique la machine tend à occuper dans l'espace libre que lui confère le jeu des mentonnets dans les rails.

Cette position, difficile à déterminer, offre une grande importance pratique, car elle définit tout d'abord l'angle sous lequel chaque mentonnet attaque le rail; si cet angle prend une valeur excessive, des copeaux peuvent être arrachés et le mentonnet peut même monter sur le rail; d'autre part, il ne s'agit nullement ici de positions *statiques*, « paisibles », mais d'élongations extrêmes représentant les pointes de périlleuses oscillations de lacet qu'il s'agit de déterminer.

Les expériences ont été exécutées à dessein aussi bien sur de « bonnes courbes » que sur des tronçons de voies particulièrement défavorables, comportant deux courbes de 1 000 et de 600 m de rayon, de médiocre tracé; des mesures précises ont

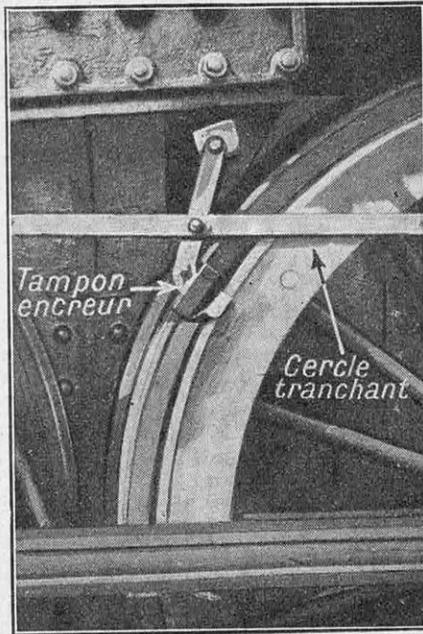


FIG. 10. — CERCLE TRANCHANT FIXÉ CONTRE UNE ROUE DE « MOUNTAIN » ET TAMPON ENCREUR POUR LA DÉTERMINATION DES POSITIONS EXACTES DES ROUES LORS DU PASSAGE D'UNE MACHINE EN COURBE

fait ressortir, en différents points de la courbe de 1 000 m de rayon nominal, des rayons variant de 621 à 2 572 m !

Sur ces courbes, on fit choix de deux arcs d'une quarantaine de mètres de longueur, qui furent équipés au moyen de voliges de bois plates (fig. 8), recouvertes d'une feuille de zinc et disposées en file continue le long du rail extérieur ; ces voliges étaient placées sur des pieds à ressort qui leur permettaient de s'abaisser de 52 mm. Des butées réglables permettaient, d'autre part, de mesurer le déversement des rails (fig. 9).

Les locomotives reçurent un équipement de roues consistant en des cercles à bord tranchant fixés contre les roues motrices ; ces cercles venaient rouler sur les feuilles de zinc, qu'elles forçaient à s'abaisser, en marquant une trace précise de leur passage. Des tampons encreurs de couleurs différentes pour chaque roue, permettaient

de distinguer, parmi les différentes raies laissées sur le zinc, les traces correspondant à chacune des roues (fig. 10).

Les résultats furent des plus curieux. Il existe quatre positions principales que la *Mountain* utilisée aux essais peut occuper durant son passage en courbe (fig. 11). Au pas, ou à très faible vitesse, elle s'appuie franchement contre le rail intérieur, sous l'influence du dévers, par ses deux roues motrices médianes ; quand la vitesse s'accroît, ce rôle d'appui se trouve dévolu aux deux essieux moteurs arrière, puis la locomotive se place « en travers », portant par une roue motrice arrière contre le rail intérieur et par une roue motrice avant contre le rail extérieur. Aux grandes vitesses, la

machine se trouve entièrement plaquée sur le rail extérieur, contre lequel elle s'appuie par ses deux roues motrices extrêmes.

Dans cette dernière position, qui se présente notamment à 120 km/h, la locomotive est irréprochable ; il n'en est pas de même pour les vitesses de transition, au-dessous desquelles la machine s'appuie uniquement contre le rail bas (rail intérieur) et au-dessus desquelles elle s'appuie contre le rail haut. Il y a là des *positions oscillantes*, avec

chocs possibles contre les rails ; pour les machines étudiées, sur courbe de 600 m de rayon, cette zone critique s'étend de 85 à 115 km/h.

Dans un domaine assurément bien différent, nous retrouvons ici cette notion des *vitesses critiques*, caractérisées par l'amorçage de phénomènes vibratoires, qui suscitent tant de difficultés aux ingénieurs pour la construction des moteurs rapides. Le problème, ici encore, consiste

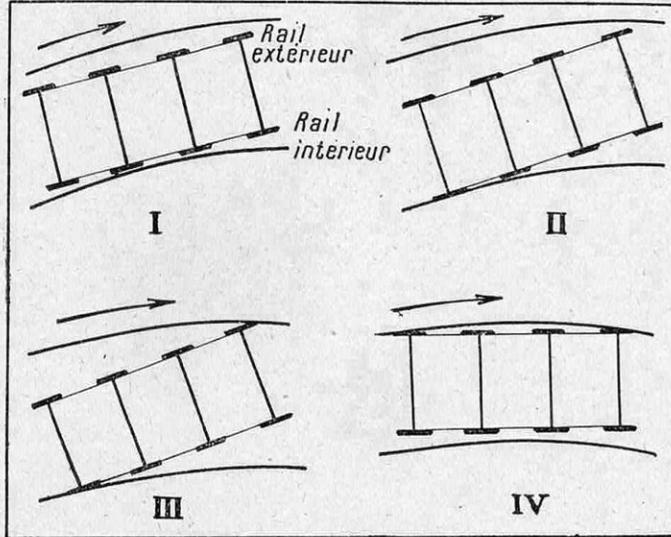


FIG. 11. — POSITIONS CARACTÉRISTIQUES D'UNE « MOUNTAIN » LORS D'UN PASSAGE EN COURBE

Seuls ont été figurés les quatre essieux moteurs ; le bogie avant et le « bissel » arrière ne sont pas représentés. I) Passage à 6 km à l'heure ; la machine s'appuie sur le rail inférieur (rail intérieur de la courbe) par son deuxième et son troisième essieu. La vitesse augmentant, elle prend les positions II et III, puis, à 120 km/h, se plaque contre le rail extérieur (IV). Entre ces positions principales existent des positions intermédiaires « oscillantes » plus ou moins stables.

à placer, si possible, ces vitesses critiques en dehors des vitesses normalement employées pour la machine.

Il ne semble pas impossible d'y parvenir grâce à une étude méthodique de l'influence des ressorts de rappel du bogie et du bissel arrière, ainsi que de certaines réactions dues à la cheville ouvrière qui sert d'attelage au tender.

Pour l'instant, le « régime critique » se place toujours dans les vitesses hautes, mais non maxima ; et nous assisterons sans doute encore durant des années à ce paradoxe d'une locomotive donnant toute sa vitesse, pour passer à 120 km/h des courbes qu'elle franchirait avec moins de sécurité à 110 !

PIERRE DEVAUX.

A 300 MÈTRES DE PROFONDEUR TRACERA-T-ON DES AUTOROUTES DANS LE SOUS-SOL PARISIEN ?

Par Victor JOUGLA

Le siècle dernier, celui de la machine à vapeur et de la concentration industrielle, a marqué le début du développement énorme des grands centres urbains qui se poursuit encore aujourd'hui et qui pose à l'urbaniste de multiples et complexes problèmes parmi lesquels ceux relatifs aux transports souterrains et de surface viennent en première ligne. L'agglomération parisienne (en y comprenant les cités satellites de sa proche banlieue, telles que Saint-Denis, Saint-Ouen, Boulogne, etc.) est passée en cent ans de 1 à 5 millions d'habitants (de 1836 au dernier recensement de 1936 pour le département de la Seine). Sans doute, la rapidité et la souplesse des moyens de locomotion modernes et les progrès de l'électrification des chemins de fer permettront-ils de pousser encore l'extension de la ville vers sa lointaine banlieue. Mais, depuis plusieurs années déjà, ses artères centrales, grâce à une réglementation stricte (sens unique, signaux d'arrêt, etc...) ont atteint leur rendement maximum et leur insuffisance se manifeste un peu plus chaque année. Voici un audacieux projet qui consiste à tracer, au-dessous du sol immédiat, actuellement saturé lui aussi par les réseaux du métropolitain, des égouts, des canalisations d'eau, de gaz, d'électricité et de chauffage urbain, un réseau supplémentaire d'autoroutes profondes à grand rendement, facilitant l'accès et la traversée de la zone centrale, joignant ses principaux centres de circulation, et raccordé au réseau national des autoroutes rayonnant autour de la capitale. Les travaux d'exécution, aisément réalisables dans l'état actuel de la technique, ne pourront sans doute être entrepris d'ici longtemps, étant donné leur coût élevé. Ils constituent cependant une solution rationnelle du problème de la circulation parisienne dont l'urgence ne fait que croître. L'utopie d'aujourd'hui peut être la réalité de demain.

LA naissance d'une ville procède-t-elle des lois aussi « naturelles » que celles qui président à la formation d'un organisme vivant ?

Si l'on considère l'extension séculaire de Paris autour de l'antique Lutèce primitivement rassemblée dans l'île de la Cité, c'est bien une croissance organique que l'on a devant les yeux. Non seulement la Ville a grandi par éclatements successifs de ses enceintes historiques, mais encore les motifs de cette expansion périodique apparaissent dans les plans chronologiques superposés, avec la même précision que sur la coupe d'un vieil arbre. A chaque « mutation brusque », ses artères de circulation se sont élargies en même temps que ramifiées, tandis que, rasés et déversés dans leurs douves, les remparts du siècle précédent devenaient les boulevards du siècle suivant, ornés des anciennes portes fortifiées, présentées par la tranche à titre de souvenirs.

Il existe évidemment un phénomène de nutrition réciproque, de « symbiose », entre les voies de circulation et les quartiers d'une

grande ville. On s'est parfois demandé si, pour coloniser des terres vierges, la route et la voie ferrée devaient créer la ville ou si la ville devait, en naissant et grandissant au petit bonheur, susciter la route à sa convenance. Qu'il s'agisse d'un antique territoire urbain ou d'espaces continentaux, le problème reste le même.

A notre sens, les deux thèses qui se disputent sa solution, loin d'être contradictoires, se complètent. C'est évident pour l'exemple du terrain vierge, nécessairement plus clair : la ville naît dans la brousse sous forme de village et la voie d'accès s'élargit à mesure que croît la ville. L'heure du chemin de fer, de l'autoroute, peut venir comme elle peut également ne jamais sonner. Une « résonance » s'établit entre les deux accroissements de l'agglomération et de ses voies d'accès. Tout le savoir-faire de l'administrateur n'est pas de trop pour évaluer son rythme afin de le diriger. S'il ordonne la construction d'une voie impériale là où la ville ne « répondra » pas, l'effort sera coûteux et stérile. Par contre, s'il tarde à doter

des voies extérieures *et* intérieures, qu'elle réclame, une agglomération en pleine jeunesse, il risque non seulement d'enrayer ce développement, mais encore d'en compromettre l'acquis par une sorte de congestion malsaine. Rien de plus hasardeux que de créer une ville de toutes pièces. La « capitale artificielle » — tout administrative, il est vrai — de l'Australie (Camberra) ne rivalisera jamais ni avec Sydney ni avec Melbourne. Ses architectes le savaient, mais l'ont-ils « su » avec justesse ? Leur plan grandiose semble avoir péché par excès d'optimisme.

Par contre, quand le célèbre préfet de Paris Haussmann ordonnait les percées des boulevards de Strasbourg et de Sébastopol, les devis insuffisants qu'il contre-signait prévoyaient mal l'avenir. Il est vrai que d'après critiques accusaient alors le préfet Haussmann de créer, par ces voies aujourd'hui surencombrées, des « déserts » en plein Paris !

Beaucoup d'urbanistes contemporains aussi brillants qu'utopiques n'ont pas suffisamment médité ces principes « biologiques » de la cité.

Il s'agit maintenant d'appliquer les principes à Paris.

Le problème de la circulation parisienne se pose, en effet, et pour la ville elle-même, prise en son état présent, et pour son extension éventuelle. D'autre part, si Paris, déjà qualifié de tête disproportionnée dans une France « hydrocéphale », s'agrandit encore, le pays tout entier risque d'éprouver un surcroît de malaise — au cas où serait exacte cette thèse de l'hydrocéphalie. Ainsi compris, le problème de la circulation parisienne prend une signification « capitale » — c'est bien le mot — pour la nation entière.

Nous voulons présenter aujourd'hui les

moyens que d'audacieux techniciens proposent pour le résoudre. Aux perfectionnements de la circulation en surface, ils veulent ajouter ceux de la circulation en profondeur et, pour dire net, offrir à la circulation autonome des voitures un réseau souterrain strictement analogue à celui dont le grand ingénieur Bienvenue a doté Paris par son chemin de fer électrique, tout en tunnels, le Métropolitain.

Réservant donc la question d'opportunité, que nous réexaminerons pour conclure, considérons d'abord le projet grandiose du seul point de vue technique.

L'extrême complexité du Paris souterrain

Techniquement, le projet serait insensé, s'il ne figurait l'aboutissement rationnel de l'utilisation du sous-sol urbain, telle qu'elle est déjà commencée. L'objection financière nous semble, par contre, secondaire — malgré que les services de la Ville y attachent actuellement (et pour cause !)

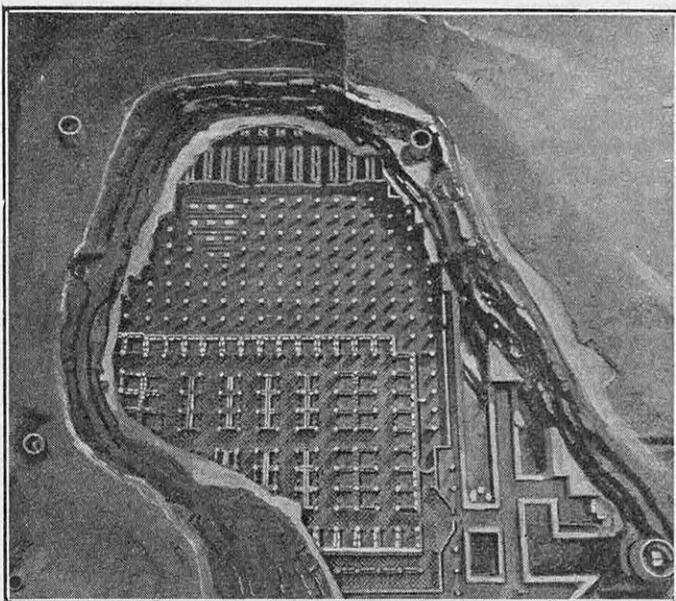


FIG. 1. — MAQUETTE DE LA SALLE SOUTERRAINE DE LA BANQUE DE FRANCE, COUPÉE A DIVERSES HAUTEURS. Cette salle de 1 hectare de superficie a été construite à environ 20 mètres de profondeur dans le calcaire et sous l'eau.

une importance primordiale. Il en est ici comme pour les grands barrages : ils eussent paru « utopiques » en 1910. Or, en 1930, le *Boulder Dam* s'est construit avec une réduction de 90 pour cent sur la main-d'œuvre employée par mètre cube de matériaux dans les ouvrages immédiatement précédents. Nous en demandons pardon à l'Administration, mais l'expérience montre que le développement des moyens techniques n'a jamais été « prévu » par elle avec justesse.

D'ailleurs, ne faut-il pas envisager que, dans la troisième dimension aussi, ce qui était insensé hier (les « grands » boulevards d'Haussmann) peut figurer la sagesse et même l'insuffisance de demain ?

Les ouvrages souterrains de Paris sont d'une complexité strictement congénitale

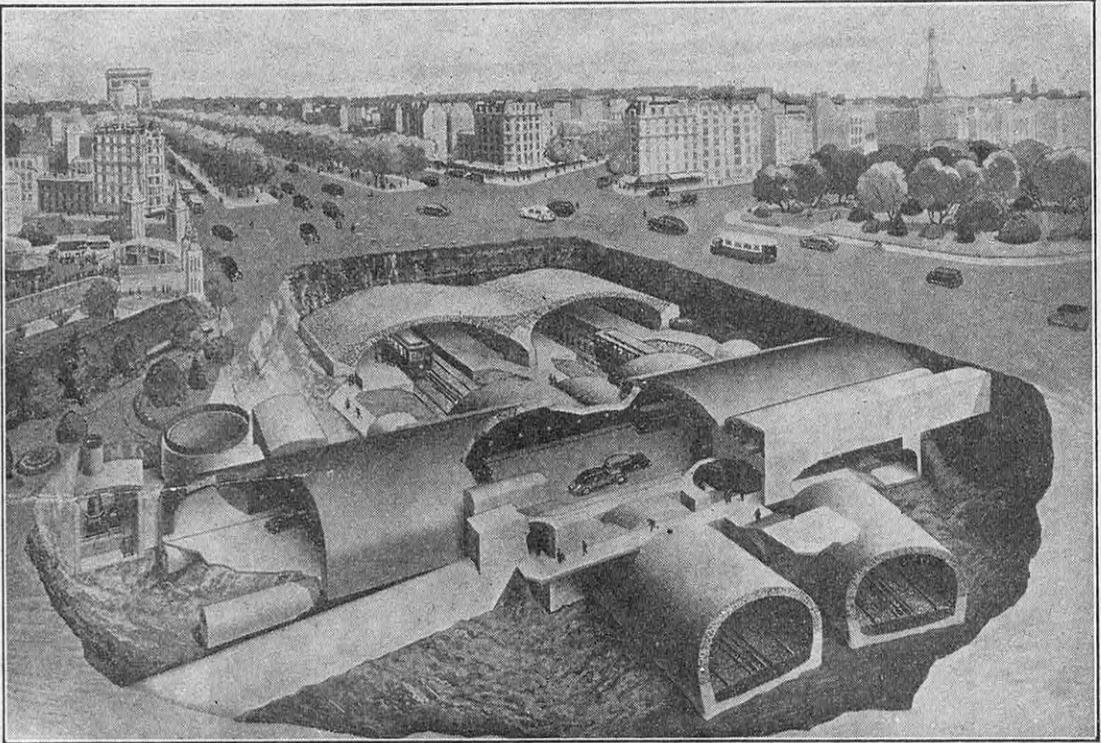


FIG. 2. — L'AMÉNAGEMENT SOUTERRAIN DE LA PORTE MAILLOT A PARIS

On y voit la superposition du métropolitain, du passage souterrain pour automobiles et de la chaussée.

de la ville elle-même. Celle-ci envahissait, en surface, les carrières mêmes qui subvenaient aux besoins en matériaux de ses bâtisseurs successifs. Dès le xvii^e siècle, les carrières abandonnées, devenues terrains de construction, provoquaient des éboulements.

Aussi bien, c'est de 1776 que date le service de surveillance des catacombes parisiennes, grâce auquel on possède aujourd'hui une carte géologique et topographique au 1/15 000 du Paris souterrain.

Ensuite sont intervenus les ouvrages ordi-

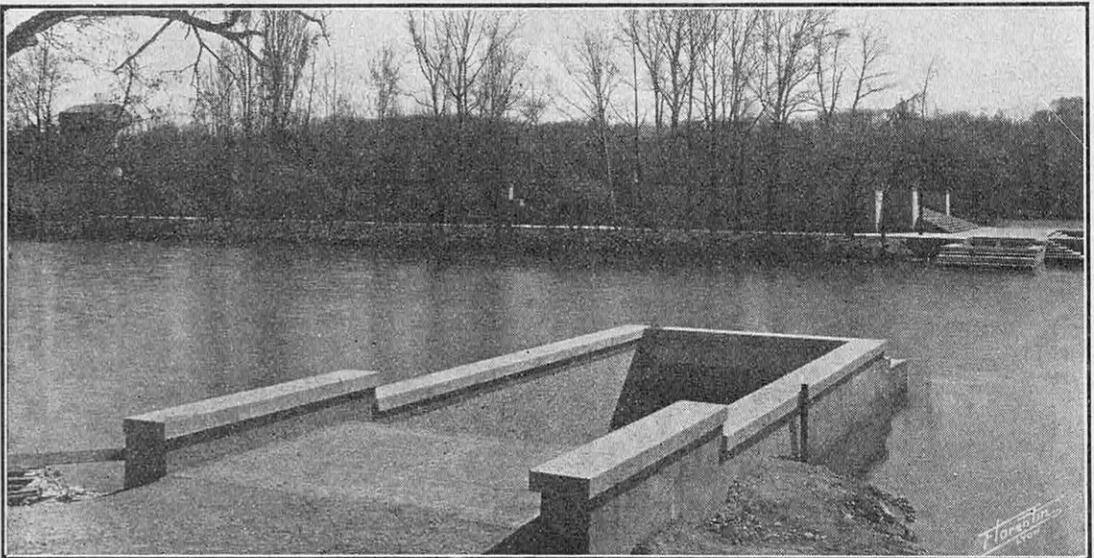


FIG. 3. — ACCÈS AU PASSAGE SOUTERRAIN CREUSÉ SOUS LE LAC DU PARC DE LA TÊTE D'OR, A LYON, PERMETTANT AUX PIÉTONS DE SE RENDRE DIRECTEMENT DANS L'ILE DE CE PARC

naires d'édilité. Aux égouts, dont les premières traces remontent à Charlemagne et qui, dans leurs formes actuelles, sont devenus d'imposants canaux, se sont ajoutées successivement les canalisations d'eau, de gaz, d'électricité, de chauffage urbain.

Ajoutons l'extension en profondeur des caves qui, dans certains établissements comme la Banque de France, ont presque une importance de même ordre que les superstructures.

Et c'est à travers tout cela qu'a dû se faufiler en moins de quarante ans le métropolitain.

Ses lignes *intra-muros* à peine terminées, le voici qui, déjà, se prolonge en banlieue sans quitter le sous-sol.

Les solutions actuelles du problème de la circulation se trouvent épuisées

Il suffit de considérer un instant la vue axonométrique de ce sous-sol parisien en un point critique de la circulation, à la Porte Maillot, par exemple, pour apercevoir le caractère exact du métro : une vraie taupinière, à fleur de terre, toujours en quête d'une bouche d'aération, d'escaliers raccourcis pour les accès et, surtout, d'une économie d'ascenseurs. Or, justement, voici qu'à cette même Porte Maillot une nouvelle prétendante au domaine souterrain entre en ligne : *la circulation automobile* (fig. 2).

Les boulevards militaires sont déjà ponctués de neuf « passages souterrains ». Un

dixième a été ouvert au débouché du Pont d'Iéna sur le quai de Tokio, afin d'assurer le passage des voitures sous les terrains de l'Exposition de 1937. Il est conservé. On n'a pu reconstruire le pont du Carroussel sans ménager un passage routier du même type. A Lyon, les mêmes solutions sont adoptées le long des quais du Rhône et de

la Saône. Ces voies souterraines reviennent à 125 millions au km, pour un débit *automobile* horaire de 15 000 personnes — tandis que le Métropolitain débite trois fois et demie plus, en coûtant deux fois moins, d'après les évaluations de M. Giraud, directeur général des Travaux de Paris.

Est-ce tout ce que l'on a demandé, jusqu'à présent, au sous-sol des villes de par la seule nécessité immédiate ? Non pas. Il a fallu installer des garages souterrains, desservis soit par ascenseurs, soit par rampes. Tout grand immeuble récent se ménage de telles an-

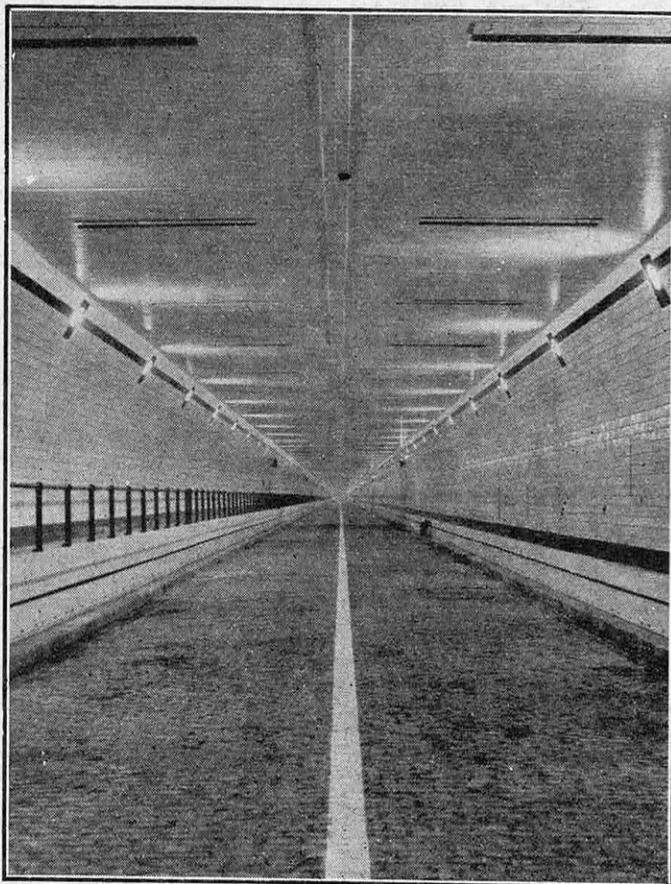


FIG. 4. — TUNNEL POUR VÉHICULES A ANVERS

Anvers, troisième port européen, doit s'agrandir, pour faire face à l'accroissement de son trafic, et pour cela enjamber l'Escaut. Deux tunnels, un pour piétons et cyclistes, l'autre pour véhicules, ont été construits à cet effet. Ce dernier mesure 2 110 m de long, 6,75 m de largeur de chaussée, 4,50 m de hauteur libre. Il doit autoriser le passage de 2 000 véhicules à l'heure.

nexes, si son emplacement le permet. A Lyon, c'est la place Bellecour que la municipalité envisage de creuser pour remiser 600 voitures.

Ne parlons pas des passages souterrains destinés aux piétons. Ceux-ci ne les utilisent pas, sauf quand leur existence répond à un besoin inéluctable, tel que ce passage sous le lac de la Tête d'Or, à Lyon, qui permet de rejoindre son île plaisante sans payer tribut aux bateliers (fig. 3).

Des abris souterrains spécialement com-

mandés par la défense passive bénéficieraient évidemment des mêmes conditions de « force majeure ». Mais il se trouve, ici encore, que, mises à part les tranchées superficielles et hâtives actuellement en chantier, c'est aux ouvrages souterrains déjà établis, en profondeur suffisante, et non pas à des ouvrages neufs, que la défense passive envisage de recourir.

En résumé, de ce bref examen, il résulte que le sous-sol immédiat d'une grande ville moderne est bel et bien saturé.

Cependant, le facteur « circulation » ne connaît pas de répit. A l'heure actuelle, grâce à la « crise », Paris et la Seine ne comptent que 450 000 voitures, soit une pour 10 habitants. En cas de reprise économique, Paris seul n'aurait-il pas droit à 800 000 automobiles, plus d'une par quatre habitants, tout comme New York ?

Il faudra, par conséquent, dégager encore, coûte que coûte, la circulation de surface. A l'intérieur de la ville, surtout au centre, la décongestion obtenu par les systèmes giratoires et de coupures synchrones de la circulation a déjà fourni son maximum de rendement.

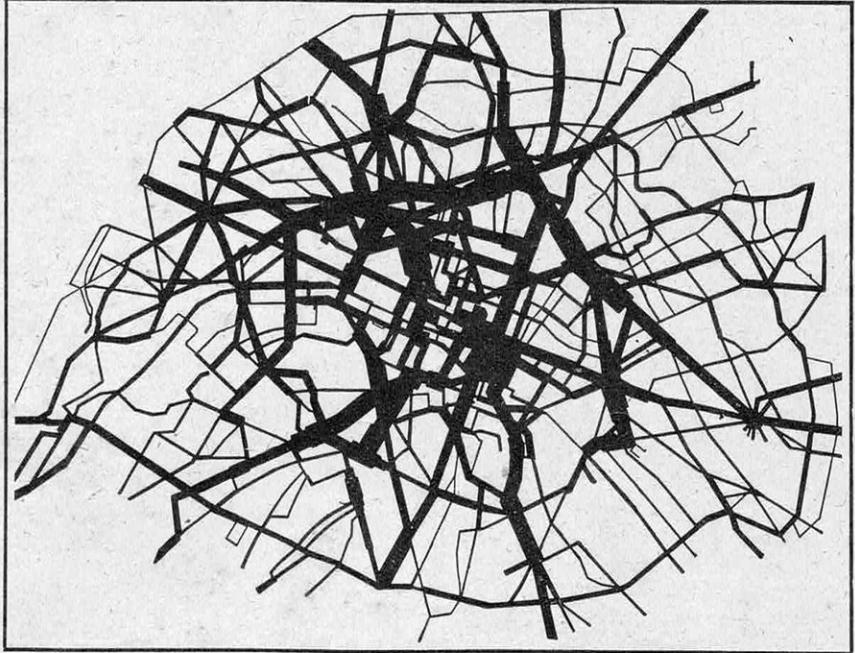
Que reste-t-il donc à faire ?

Ce qu'on peut encore réaliser dans les formules actuelles

Un premier remède, spécial à Paris, sera d'offrir un dérivatif à certaines nécessités actuelles de la circulation en surface. Dans son rapport au Congrès international de l'Urbanisme de Mexico (1938), M. Giraud ne cache pas la difficulté que présente la centralisation à Paris des têtes de ligne des cinq réseaux ferroviaires français. Il rappelle le projet déjà ancien d'un tunnel circulaire, exclusivement à l'usage des personnes, devant relier les cinq grandes gares,

bref un troisième chemin de fer de ceinture quasi nucléaire. Dès maintenant, tout travail souterrain exécuté dans Paris est tenu de respecter les avant-projets établis dans ce sens afin d'en réserver la possibilité. Un second projet, moins précis parce que moins urgent en apparence — d'ici dix ans il le sera devenu à l'extrême — concerne la liaison rapide du centre de la ville à son aéroport du Bourget, beaucoup trop excentrique.

Quoi qu'il arrive, désormais ces deux voies

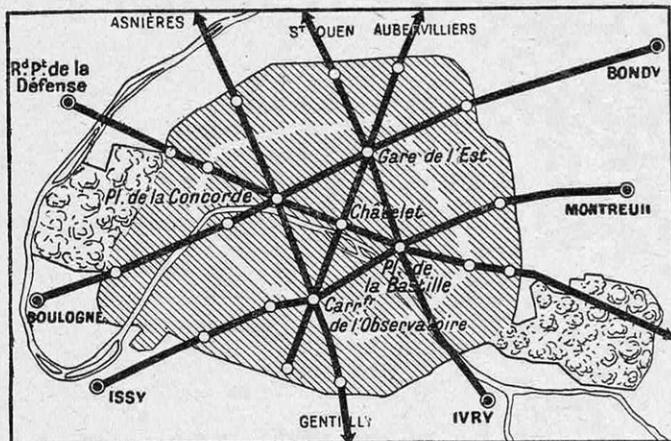


D'après P. GADOT (G. E. C. U. S.).

FIG. 5. — SUR CE PLAN DE PARIS, L'ÉPAISSEUR DES TRAITES DES VOIES DE COMMUNICATION EST PROPORTIONNELLE AU NOMBRE DE VÉHICULES DE LA T. C. R. P. QUI Y CIRCULENT CHAQUE JOUR

souterraines représentent les ultimes contributions de l'électrification souterraine ferroviaire au problème qui nous occupe.

Quelques plans schématiques de l'intensité relative de la circulation dans Paris suffisent à montrer que les architectes urbanistes auraient leur mot à dire : la « congestion » de Paris est maximum en son centre. Ce fait est la résultante naturelle du mode de croissance historique de la ville, tel que nous l'avons esquissé. Paris s'est accru, à la manière d'un arbre, par couches concentriques : les « craquelures » de l'organisme sont donc radiales ; le « cœur » fait éclater la « périphérie ». Au contraire, un plan de New York, dont l'histoire n'est que séculaire et non millénaire, c'est un quadrillage dont toutes les lignes, du reste,



J. TCHUMI, Architecte.

FIG. 6. — CARTE DU RÉSEAU D'AUTOROUTES SOUTERRAINES PROFONDES PROJÉTÉES POUR PARIS

Ce projet comporte un axe Ouest-Est (Rond-point de la Défense, Concorde, autoroute de l'Est), un axe Nord-Sud (Le Bourget, Châtelet, Porte d'Orléans) et quatre diagonales (deux Sud-Ouest-Nord-Est et deux Nord-Est-Sud-Est). Ces axes et diagonales constitueraient non seulement une solution au problème de la circulation, mais encore des voies particulièrement utiles pour la pénétration dans la capitale ou pour l'évacuation.

aboutissent à la mer ou au fleuve... Il serait donc logique d'aérer le centre de Paris en rationalisant ses constructions et les réservant aux affaires. Mais ce point de vue, qui engage notre code de la propriété, n'est pas de notre ressort.

Tous comptes faits, ou bien les Parisiens devront renoncer à l'extension du transport automobile, ou bien c'est aux voitures privées, en circulation libre, qu'il faudra, tôt ou tard, ouvrir non de modestes « passages », mais un véritable et profond réseau d'autoroutes souterraines.

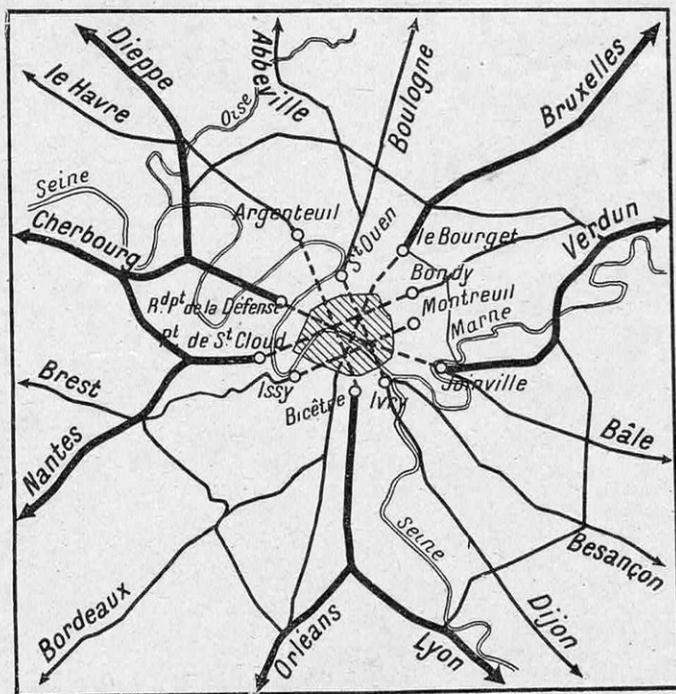
L'aération, condition première d'une autoroute souterraine

Les « passages » parisiens et autres « tunnels » ou « galeries », ainsi qu'on les nomme à l'étranger, donnent-ils la formule technique des « autoroutes souterraines » ? Non. Un passage, largement et naturellement aéré par ses extrémités largement évasées, en vue de réduire au minimum de temps l'« étranglement » obligatoire de la circulation à l'intérieur du court souterrain, par la mise en file ralen-

tie des voitures, un tel « passage » n'est pas une route, moins encore une « autoroute » capable, par définition, d'un trafic intensifié, à grande vitesse.

L'exécution d'une véritable autoroute souterraine présente des difficultés *sui generis*, dont la principale est l'aération. Déjà peu satisfaisante dans un souterrain ferroviaire électrifié, l'aération par tirage naturel devient absolument inacceptable dans un tunnel où les moteurs à combustion représenteront des millions de poumons supplémentaires. Tant et si bien que l'autoroute souterraine se différencie *avant tout* du simple passage par la nécessité d'une aération forcée. Cette nécessité commence dès que le souterrain atteint le kilomètre.

Si l'on dressait un tableau des divers profils des tunnels routiers du service urbain actuellement réalisés, on verrait immédiatement que lorsque la longueur dépasse le kilomètre, le profil est toujours circulaire, parce qu'une seule portion de cette section peut, dans ce cas, être réservée à la chaussée,



J. TCHUMI, Architecte.

FIG. 7. — PROJET DE RACCORDEMENT DES AUTOROUTES DE SURFACE (EN TRAIT PLEIN) AUX VOIES SOUTERRAINES (EN POINTILLÉ) ENVISAGÉES POUR PARIS

le reste devant être affecté à la ventilation forcée. Dans ces conditions, le minimum de travaux de soutènement (coïncidant, d'autre part, avec le maximum de résistance aux pressions extérieures) se trouve réalisé par un *cylindre rigoureusement circulaire*.

Cette première loi acquise, il ne reste plus qu'à découvrir le compartimentage le plus rationnel, dans chaque cas d'espèce, en vue d'assigner respectivement à l'aération et à la circulation l'espace relatif qui leur convient.

Les projets conçus pour Paris

Les urbanistes qui se sont donné pour but d'étudier l'adaptation d'autoroutes souterraines à la circulation parisienne ont formé un Groupe d'Études et de Coordination de l'Urbanisme Souterrain (G. E. C. U. S.). Leurs travaux méritent d'être divulgués. Ils le sont, du reste, puisqu'ils ont déjà suscité maintes discussions fécondes auxquelles il ne nous appartient pas de participer. Nous désirons seulement montrer la logique de ces vues d'ensemble.

Étudiant les grands courants de la circulation parisienne, M. Jean Tchumi observe avec raison que le caractère radiocentrique de Paris tend de lui-même à se dissocier. En y regardant de près, il a relevé que les « nœuds » de la circulation parisienne forment, dès aujourd'hui, un quadrillage qui, pour n'être pas rectangulaire comme à New York, se rapproche de cette forme — comme si cette forme de circulation était une loi naturelle, vers laquelle s'efforcent même les vieilles capitales, comme par tendance spontanée.

L'existence des « grands axes » tels que : « Étoile » - « Concorde » - « République » - « Nation » ou encore : « Denfert » - « Châtelet » - « Gare de l'Est » est indéniable. Joignez ces « nœuds » par des diagonales et vous obtenez le schéma figuré sur le plan (fig. 6). C'est le tracé que proposent nos « urbanistes souterrains » pour le réseau

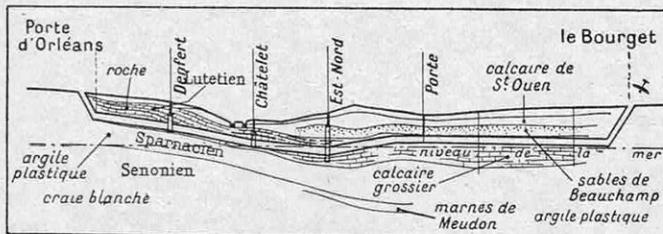


FIG. 8. — COUPE DU SOUS-SOL PARISIEN ENTRE LE BOURGET ET LA PORTE D'ORLÉANS (SUD DE PARIS)

Le tracé de l'autoroute souterraine Nord-Sud prévoit l'acheminement dans la craie blanche, après avoir traversé de biais, au plus court, l'argile plastique, heureusement de faible épaisseur.

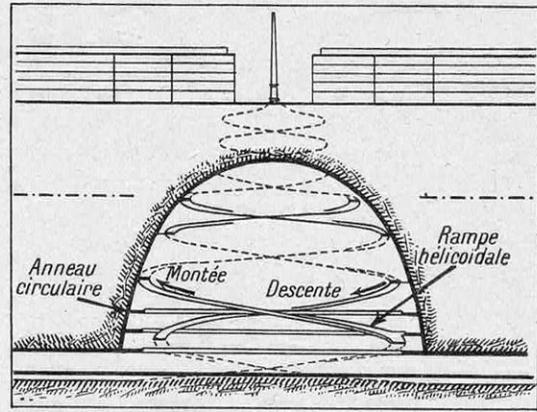


FIG. 9. — PROJET DE M. TCHUMI POUR ASSURER LA LIAISON ENTRE LES VOIES SOUTERRAINES DE PARIS ET LA SURFACE DU SOL. Cette liaison serait assurée par rampes hélicoïdales et pourrait être installée à toutes les places et grands carrefours de la capitale.

d'autoroutes prévues à grande profondeur.

Supposez réalisé ce tracé, et vous avez établi dans le sous-sol parisien, sans modifier l'image actuelle de Paris, une circulation rationnelle, du type américain. C'est exact.

Les conséquences sont évidentes. Le flot des voitures empruntant ce réseau dégage la circulation de surface. Le problème est théoriquement résolu. Comme toute solution théorique, celle-ci est grandiose. On considère les « nœuds » de la carte (fig. 6) comme des « centres de cristallisation ». Il n'est plus que de les confirmer, de les exploiter, à la façon de plaques tournantes.

Les autoroutes proposées seront naturellement établies à grande profondeur, afin d'éviter les obstacles souterrains existant déjà. Mais elles seront elles-mêmes étagées.

Au plus profond : deux grandes autoroutes perpendiculaires, suivant les axes : « Défense-Vincennes » et « Le Bourget-Porte d'Orléans » et quatre voies similaires en diagonale à 45° sur les axes précédents.

Au-dessus, toujours à 45° sur ce réseau de base : un réseau d'autres voies orthogonales relierait les centres principaux.

Au-dessus encore, au plus près de la surface, les garages souterrains en liaison directe avec les voies souterraines d'une part et, d'autre part, avec celles de la surface.

Une étude spécifique de la circulation parisienne présente

montre aisément que le trafic ainsi réparti répond assez bien aux besoins actuels. N'y insistons pas.

Les autoroutes de surface extérieures actuellement projetées, qui doivent accentuer le caractère de Paris en tant que « carrefour » national et qui rayonneraient vers Bruxelles, Verdun, Lyon, Orléans, Nantes, Dieppe, viendraient reprendre à la sortie des souterrains principaux le flot de la circulation urbaine accumulé, à cette intention, en profondeur. En somme, l'entrée comme la sortie de Paris se feraient par le sous-sol. Les transports lourds, notamment, s'en trouveraient totalement rénovés.

Rien de plus logique. Il ne reste plus qu'à réaliser d'aussi belles solutions théoriques.

La géologie et l'urbanisme souterrain

La structure géologique du sous-sol parisien commande, de toute évidence, le profil des tunnels.

On ne saurait trop insister sur l'importance du facteur géologique à cet égard. On a vu récemment quelles difficultés techniques offrit le sous-sol de Moscou aux constructeurs d'un métropolitain souterrain. Si, d'autre part, New York a établi son métro sur plates-formes (*elevated*), ne doutez pas que c'est la *durété* du bouclier archéen (la plus vieille roche du monde) sur lequel est établi Manhattan, qui arrêta les projets souterrains. Par contre les souterrains de Berlin peuvent être « standardisés » puisque la ville est bâtie sur un complexe argiloso-bleux uniforme d'une épaisseur de 1 000 m. Le sous-sol de Paris, composé de craies, de marnes et de gypse alternées de sables et d'argile, est l'un des plus aisés à travailler — surtout dans les régions crayeuses. Le calcaire grossier est la règle aux profondeurs moyennes. A 300 m, la craie blanche domine : matière idéale pour les excavateurs modernes.

Les urbanistes précités n'ont pas manqué de profiler les voies de leurs projets en tenant compte de l'inclinaison des différentes couches géologiques. Leurs tracés se maintiennent le plus possible dans la craie blanche, sans négliger toutefois les raccourcis à travers le calcaire grossier et l'argile plastique. La coupe (fig. 8) suffit à montrer l'ingéniosité des devis proposés pour utiliser au mieux le facteur géologique.

Des projets à leur exécution...

Il en va de même des types de voies à choisir. Ceux qui ont été réalisés à l'heure présente, dans les premières ébauches de tunnels routiers évoquées plus haut, suf-

fisent à révéler, ici encore, l'extrême variété des solutions.

Chacune de celles-ci sera, de toute évidence, tellement spéciale et fonction du but que l'on aura décidé d'atteindre, qu'il est bien inutile d'insister sur les variantes. Qu'on envisage 1 tube à 1 chaussée, avec 2 files dans chaque sens, réservées l'une aux petites et l'autre aux grandes vitesses ; ou encore 1 tube à 2 chaussées superposées ; ou encore 2 tubes isolés à 3 files dans chaque sens ; que l'on sépare la circulation des poids lourds de celle des voitures ; que l'on conjugue un métro ferroviaire spécialisé *dans le fret* avec l'autoroute, tout est possible mais tout est conditionné par *les lignes* qu'on aura choisi de tracer.

Les accès aux autoroutes souterraines constituent également un problème d'espèce. Dans l'hypothèse où pourrait s'établir du premier coup un réseau à différents étages, il est certain que la descente graduée des autos par des rampes n'offrirait pas de grandes difficultés. Que si l'on envisage une descente rapide au niveau le plus bas, en vue, par exemple, d'aller prendre le départ pour la province, la solution d'ascenseurs à péage n'est pas utopique, à condition que le voyage vertical soit organisé par « trains » tout comme dans l'ascension des gratte-ciel américains. Enfin, dans les zones crayeuses, le projet d'excavations grandioses, en coupole, de la dimension des cathédrales, n'est pas inacceptable, si l'on crée l'outillage *ad hoc*. Dans le gypse également, si l'on venait à trouver un moyen économique de récupérer l'acide sulfurique du plâtre. Mais, encore une fois, il conviendra d'organiser une technique absolument neuve pour ces travaux que M. Giraud estime devoir coûter, en l'état actuel des choses, quelque 125 millions au kilomètre.

Et, pour terminer, reprenons notre pensée du début : il s'agit de savoir si réellement Paris doit être maintenu dans son état d'hypertrophie avec ses 300 à 800 habitants à l'hectare contre 150 à Londres ; si la démolition systématique des immeubles-taudis du centre, conjuguée avec une politique d'agrandissement des capitales régionales, ne rendrait pas inutiles ces anticipations grandioses.

Le fait que les services de défense passive envisagent l'évacuation de la population parisienne, ainsi que le transport en province des usines de la Défense nationale et des services ministériels, ne constitue-t-il pas, à lui seul, une indication ?

VICTOR JOUGLA.

LE PROBLEME DES MATIERES PREMIERES DANS LA PAIX ET DANS LA GUERRE

Par Charles BERTHELOT

La production et la répartition des matières premières dans le monde dominent les préoccupations des grandes puissances. Les revendications des pays totalitaires constituent une preuve éclatante de l'actualité de ce problème. Ne fait-il pas partie de ce que les Allemands appellent Wehrwissenschaft ou « Science de la Défense nationale »? Il est bien évident, en effet, que le succès, dans un conflit armé, reviendrait à celui des deux adversaires qui posséderait l'économie la plus forte, capable de constituer et d'entretenir les approvisionnements énormes nécessaires à une grande nation sur le pied de guerre. Ces besoins sont d'ailleurs immenses. Par année de guerre et par pays belligérant, des experts militaires les ont chiffrés à 30 ou 40 millions de t pour le fer et l'acier, 30 millions de t pour le pétrole et ses dérivés, 500 000 t pour l'essence d'aviation, 100 000 t pour le caoutchouc, 300 000 t pour les explosifs. L'énormité de ces chiffres suffit à montrer que, malgré un intense développement industriel, un Etat ne saurait posséder un « potentiel économique » élevé s'il ne dispose pas, en quantité suffisante, des matières premières indispensables.

Valeur et répartition des matières premières

MALGRÉ le développement de notre civilisation mécanique, l'homme, pour son alimentation, et le bétail demeurent les plus gros consommateurs de matières premières. Il faut, en effet, observer (fig. 1) que la production agricole représente les 4/5 environ de l'activité mondiale dans le domaine des matières premières. Elle atteint 56,8 % pour les récoltes alimentaires (froment, riz, pommes de terre, sucre), la viande et le lait ; 22 % pour les autres produits agricoles (orge, avoine, maïs, vin, café, thé, oléagineux, etc.). Il ne reste que 21,2 % pour les produits non agricoles, dont 10,1 % pour les combustibles et 7,1 % pour les minerais et métaux, or exclu (1).

Les deux grandes classes de matières premières (agricoles ou non) représentent une valeur estimée, en 1930, par les statistiques du Service d'Études économiques de la S. D. N., à 50 milliards de dollars (près de 2 000 milliards de nos francs actuels), soit à 1 000 f par habitant du globe. Actuellement, cette valeur par individu a diminué et ne ressort plus qu'à 700 f.

Quant à la répartition pure et simple des matières premières par continent, elle ne peut avoir de signification précise puisque, aussi bien, ce qu'il intéresse de savoir, du

(1) A titre indicatif, l'extraction aurifère annuelle, tombée de 680 t en 1913 à 480 t en 1922, a dépassé, en 1930, son niveau d'avant-guerre et a atteint 1 180 t en 1938.

point de vue pratique, c'est la quantité dont dispose chaque habitant dans chaque pays. Aussi, M. Blondel, qui a particulièrement étudié ce problème, a-t-il dressé les deux graphiques, figures 3 et 4, qui font ressortir nettement : le premier, la situation privilégiée de l'Europe au point de vue de sa production par kilomètre carré ; le second, au contraire, sa très mauvaise place si l'on considère la production par habitant.

Pays riches et pays pauvres

D'une façon générale, ces deux derniers graphiques paraissent aboutir à des résultats contradictoires entre la production par unité de superficie et la production par habitant. On conçoit cependant que l'on puisse concilier ces résultats enregistrés en faisant intervenir un facteur tenant compte à la fois de l'unité de superficie et du nombre d'habitants. Ce facteur, c'est évidemment la densité de la population, ou nombre d'habitants au km² (1).

Il est évident, par exemple, qu'un pays qui a une forte production par km² aura une production par habitant d'autant plus faible que le nombre d'habitants par km² est plus considérable. Mais comme, d'autre part, la production dépend toujours du travail accompli, fonction lui-même du

(1) Cette relation est facile à expliciter : la production par km² est égale au produit de la production par habitant par la densité de la population. En effet, si P est la production totale, S la superficie, H le nombre d'habitants, on a bien l'identité : $\frac{P}{S} = \frac{P}{H} \times \frac{H}{S}$.

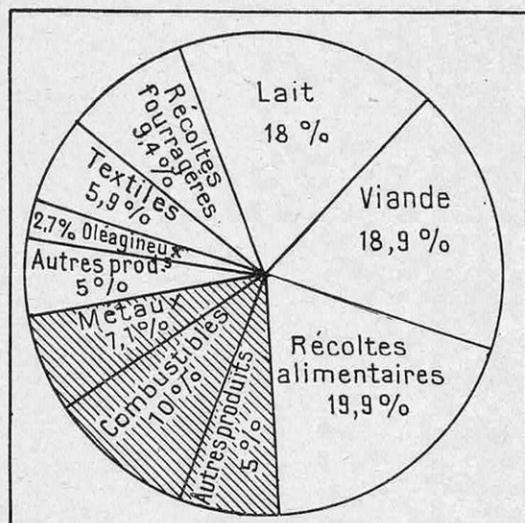


FIG. 1. - RÉPARTITION DE LA PRODUCTION DES MATIÈRES PREMIÈRES D'APRÈS LEUR NATURE

Le secteur hachuré correspond aux produits non agricoles, qui n'occupent que 22,1 % de la production totale de matières premières.

nombre de bras, ne tourne-t-on pas dans un cercle vicieux ? Certainement non, car lorsqu'un travail à exécuter est limité, on ne peut conclure que la multiplication, au delà d'une certaine limite, des ouvriers qui en sont chargés permettrait de diminuer indéfiniment le temps nécessaire à l'accomplir. Selon un exemple bien connu, si 2 ouvriers peuvent tapisser une pièce en 2 heures, 10 ouvriers mettront toujours plus de 12 minutes pour le même travail. Autrement dit, si, tant que la densité de la population est faible, la production par km² est proportionnelle à cette densité, il arrive un moment où — toutes choses égales d'ailleurs et la densité croissant — la production par unité de superficie atteint un maximum imposé par les conditions naturelles (saturation). Elle décroîtra ensuite, comme si les habitants se gênaient mutuellement. Evidemment, les conditions du travail variant d'un pays à un autre, la loi ne se présente pas aussi simplement. Toutefois, les travaux de M. Blondel, initiateur de cette méthode de comparaison, lui ont permis de faire figurer sur des graphiques, en fonction de la densité de la population : d'une part, les points correspondants à la production par km² des diverses nations (fig. 5) ; d'autre part, ceux relatifs à la production par habitant (fig. 6).

Il a remarqué que les points de la figure 5 se situent approximativement sur deux courbes qui représentent assez bien la loi énoncée plus haut. L'une comprend : la

France, le Danemark, l'Allemagne, l'Angleterre, la Hollande et la Belgique. C'est la classe des pays riches. On voit que l'Angleterre, les Pays-Bas et la Belgique ont atteint, ou dépassé, la saturation et que l'Allemagne doit en être très voisine. La courbe inférieure groupe les pays moins riches. On y trouve, en particulier, l'Italie, dont le niveau de production est, en effet, très inférieur à celui de l'Allemagne, ce qui s'explique par le manque de richesses minérales et un équipement industriel encore insuffisant, malgré les énormes progrès accomplis depuis une quinzaine d'années.

Le graphique figure 6 (production par habitant), sur lequel on retrouve les deux mêmes groupes de producteurs et où l'on voit les Etats-Unis surclasser de très loin la France, l'Allemagne, l'Angleterre, la Hollande et la Belgique, permet de tirer d'intéressantes conclusions concernant les possibilités encore ouvertes aux divers pays en vue d'accroître leur production. En effet, la position privilégiée de l'Amérique du Nord est due au large développement du machinisme utilisé dans le but de remplacer une main-d'œuvre insuffisante et de répartir la production par km² — qui n'est guère modifiée par cette mécanisation — entre un plus petit nombre d'habitants.

De même, il apparaît que l'Asie doit parvenir à améliorer sa situation puisque ses 40 habitants par km² (contre 70 pour l'Europe) pourraient, convenablement outillés, produire beaucoup plus qu'ils ne le font aujourd'hui ; la guerre sino-japonaise amorcée peut-être cette transformation.

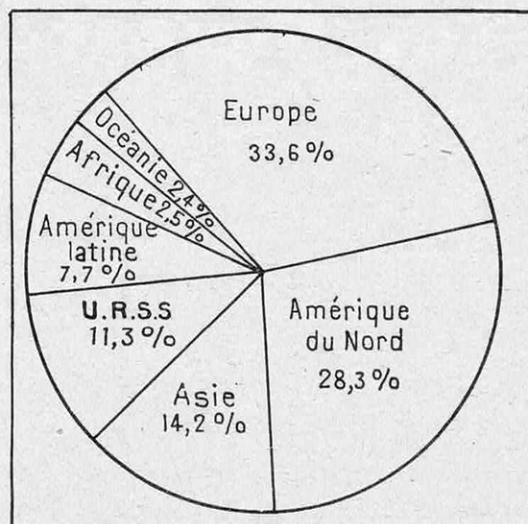


FIG. 2. — RÉPARTITION DES MATIÈRES PREMIÈRES SUIVANT LES CONTINENTS

Le circuit compliqué des matières premières et des produits fabriqués : la hiérarchie des matières premières

L'Europe, bien que dans une situation privilégiée, est le seul continent qui présente une *importation nette* (1) de matières premières, tous les autres continents présentant une exportation nette.

L'opération qui consiste à importer en Europe des matières premières pour exporter ensuite des produits finis n'accroît pas la propre consommation de ce continent et, par suite, son niveau de vie. Et, cependant, ce double mouvement ne peut être évité à cause des valeurs différentes des matières premières. Si, par exemple, la France ne peut « troquer » purement et simplement son minerai de fer contre du pétrole, c'est que celui-ci a une valeur suffisante pour être transporté au loin, sans risquer de trop grandes charges, alors que le minerai de fer français ne peut supporter la concurrence à distance. La France doit donc valoriser son minerai et, pour cela, l'utiliser à la construction de machines qu'elle pourra exporter. Mais cette transformation exige du charbon à coke que notre pays doit importer. Arrêter cette importation, uniquement destinée en définitive à une réexportation, équivaudrait à interdire l'échange indirect pétrole-minerai de fer.

De même, l'Allemagne doit valoriser sa production brute et, pour cela, importer — nous l'avons vu — d'autres matières pre-

(1) Nous dirons qu'il y a importation nette lorsque les importations l'emportent sur les exportations et le chiffre d'*importation nette* correspond précisément à l'excédent des achats sur les ventes à l'étranger.

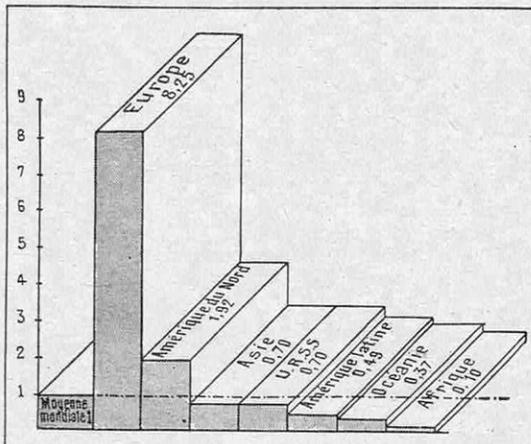


FIG. 3. — PRODUCTION DES DIVERS CONTINENTS PAR KILOMÈTRE CARRÉ

On a pris pour unité de production la moyenne mondiale. L'Europe a une situation privilégiée.

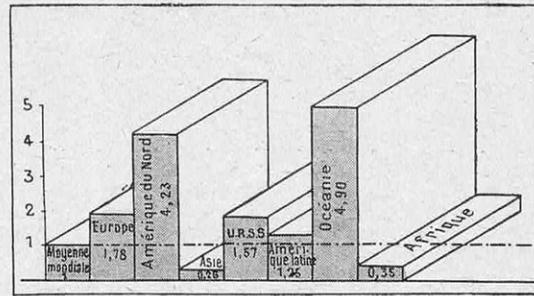


FIG. 4. — PRODUCTION PAR HABITANT DES DIVERS CONTINENTS

On voit ici que l'Europe a une situation moins favorable que sur le graphique précédent. Ce résultat est dû à la densité élevée de la population en Europe.

mères : pétrole, cuivre, etc., qu'elle paie en exportant son travail, ce dont les autres pays ne veulent plus.

On voit combien ces questions sont complexes et combien l'économie est difficile à diriger.

Cependant la loi générale : *plus les échanges sont sûrs et rapides, et meilleure s'avère la situation économique mondiale*, demeure intangible. Il n'y a guère d'autre cause à la crise de débouchés dont l'Allemagne se plaint depuis quelque temps. Pour se procurer, sans sortie de devises, le cuivre du Chili, le coton du Pérou, de l'Argentine, du Brésil et du Mexique qu'elle achetait autrefois aux Etats-Unis, elle couvre ses achats de matières premières au moyen de marks Aski (1) utilisables uniquement pour le paiement de produits industriels allemands « choisis ». Toutefois, la capacité d'absorption des pays est limitée en machines tandis que l'Allemagne perd sa clientèle nord-américaine qu'elle indispose gravement.

Très différentes encore sont les revendications coloniales que l'Allemagne formule en invoquant les nécessités de son approvisionnement en substances minérales et le placement de son excédent de population. Sans doute, par kilomètre carré, elle possède 165 habitants contre 80 pour la France, mais la Belgique et la Hollande en ont respectivement 230 et 250. Ce n'est pas le Cameroun, malgré sa superficie étendue (422 000 km²), qui, à cause de son climat tropical, pourra, tout comme l'Ethiopie, recevoir de nombreux colons de race blanche. L'Allemagne, cependant, ne prétend pas faire du Cameroun une colonie de peuplement, mais un fournisseur de certaines

(1) Les marks « Aski » ne sont, en pratique, que des bons d'échanges de marchandises.

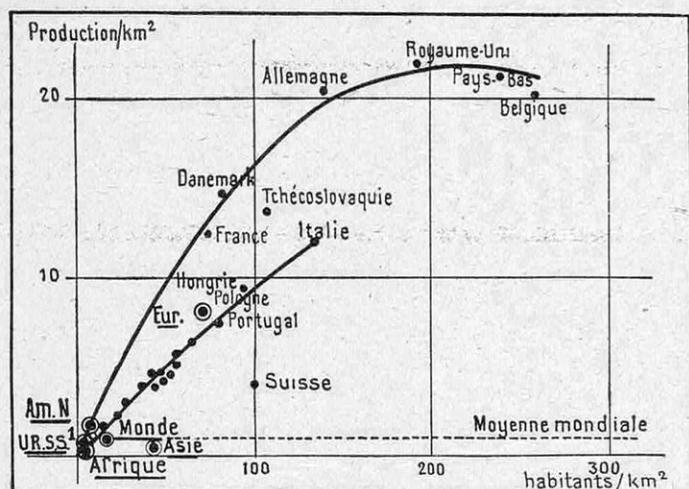


FIG. 5. — PRODUCTION DES PAYS D'EUROPE ET DES AUTRES CONTINENTS PAR KILOMÈTRE CARRÉ EN FONCTION DE LA DENSITÉ DE LA POPULATION

Les pays dont les points représentatifs sont situés sur la courbe supérieure de ce graphique sont les pays riches.

matières premières, en particulier de produits oléagineux (1).

Les matières premières spécifiquement coloniales intéressant l'Allemagne sont au nombre de trois : huile de palme, caoutchouc et coprah. Viennent s'y ajouter deux minerais : étain et cuivre, lesquels proviennent en grande partie des Indes néerlandaises pour le premier, du Congo Belge et de la Rhodésie pour le métal rouge. Ce sont précisément des régions au sujet desquelles l'Allemagne ne peut formuler aucune prétention.

La situation des grands pays producteurs de matières premières

Bornons-nous ici à examiner le cas des matières premières industrielles. Le tableau I résume la situation des principaux pays producteurs. Si, d'autre part, on dresse le tableau relatif à la part des trois grandes nations démocratiques dans la production mondiale de ces principales substances, on obtient les résultats impressionnants que résume le graphique figure 7.

Abstraction faite des exploitations contrôlées sur des territoires autres que les leurs, les trois grandes puissances démocratiques (1) par des procédés tout nouveaux, les oléagineux représentent une source abondante de l'essence. Nous y reviendrons.

(1) Par des procédés tout nouveaux, les oléagineux représentent une source abondante de l'essence. Nous y reviendrons.

cratiques (1) fournissent, d'une manière générale, pour plus de 60 % de la production mondiale des substances minérales stratégiques. Il n'y a exception, toute apparente d'ailleurs, que pour le cuivre et l'étain. Par là même, on se rend compte de la force que représenterait leur alliance en cas de conflit. Cette puissance se trouverait renforcée, au surplus, par les réserves d'or, ce « nerf de la guerre », qui, dans la proportion des neuf dixièmes environ, se trouvent accumulées dans les trois grands pays démocratiques.

On doit également tenir compte de l'appoint très important constitué par le cuivre du Congo belge (150 000 t par an), l'étain (36 000 t, soit 17 % de la production mondiale) et le pétrole des Indes néerlandaises. Ceci permet de dire que les trois grands Etats démocratiques groupent environ les trois quarts des ressources mondiales en substances minérales.

Le ravitaillement des puissances de l'« axe », après l'occupation de la Tchecoslovaquie et de l'Albanie

Jusqu'aux événements de Munich (septembre 1938), la participation de l'Alle-

(1) Ce tableau ne tient pas compte des possibilités qu'apporte l'U. R. S. S. aux ressources infinies, en

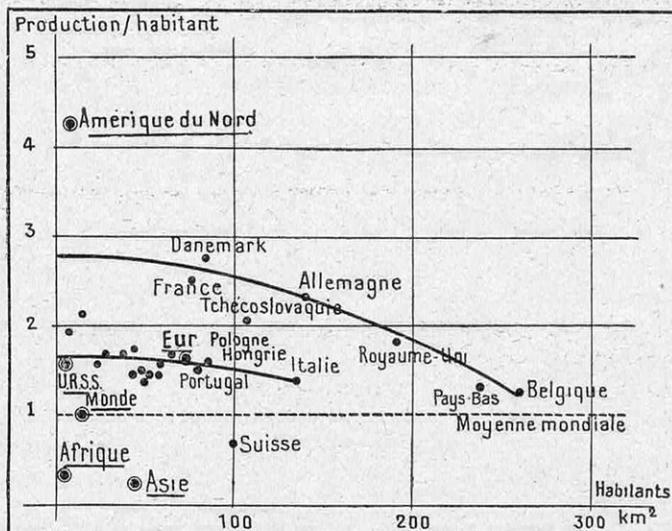


FIG. 6. — PRODUCTION DES PAYS D'EUROPE ET DES AUTRES CONTINENTS PAR HABITANT EN FONCTION DE LA DENSITÉ DE LA POPULATION

Les pays se répartissent sur deux courbes comme sur la figure 5.

magne à la production mondiale des matières premières n'était représentée par des pourcentages réellement importants que pour ce qui concerne : les sels potassiques, 59,5 % ; le graphite, 15,7 % (1) ; la houille, 12,4 % ; le zinc, 9,3 % ; le plomb, 4,3 % et le minerai de fer, 4 %. Pour l'Italie, il n'y a lieu, dans le même ordre d'idées, que de mentionner : le mercure, 31,6 % ; le soufre, 20,3 % ; la bauxite, 10,3 %.

Depuis l'occupation de la Tchécoslovaquie, cette situation s'est modifiée d'une façon sensible en ce qui concerne la production du charbon, du lignite ainsi que pour les usines transformatrices : établissements sidérurgiques, usines de produits chimiques, sucreries, brasseries, fabriques de chaussures, mais les difficultés de ravitaillement en substances minérales restent les mêmes, notamment en ce qui concerne le minerai de fer. En effet, en 1937, les mines tchécoslovaques n'ont fourni que

quelque sorte, en charbon, fer, manganèse, etc. L'U. R. S. S. renforcerait considérablement le potentiel militaire de la Pologne et de la Roumanie qui manquent notamment de fer, de cuivre, etc.

(1) Encore s'agit-il de graphite amorphe. On sait que le graphite en paillettes, de beaucoup le plus apprécié, provient de Ceylan et de Madagascar.

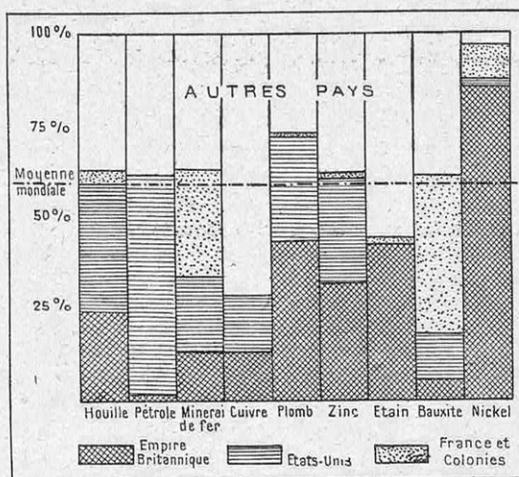


FIG. 7. — GRAPHIQUE MONTRANT LE POURCENTAGE, PAR RAPPORT A LA PRODUCTION MONDIALE, REVENANT A L'ANGLETERRE, AUX ETATS-UNIS, A LA FRANCE ET A SES COLONIES

1,1 million de t d'un minerai de médiocre qualité, d'ailleurs, puisqu'il ne contient que 30 à 35 % de fer. Le principal fournisseur en minerai de fer de la Tchécoslovaquie, dont, en 1937, la production de fonte et celle d'acier s'élevèrent à 1,67 et à 2,3 millions de t, c'est la Suède. Ce qui offre le plus d'intérêt pour le Reich, c'est la mainmise sur les mines de manganèse de Bohême, de Slovaquie qui, dans leur ensemble, ont donné, en 1937, quelque 93 000 t de

minerai. Jusqu'alors, l'Allemagne manquait entièrement de minerai de manganèse (1).

Inversement, la puissance houillère du Reich s'est accrue notablement puisque, par l'annexion de la Tchécoslovaquie, ses réserves viennent de s'accroître d'environ 28,5 milliards de t de charbon et de 12,5 milliards de t de lignite, dont, en 1937, il a été respectivement extrait 16,9 et 16 millions de t. Bien que le lignite tchèque soit de qualité sensiblement inférieure à celui de la Saxe, il permettra néanmoins au Reich d'accroître notablement sa production synthétique d'essence, selon le procédé Fischer, laquelle s'est approximativement élevée, en 1938, à la quantité vraiment remarquable

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 244, page 271.

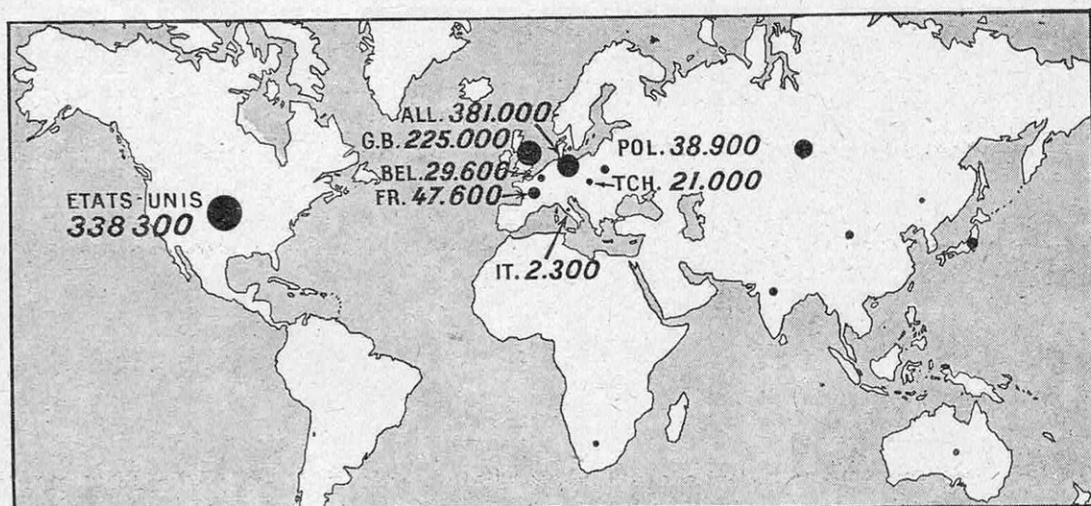


FIG. 8. — PRODUCTION DE LA HOUILLE DANS LE MONDE (EN MILLIERS DE TONNES)

de 500 000 t.

Là où le gain est énorme, c'est en Moravie. Avec ses réserves de charbon évaluées à 2,5 milliards de t, réparties sur 5 400 ha seulement, dont il était extrait 5,6 millions de t; avec ses cokeries entièrement modernes fournissant 2,2 millions de t de coke par an; avec ses éta-

blissements sidérurgiques de Vitkovice et de la Société Tchécoslovaque de Mines et de Forges; avec ses usines de produits de synthèse, le district d'Ostrava-Karvin y constituait le fleuron industriel de la Tchécoslovaquie. Il vient de passer en la possession du Reich dont il accroît considérablement l'outillage industriel et militaire. Un nouvel et puissant arsenal lui est échu. C'est la « Skoda », à Pilsen, le Creusot tchèque, occupant 40 000 ouvriers, le fournisseur d'armes de la Roumanie. La « Skoda » est pour nous de tragique mémoire. Elle a coulé et usiné les fameux mortiers autrichiens de 420, sous les coups desquels, en 1914, tombèrent les places fortes de Liège, Maubeuge et Anvers.

Il n'y a aucun doute. Par sa mainmise sur la Tchécoslovaquie, l'Allemagne n'a pas

PRODUCTEURS	Charbon	Mineral de fer	Pétrole	Coton	Caoutchouc	Cuivre
Etats-Unis	34 %	21 %	59 %	49 %		16 %
Angleterre	20 %					
Allemagne	12 %					
France		27 %				
U. R. S. S.		18 %	12 %			
Venezuela			10 %			
Indes anglaises				16 %		
Chine				10 %		
Malaisie					46 %	
Indes Néerlandaises ..					37 %	
Chili						20 %
Rhodésie du Nord						12 %

TABLEAU I. — SITUATION DES PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS POUR LES PRINCIPALES MATIÈRES PREMIÈRES

cette annexion, le Reich a conquis des avantages stratégiques, politiques de tout premier plan, en même temps qu'il s'assurait un outillage très développé et très moderne ainsi qu'un équipement militaire suffisant pour quarante divisions, a-t-on dit (1).

(1) L'accroissement des difficultés que l'Allemagne éprouve pour assurer son ravitaillement en matières premières depuis qu'elle s'est annexé l'Autriche et la Tchécoslovaquie, vient d'être mis en évidence par un rapport émanant de la Fédération des Industriels Britanniques. Ce rapport s'exprime comme suit :

A beaucoup d'égards, l'annexion de l'Autriche et de la Tchécoslovaquie a rendu la situation plus mauvaise au lieu de l'améliorer. Les augmentations importantes apportées au budget militaire et nécessitées par la conquête de ces territoires ont été plus grandes que ce que les capitaux saisis pouvaient couvrir.

La conséquence sur le commerce de l'Allemagne

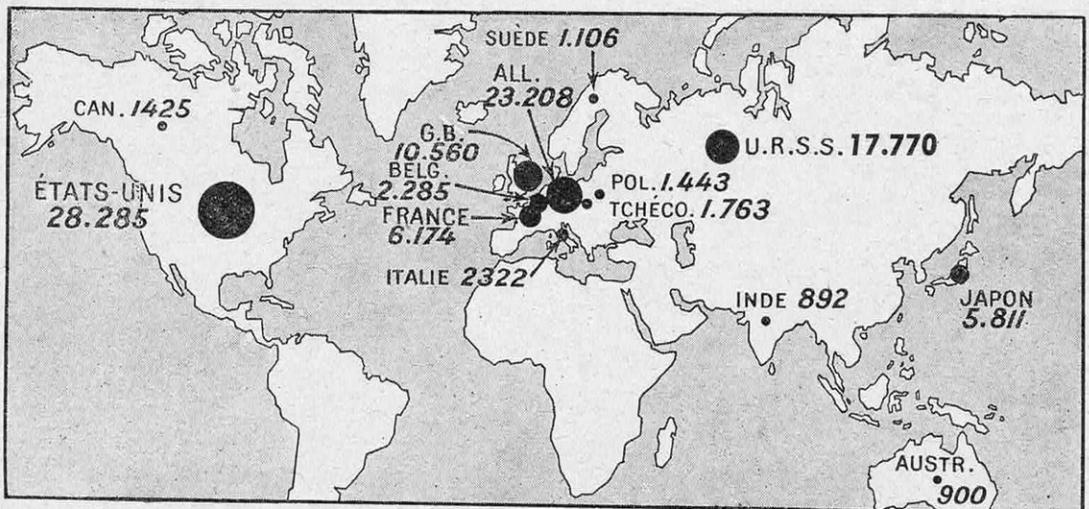


FIG. 9. — PRODUCTION DU FER DANS LE MONDE (EN MILLIERS DE TONNES)

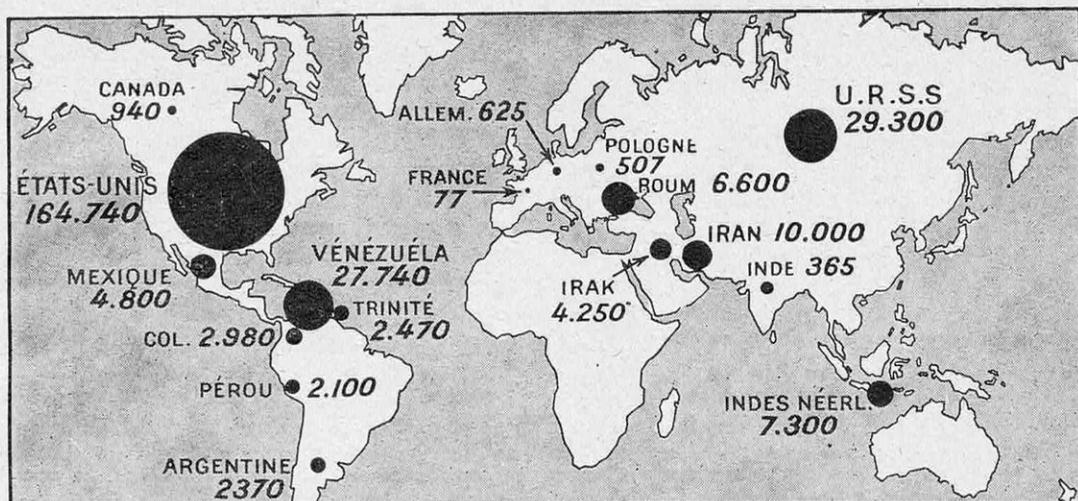


FIG. 10. — PRODUCTION DU PÉTROLE DANS LE MONDE (EN MILLIERS DE TONNES)

Enfin, en occupant l'Albanie qu'elle contrôlait d'une façon étroite depuis longtemps, l'Italie n'a accru en rien son ravitaillement immédiat en matières premières, mais elle s'est assurée des positions stratégiques de tout premier ordre. Elle a fait de l'Adriatique une mer dont elle détient désormais la maîtrise absolue. Par les dispositions

qu'elle a prises, l'Italie est désormais maîtresse: d'abord, d'assurer sans risques le transport et le chargement du pétrole sur le territoire albanais, et à Valona même, par l'organisation militaire des deux rives du canal d'Otrante; ensuite, d'entreprendre à l'abri de tout regard

une expédition vers le Proche-Orient. Plus que jamais, l'Albanie constitue une tête de pont offensive vers les Balkans; c'est une excellente base de départ vers le Nord, l'Est et le Sud. Placée sous son contrôle, la

a été de transformer un excédent d'exportations supérieur à 400 millions de Rm en 1937 en un déficit d'exportations supérieur à 400 millions de Rm. De plus, il y a peu de chances d'une amélioration prochaine.

La situation est devenue beaucoup plus critique du fait que, par suite des circonstances, les exportations vendues précédemment par ces pays, dans le

Yougoslavie pourra l'aider dans son ravitaillement en substances minérales qu'elle produit en quantités appréciables.

On ne doit pas oublier que la Yougoslavie fournit annuellement quelque 50 000 t de cuivre dont les puissances de l'axe ne possèdent aucun gisement. Essentiellement, le métal rouge est d'origine africaine (Congo,

Rhodésie) et américaine (Chili, États-Unis, Mexique, Canada).

Les métaux stratégiques

D'après le *Mineral Raw Materials*, édité par le Service des Mines du Gouvernement des États-Unis, les importations des minerais et métaux stratégiques se sont

établies, en 1934, pour l'Angleterre, la France et l'Allemagne comme l'indique le tableau II.

Il faut ajouter à ces chiffres que l'Angleterre, l'Allemagne et la France consomment chacune et annuellement environ 4,5 mil-

lions de tonnes de matières premières, sont maintenant soumises à la nouvelle taxe de 25 % prélevée sur les marchandises allemandes par les États-Unis, pays où jusqu'alors l'Autriche et la Tchécoslovaquie trouvaient un débouché.

Ceci signifie que le Reich ne peut tirer profit de ses récentes conquêtes sans une coopération commerciale avec les pays démocratiques.

MATIÈRE	Angleterre	France	Allemagne
	Tonnes	Tonnes	Tonnes
Minerai de fer	4 400 000	export.	8 200 000
Cuivre	255 000	110 600	180 300
Plomb	317 800	100 300	48 500
Zinc	133 000	42 000	107 200
Étain	10 400	9 900	13 400
Bauxite	164 000	export.	324 000
Nickel	5 200	5 800	8 000
Minerais de chrome.....	254 900	110 000	180 000
Minerais de manganèse....	205 500	582 700	224 700

TABLEAU II. — SITUATION DE L'ANGLETERRE, DE LA FRANCE ET DE L'ALLEMAGNE EN CE QUI CONCERNE LES IMPORTATIONS DES PRINCIPAUX MÉTAUX « STRATÉGIQUES »

Ces trois pays sont importateurs de tous les minerais. Seule, la France exporte du minerai de fer et d'aluminium (bauxite).

lions de tonnes de produits pétroliers.

Les données numériques indiquant ces importations de substances minérales se rapportent à une période de paix. En cours d'hostilités prolongées, on discerne mal comment on réussirait à les satisfaire, puisque les consommations actuelles quadrupleraient ou quintupleraient même. Il serait indispensable de prévoir l'équipement des mines et des usines appelées à contribuer au ravitaillement en substances minérales des pays démocratiques. On discerne aussi l'importance qui serait dévolue à la marine marchande pour les transports de ces énormes tonnages et le rôle écrasant que la marine militaire aurait à assumer pour assurer la sécurité de tous ces convois qui circuleraient à peu près uniquement dans l'océan Atlantique.

En cas de guerre, la consommation européenne de pétrole bondirait de 40 jusqu'à 120 ou 160 millions de t. Le cours de l'essence passerait alors de 4 à 12 cents le gallon, celui du fuel de 37 cents à 3 dollars le baril et le fret de 11 à 60 sh la tonne.

Rien qu'en pétrole, les achats de l'Europe aux Etats-Unis atteindraient de 5 à 6 milliards de dollars, 200 milliards de francs.

Il y aurait bien des impossibilités à s'adapter à cette situation ; problème de production (les Etats-Unis consomment 140 millions de t de pétrole par an), problème monétaire, de transport, etc.

D'où cet axiome que la puissance économique prendra une importance décisive en temps de guerre. Son efficacité devra satisfaire non pas seulement aux besoins immenses et infiniment variés des armées, mais encore à ceux de la population civile. On en déduit qu'une préparation rationnelle aux hostilités doit comprendre la constitution de stocks de matières premières ainsi que les moyens propres à leur reconstitution au cours des hostilités. Pour ces raisons, la mobilisation économique, plus ou moins latente, doit précéder de plusieurs

mois et même de plusieurs années l'appel aux armes. Ce sont ces vérités fondamentales qu'a exposées M. Brinkmann, sous-secrétaire d'Etat à l'Economie du Reich.

Ceci fut l'occasion pour lui de dire qu'elles n'avaient pas reçu toute la consécration voulue avant 1914. Et M. Brinkmann ajoutait : « Voilà quatre ans maintenant que l'économie allemande s'est ajustée aux nécessités économiques d'une guerre future et nous approchons aujourd'hui des conditions qui ont été caractérisées par cette expression *mobilisation économique*. »

Néanmoins, si l'Allemagne a réussi à porter à 24 millions de tonnes sa production annuelle d'acier, — contre 6,2 millions seulement pour la France, — ce qui correspond à près des trois quarts de ses besoins par année de guerre, on se demande comment elle réussira à couvrir son alimentation en minerais de fer. Théoriquement, ceux-ci ressortiraient à un minimum de 50 millions de tonnes par an. Or, elle en importe actuellement les trois quarts, et c'est 2 millions de tonnes, tout au plus, qu'elle peut annuellement recevoir des pays annexés en 1938 : région des Sudètes, Styrie (Autriche). Tout au plus, d'ailleurs, elle peut produire par synthèse plus de 3 millions de tonnes d'essence, soit le huitième de ses besoins éventuels.

Comme l'a dit M. Romier, la vraie solution au problème des colonies et des matières premières n'est pas de répartir autrement le vieux patrimoine colonial de l'Europe, répartition qui ne pourrait se faire qu'en suscitant des troubles, flottements ou violences appauvrissant l'Europe tout entière. Elle consiste à ouvrir les autarcies à un certain volume d'échanges naturels. « Il faudrait reconnaître que les menaces et risques de toute sorte qui retiennent notre monde dans un perpétuel cauchemar tuent plus de richesses et de valeurs humaines que n'en ont besoin les malheureux. »

CH. BERTHELOT.

Depuis quelques mois il est possible, en Allemagne, d'entrer en communication téléphonique avec une personne déterminée effectuant un voyage sur une autostrade. Il suffit d'indiquer le nom du voyageur, et l'une des stations d'essence alertée installe, sur la bande de gazon qui sépare les deux voies de trafic de l'autostrade, un panneau d'appel. Les deux stations voisines, distantes d'une quarantaine de kilomètres, font de même. C'est de l'une de ces stations que la conversation a lieu, lorsque le voyageur passe devant elle. Les bureaux interurbains disposent de plans donnant la position des stations d'essence sur les autostrades et leurs numéros téléphoniques. Ce sont eux qui calculent quelles stations il faut alerter, compte tenu de l'heure du départ, de la vitesse et de l'itinéraire du véhicule à toucher.

LES ONDES ÉLECTRIQUES ÉMISES PAR LE CERVEAU HUMAIN LIVRENT PEU A PEU LEURS SECRETS

Par Jean LABADIÉ

Comme tous les organes appartenant à des êtres vivants, le cerveau des animaux supérieurs, et de l'homme en particulier, manifeste une activité électrique spontanée dont les variations ont été enregistrées pour la première fois en 1929 par le psychiatre allemand Hans Berger (1). Mais, alors qu'un électrocardiogramme, par exemple, toujours semblable à lui-même, permet, grâce à la simplicité relative du tracé, de détecter aisément les moindres incidents des battements du cœur, les électroencéphalogrammes se présentent sous des aspects beaucoup plus irréguliers et plus complexes, qui rendent leur interprétation objective infiniment plus ardue. Ils varient, en effet, non seulement d'un individu à l'autre, mais encore, pour un même individu, entre l'enfance et l'âge mûr, ou l'état de repos ou d'activité de l'écorce cérébrale. L'activité électrique de l'écorce cérébrale n'étant pas la même dans toutes ses parties, il apparaît possible, en appliquant les électrodes à des zones précises du cerveau et en relevant simultanément les encéphalogrammes correspondant à plusieurs jeux d'électrodes, de séparer les principales manifestations de l'activité cérébrale, de mettre en évidence les lésions caractéristiques de l'encéphale (tumeurs), de localiser les foyers où prennent naissance les « orages bioélectriques » qui se traduisent par la crise épileptique, de suivre les effets des traitements curatifs, ou enfin de diriger le scalpel du chirurgien dans les lobes cérébraux responsables du mal. Les résultats déjà acquis dans ces domaines laissent espérer que la psychologie humaine et la clinique neurologique profiteront largement de ces méthodes toutes nouvelles de diagnostic et d'expérimentation.

Nos lecteurs n'ont pas oublié les fameuses « ondes cérébrales de Berger » (1) qui, furent présentées par maints vulgarisateurs un peu trop rapides, comme une « détection de la pensée » !

De récents travaux effectués en Amérique, en France, en Belgique, en Angleterre renouvellent l'intérêt qu'il convient d'apporter à cette manifestation électrique de l'activité cérébrale. On prélève aujourd'hui plusieurs « électroencéphalogrammes » simultanés sur le même cerveau. Dans leur enthousiasme, certains électrophysiologistes envisagent déjà la possibilité de ce que l'un d'eux a dénommé « la triangulation du cerveau » — c'est-à-dire le relevé méthodique et précis de « la carte de l'encéphale », comme nous disions nous-mêmes, en exposant les difficultés que rencontrent les chirurgiens (2) quand les nécessités opératoires les obligent à pénétrer, scalpel en main, dans ce monde encore vierge sur d'immenses territoires dont, cependant, tous les centres sont vitaux. On est encore loin, très loin, d'un tel « levé topographique » qui locali-

serait progressivement toutes les fonctions cérébrales inconnues. Et même, après les nouvelles observations, le fameux problème des « localisations » paraît se compliquer au lieu de s'éclaircir. C'est la destinée de tous les problèmes « mal posés ». Serait-ce le cas ?

Quoi qu'il en soit, il convient d'enregistrer les admirables résultats obtenus au laboratoire (par Adrian à Cambridge, par Bremer à Bruxelles, par Fessard à Paris) et, de plus, à la clinique. De ce dernier point de vue, les *électroencéphalogrammes multiples* commencent à rendre au médecin d'inappréciables services, ainsi qu'en témoignent les plus récentes communications faites à l'Académie de Médecine par le professeur Baudouin et ses collaborateurs Fischgold et Lérique.

L'« onde bioélectrique », aboutissement logique de l'électrophysiologie

Rappelons brièvement — en précisant encore sa vraie nature — comment se prélève un « électroencéphalogramme » — un « EEG », suivant la désignation symbolique proposée par l'inventeur de la méthode, Hans Berger.

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

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 251, page 377.

Un « EEG », ne l'oublions jamais, n'est qu'une espèce particulière des « électrogrammes » assez variés que savent prélever aujourd'hui les physiologistes. Tout organe vivant, du seul fait qu'il *fonctionne*, engendre des *variations de potentiel électrique*. Toute cellule vivante représente, en effet, une « pile entièrement close », dont la membrane périphérique est chargée *positivement* sur sa face externe, *négativement* à l'intérieur. Il n'y a pas un seul phénomène biologique qui, en définitive, ne se ramène théoriquement aux variations de potentiel de cet

du système neurovégétatif et les « centres » de la moelle épinière. Enfin, ganglion suprême, le cerveau figure le « centre des centres nerveux ».

Dans ces conditions, on entrevoit avec quelle complexité croissante peut se concevoir « l'onde bioélectrique » *en tant que variation de potentiel des organes vivants, à commencer par la cellule élémentaire*.

Or, cette variation électrique se produit, même quand l'organe ne « fonctionne pas » au sens mécanique, nécessairement grossier, que le physicien attribue d'ordinaire

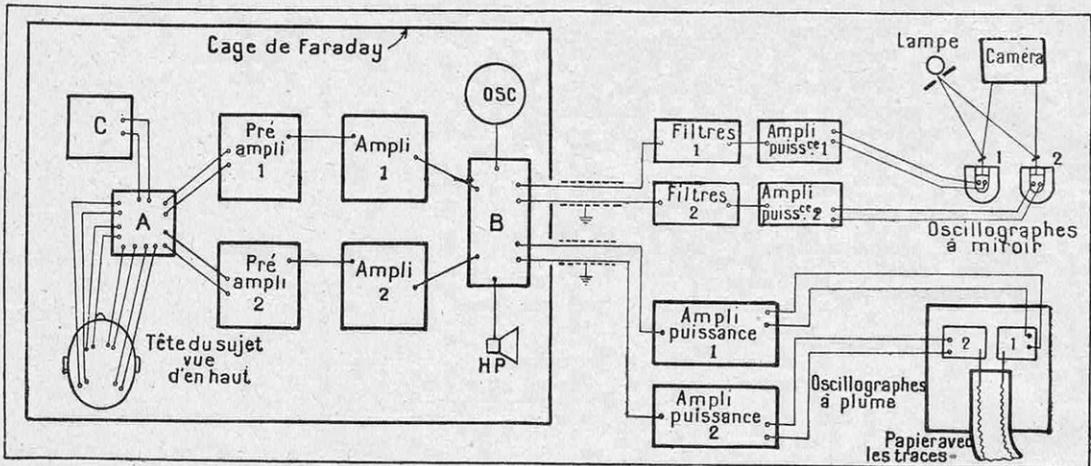


FIG. 1. — SCHÉMA DE PRINCIPE DU DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT DES ÉLECTROENCÉPHALOGRAMMES MULTIPLES (LABORATOIRE DU PROFESSEUR BAUDOUIN)

On n'a représenté, pour la clarté du dessin, que deux circuits amplificateurs au lieu de quatre. A, boîte de connexion permettant de passer instantanément de l'étude du côté droit à celle du côté gauche ou encore de brancher les circuits sur la boîte C ; B, boîte de couplage des inscripteurs permettant de mettre en circuit, soit les enregistreurs à encre, soit les enregistreurs optiques, ou encore d'introduire dans l'un quelconque des circuits, soit l'oscilloscope cathodique OSC, soit le haut-parleur HP pour les besoins du contrôle ; C, générateur basse fréquence spécial fournissant des fréquences de 1 à 1 000 p/s sous des tensions de 10 à 500 μ . V pour le réglage des circuits amplificateurs.

« élément ». Un muscle qui se contracte les accuse soit dans chacune de ses fibres, soit dans son ensemble, avec une clarté que nous avons mise en évidence à propos des « électrocardiogrammes » — courbes, d'une précision inouïe, qui décèlent les moindres incidents des battements du cœur (1).

Un nerf *qu'excite* une cause physique extérieure, ou *qui s'excite* pour transmettre ses ordres aux organes qu'il commande, révèle tout de même une variation de potentiel. Et comme tout nerf est constitué de fibres dont chacune prolonge une cellule nerveuse, cette variation de potentiel se propage, le long du « faisceau » de fibres, à la manière d'une « onde ».

Les nerfs aboutissent à des carrefours communiquant entre eux : les « ganglions »

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

au mot « fonctionner ». Même quand l'organe est au repos, *du seul fait qu'il vit*, il présente *des variations de potentiel*. Et il faut bien qu'il en soit ainsi, puisque la « bioénergétique » (1) nous révèle qu'il existe un « métabolisme de base » (c'est-à-dire une transformation énergétique) pour tout être *au repos*. Un être vivant au repos n'est pas de la matière inerte. A preuve, il respire suivant un rythme d'autant plus régulier que le sujet est plus calme. En conséquence, toute cellule nerveuse, tout ganglion et, finalement, le cerveau lui-même, *pris à l'état de repos*, doivent révéler une *pulsation électrique* — « périodique » en raison même de l'absence de toute excitation extérieure.

C'est, effectivement, ce qu'ont pu déceler

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 265, page 10.

les électrophysiologistes, grâce aux moyens d'amplification extraordinairement sensibles que leur apportait la lampe triode. Les variations de tension dont il s'agit, dans ce cas du repos — dont le « sommeil » marque l'état optimum surtout en ce qui concerne le cerveau — sont, en effet, de l'ordre du « microvolt » (millionième de volt).

On s'explique donc, d'une part, que l'électrophysiologie tablant sur les seuls courants d'excitation n'ait pas eu besoin d'attendre l'invention des triodes pour se fonder. Depuis Galvani (1791) jusqu'à d'Arsonval,

L'onde « alpha » de Berger

Nous avons décrit les dispositifs expérimentaux par lesquels se détectent les oscillations électriques du cerveau, dont un spécimen est exposé au Palais de la Découverte (1). Nous n'y reviendrons pas. Au demeurant, le schéma comme les photographies des nouveaux dispositifs utilisés dans les laboratoires de médecine suffiront à rappeler leur principe. Il est élémentaire, encore que d'application *de plus en plus délicate*, en raison même des nouveaux buts que

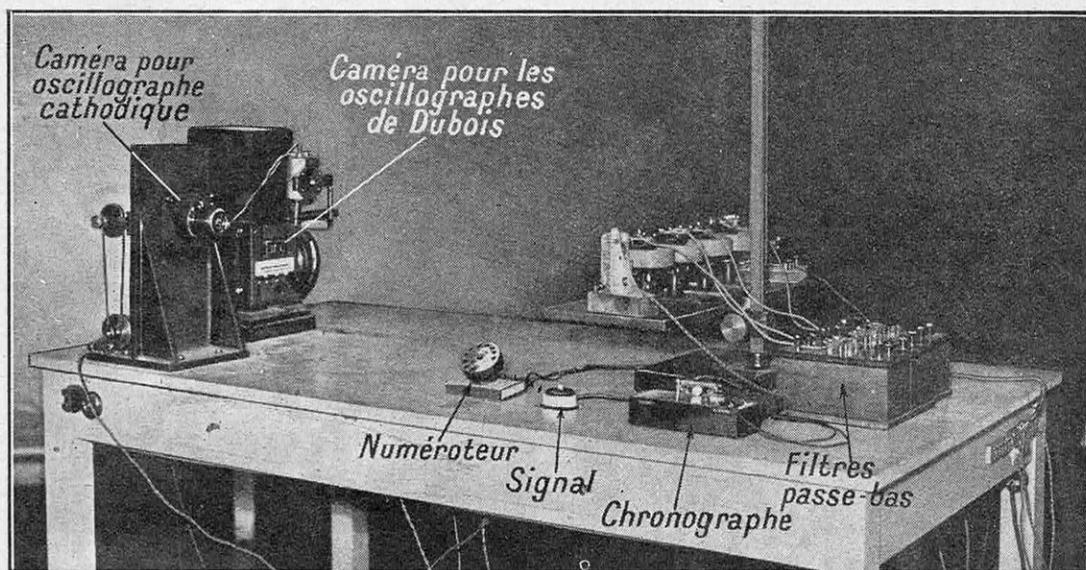


FIG. 2. — ENREGISTREMENT DES ÉLECTROENCÉPHALOGRAMMES MULTIPLES SUR UN FILM
Un faisceau lumineux éclaire les miroirs des oscillographes qui renvoient chacun son spot particulier sur le film unique qui se déroule derrière la fente de la chambre noire.

elle n'a pas cessé un seul instant de se développer. Bien mieux, tout comme avec Lavoisier, la biochimie donna le branle à la chimie pure. Ce sont les célèbres expériences de Galvani sur les grenouilles, qui permirent à Volta d'inventer la « pile » physique et, par là même, le *premier courant électrique* des physiciens. Mais, d'autre part, l'électrobiologie ne pouvait atteindre à l'analyse de ses phénomènes élémentaires (d'échelle cellulaire) sans utiliser les moyens physiques actuellement les plus raffinés.

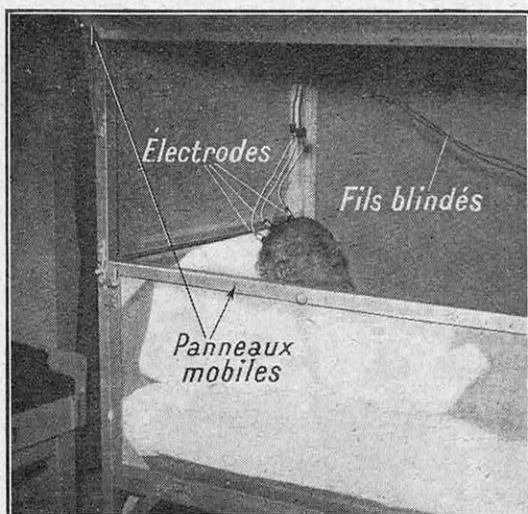
Aussi bien, n'est-ce qu'en 1924 que Hans Berger a pu détecter les premiers indices de « l'onde cérébrale », sur l'encéphale mis à nu, pour aboutir, en 1929, à l'enregistrement de ses électroencéphalogrammes, en appliquant simplement les électrodes de son appareil amplificateur à l'extérieur du crâne pourvu de sa chevelure !

se proposent sans cesse les physiologistes.

La découverte fondamentale de Berger est celle-ci : les variations de potentiel de l'encéphale se manifestent *globalement* à l'état de détente, par *une oscillation électrique très régulière*, dite « ondes alpha ». La fréquence de ces ondes varie de 8 à 12 par seconde, et l'amplitude de leur potentiel par « bouffées » également régulières. Entre le minimum et le maximum d'amplitude, il s'écoule une vingtaine de périodes environ.

Si le cerveau quitte l'état de repos, soit qu'il coordonne des mouvements du corps, soit qu'il reçoive des sensations visuelles, auditives, soit qu'il travaille simplement avec attention à des opérations intellectuelles comme, par exemple, une lecture ou un calcul, ce *passage du repos au travail* se traduit par un « brouillage » des ondes

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



ANDRÉ WALTER, fabricant.

FIG. 3. — LE LIT A CAGE DE FARADAY (UN PANNEAU ENLEVÉ POUR LA PHOTOGRAPHIE) DANS LEQUEL EST PLACÉ LE MALADE

Le treillis métallique « isole » celui-ci de tout parasite électrique extérieur que recueilleraient les électrodes dont on voit ici deux paires.

alpha. La fréquence de 8 à 12 pér/s disparaît pour croître jusqu'à 17 à 60 pér/s, tandis que l'amplitude s'atténue considérablement. Ce nouvel aspect de l'électroencéphalogramme a été dénommé par Berger, « ondes *bêta* ». Le point de transition sur l'enregistrement se nomme « réaction d'arrêt ».

Dès l'origine, Hans Berger émit l'opinion

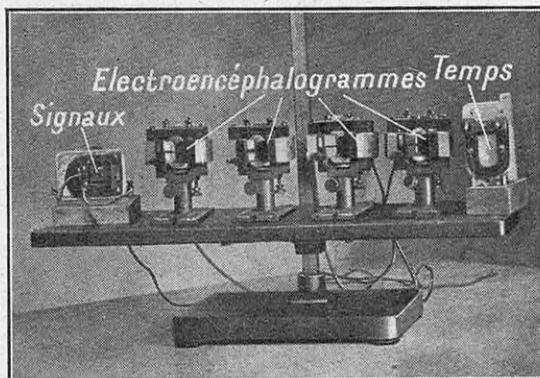


FIG. 4. — LES OSCILLOGRAPHES DUBOIS (SIMPLES GALVANOMÈTRES A MIROIR) QUI SERVENT A L'ENREGISTREMENT PHOTOGRAPHIQUE

Au centre, quatre oscillographes pouvant enregistrer chacun un électroencéphalogramme dans la méthode multiple. Aux extrémités, deux oscillographes restent spécialisés, l'un dans l'inscription permanente du temps sur le film, l'autre dans l'inscription des « tops » de signalisation qu'exige l'expérience.

qu'il n'y avait jamais, à un instant donné, qu'une seule forme d'onde pour un même cerveau. Autrement dit, il pensait que l'*activité bioélectrique* était la même dans toutes les régions de l'écorce cérébrale, bien que cette écorce (ou *cortex*) représente l'organe suprême chargé d'intégrer et de coordonner les fonctions sensori-motrices. (Tous les nerfs sensitifs aboutissent en effet au *cortex* et tous les nerfs moteurs en partent.)

De plus, comme il avait été amené à placer constamment sur l'occiput, soit l'une des deux électrodes (en montage bipolaire), soit l'électrode unique (en montage monopolaire) (1), Berger en concluait que les ondes *alpha*, d'apparence tellement stable, possédaient un foyer d'émission *centré* dans cette région de l'encéphale — les autres régions n'intervenant que pour « brouiller » les ondes *alpha* homogènes, et les transformer (lors des incidents de fonctionnement) en ondes

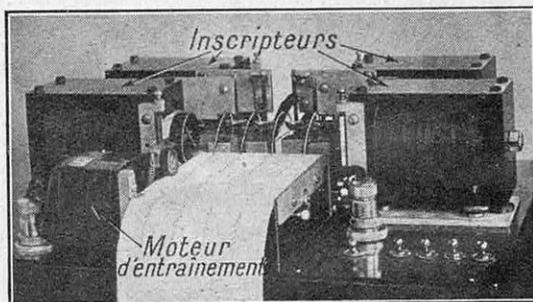


FIG. 5. — BLOC DE QUATRE INSCRIPTEURS POUR ENCÉPHALOGRAMMES MULTIPLES

bêta hétérogènes d'amplitude comme de fréquence.

Dans cette première conception, l'électroencéphalogramme d'un cerveau aurait dessiné son activité globale exactement comme l'électrocardiogramme dessine celle du cœur. Mais il était bien évident qu'une telle analogie ne pouvait résister longtemps à l'examen. La fonction du cœur est de maintenir un rythme donné une fois pour toutes — et ce rythme apparaît *extrêmement complexe* dans sa forme « normale ». La fonction du cerveau est d'intervenir, tout au contraire, d'une manière imprévisible, en réponse aux circonstances extérieures dont l'informent les nerfs sensitifs.

Aussi bien, c'est le rythme du cerveau *inactif* qui apparaît régulier (Berger croyait pouvoir dire « sinusoïdal »), tandis que son

(1) Dans ce cas, le retour du courant électroencéphalique s'effectue par le lobe d'une oreille du patient que l'on relie à la terre.

activité brouille l'enregistrement, au point de lui ôter tout aspect rigoureusement périodique.

La signification très particulière des électroencéphalogrammes

Et, pourtant, les ondes *alpha* du cerveau au repos, ou « rythme de Berger », demeuraient évidemment le seul repère utilisable (en tant que « stable ») pour tirer quelques déductions véritablement utiles des rythmes instables, dits « ondes *bêta* » fournies par le cerveau en activité.

C'est pourquoi Jasper, en Amérique, formula, en fonction des « ondes *alpha* », son *critérium d'anormalité* qui, jusqu'à présent, représente le seul indicateur utilisable pour l'interprétation des électroencéphalogrammes.

D'après ce critérium, tout sujet adulte observé à l'état de veille (et, naturellement, de repos) présente un caractère anormal :

1° Si la fréquence des ondes est inférieure à 8 p/s ;

2° Si la durée d'une onde *alpha* isolée dépasse 125 millisecondes. Seule, bien entendu, la répétition du phénomène, avec survoltage du courant encéphalique, doit être retenue par le médecin ;

3° Si l'amplitude révèle une variation de tension supérieure à 125 microvolts ;

4° Si certaines formes particulières (caractéristiques de l'épilepsie, et de l'épilepsie seulement) apparaissent ;

5° Si, entre deux ondes successives *alpha*, l'on observe des différences de durée plus grandes que 30 millisecondes ;

6° Si des variations de tension de grande amplitude jaillissent, isolées, du tracé général ;

7° Si des différences importantes sont rele-

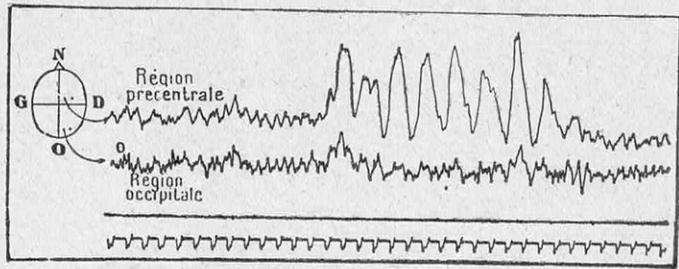


FIG. 7. — ÉLECTROENCÉPHALOGRAMME DOUBLE PRÉLEVÉ DANS LE LABORATOIRE DU PROFESSEUR BAUDOIN

On aperçoit nettement à quel moment le lobe frontal droit commence à « flamber » épileptiquement, tandis que l'occipital droit demeure normal.

vées sur deux enregistrements pris simultanément et symétriquement sur les deux hémisphères cérébraux.

Cette dernière remarque allait prendre une extension remarquable, car, pour la première fois, elle passait outre à la conception initiale de Berger, d'une onde cérébrale de base, globale, uniforme, « sinusoïdale ». La méthode des « électroencéphalogrammes multiples » allait naître de là.

Remarquons, sans plus tarder, quelle différence apparaît, de ce fait, entre l'étude d'une « courbe périodique » obtenue en physiologie et l'analyse d'une courbe analogue obtenue en physique — celle, infiniment complexe, que donnent, par exemple, les marégraphes (1).

Devant la courbe périodique la plus complexe, le physicien sait qu'il lui suffit de l'analyser mathématiquement en ses « harmoniques » élémentaires (les sinusoides *composantes* de Fourier) pour que chacune de ces harmoniques le mette sur la voie de l'un des phénomènes secondaires inclus dans le phénomène total enregistré par la courbe.

Voici, par contre, le physiologiste en présence d'un électroencéphalogramme relatif à un cas pathologique naturel ou provoqué (par exemple par l'administration de narcotiques au patient) ou relatif, encore, à l'un de ces états psychologiques morbides qui sont l'objet de la clinique aliéniste. Le physiologiste doit renoncer à l'analyse mathématique par « harmoniques ». La forme « sinusoïdale » n'est plus, ici, spécifique du « cas particulier » : elle apparaît, au contraire, en tant qu'*indication globale* : les « ondes *alpha* » sont atteintes quand « il ne se passe plus rien d'anormal » dans le cerveau. C'est elle qui apparaît comme « résultante » ! En tant que « composante »,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 259, page 35.

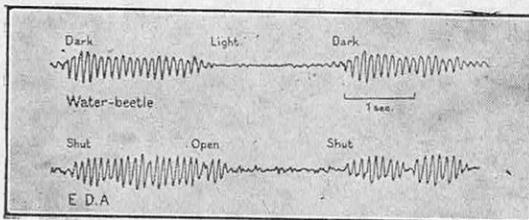


FIG. 6. — CURIEUX RAPPROCHEMENT

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 (région occipitale du crâne) qui s'est volontairement soumis à la même expérience : les yeux fermés (shut) et ouverts (open).

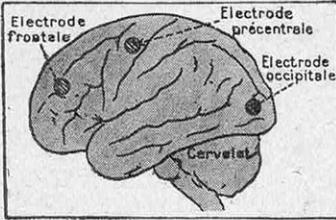


FIG. 8. — POSITIONS RELATIVES SUR L'ENCÉPHALE DES ÉLECTRODES DANS LE PRÉLÈVEMENT DES ÉLECTROENCÉPHALOGRAMMES MULTIPLES

d'une courbe prélevée globalement sur le cerveau. Ce qu'il va désirer posséder, ce sont des enregistrements provenant de « régions » aussi restreintes que possible de l'encéphale.

Déjà, l'on savait que le « rythme de Berger » n'était nullement spécifique de l'encéphale. Adrian avait poussé la virtuosité jusqu'à montrer qu'un simple ganglion d'insecte au repos oscillait électriquement suivant ce rythme. (Voir, fig. 6, la comparaison des deux enregistrements ; l'un relatif à ce ganglion et l'autre au cerveau même de l'éminent physiologiste de Cambridge, ils sont identiques !) Depuis, on a réussi à prélever les électrogrammes particuliers de nerfs isolés. Nul doute que si l'on peut, un jour, atteindre la cellule nerveuse elle-même par la même méthode, chaque cellule révélera

elle n'a plus aucune valeur indicative. C'est l'ensemble de ses irrégularités qui caractérise le phénomène isolé soumis à l'étude.

Le physiologiste n'a donc que faire

une courbe de même forme : *sinusoïdale* au repos, *troublée* (en ondes *bêta*) dès qu'elle entrera en activité.

L'examen méthodique des épileptiques

Il était donc tout indiqué d'appliquer les « électrodes » de l'oscillographe à des zones du cerveau aussi précises que possible, afin de séparer les innombrables aspects de l'activité cérébrale dont le *cortex* figure le tableau énigmatique, mais étonnamment bien présenté par la nature.

Quelques lésions caractéristiques mises à part, un seul cas pathologique se trouve, dès maintenant, sérieusement éclairé par

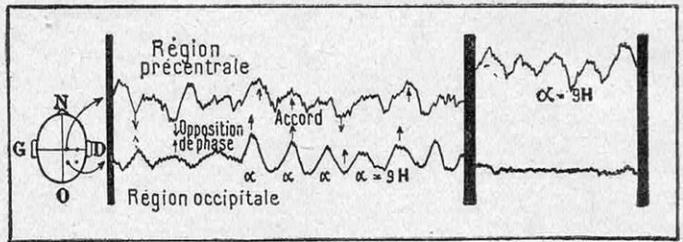


FIG. 10. — ÉLECTROENCÉPHALOGRAMME DOUBLE D'UN SUJET NORMAL, MONTRANT LES DISCORDANCES ENTRE ONDES α ET β RECUEILLIES SIMULTANÉMENT

De gauche à droite, la première section du film montre des ondes α qui sont tantôt en discordance, tantôt en accord de phase. La seconde section montre comment, sous attention visuelle, les ondes α continuent de se produire dans la région précentrale, tandis que les ondes β paraissent dans l'occipitale.

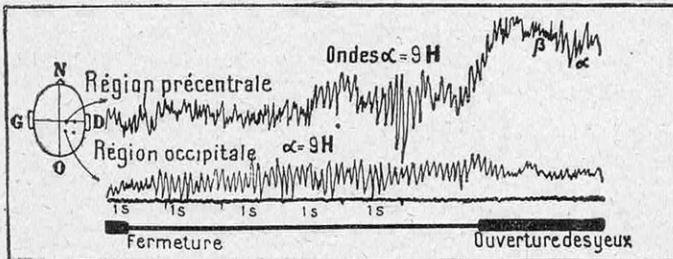


FIG. 9. — ÉLECTROENCÉPHALOGRAMME DOUBLE CONCERNANT LA RÉGION OCCIPITALE ET LA RÉGION PRÉCENTRALE D'UN SUJET NORMAL

Différents incidents s'y inscrivent : dès la fermeture des yeux, le tracé occipital présente un rythme ample et lent (ondes α) qui disparaît dès l'ouverture des yeux. Sur le tracé précentral, malgré la fermeture des yeux, le rythme demeure plus rapide : au bout de trois secondes s'amorce un train d'oscillations α . Après l'ouverture des yeux, la fréquence s'accélère ; mais, cette fois, c'est sur la région précentrale qu'apparaissent des ondes α . Il y a donc, en général, discordance en ce qui concerne l'apparition des ondes α entre les deux régions.

la méthode ainsi comprise, celui de l'épilepsie. On parvient à localiser les « foyers » où le mal commence à « flamber », comme disent les spécialistes, avant que le patient n'accuse le moindre trouble.

Quand « l'orage bioélectrique » — comme Berger définit l'épilepsie — a envahi l'encéphale, quand le malade se tord dans des convulsions musculaires, celles-ci rendent absolument inutilisable l'enregistrement — puisque la condition première d'établissement d'un bon électroencéphalogramme est le « repos » musculaire. Les variations de tension engendrées par les muscles brouillent, en effet, l'enregistrement : on dit que le « myogramme » qui s'inscrit alors sur le film de la bande de papier, obnubile « l'encéphalogramme ».

Par contre, si « l'épileptique »

est mis en observation continue, l'électroencéphalogramme révèle aisément les activités anormales de son cerveau. Mais, pour cela, l'enregistrement doit être *très long*. L'Américain Gibbs et ses collaborateurs ont recueilli, en deux ans et demi, 96 km de tracés appartenant à 400 malades, soit : 240 m de *tracé* par malade ! De plus, l'amplification doit être faible, afin de mettre bien en évidence les manifestations pathologiques. Les tracés de Gibbs accusent seulement *un millimètre* de dénivellation pour 50 microvolts.

Pour atteindre à la localisation recherchée

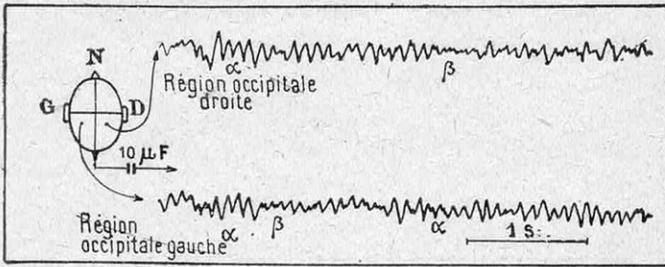


FIG. 11. — ÉLECTROENCÉPHALOGRAMME DOUBLE CONCERNANT LES DEUX RÉGIONS OCCIPITALES

On constate que les ondes α et β alternent sur l'un et l'autre électroencéphalogramme, mais sans concordance. Ainsi, les lobes homologues, de même que ceux d'un même côté, ne fonctionnent pas en harmonie.

du foyer, on installe *plusieurs dérivations* (quatre et même plus) fixées *des deux côtés* de la *crâne*, sur les régions supposées actives : lobes frontaux, précentraux, occipitaux.

Les résultats d'une mise en observation aussi minutieuse récompensent les cliniciens en leur révélant ce qu'ils nomment des crises « infra-cliniques » inobservables d'autre manière — en leur livrant des éléments inédits pour le diagnostic du « petit mal », cette épilepsie larvée si répandue. Il n'est pas de notre ressort d'entrer dans cet exposé strictement médical ni, *a fortiori*, dans l'étude des traitements pharmaceutiques dont l'électroencéphalogramme mesure pour ainsi dire l'efficacité ou la nuisance. On est allé, dans cette voie, jusqu'à guérir le malade par amputation des lobes cérébraux responsables du mal, après avoir démontré que les divers produits pharma-

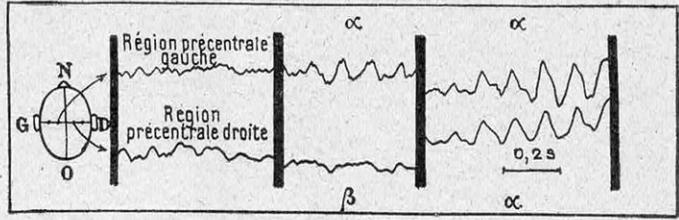


FIG. 12. — AUTRE ÉLECTROENCÉPHALOGRAMME DOUBLE CONCERNANT LES DEUX RÉGIONS PRÉCENTRALES

Ici encore, on note l'apparition discordante d'ondes α et β puis l'apparition simultanée d'ondes α , en phase.

ceutiques administrés s'avéraient nuisibles.

A titre d'exemple, nous donnons, fig. 7, un enregistrement *double* prélevé sur l'un des épileptiques examinés dans le laboratoire de pathologie générale du professeur Baudouin.

Les électroencéphalogrammes multiples de l'homme normal

MM. Baudouin, Fischgold et Lérique pensent qu'on ne doit pas s'en tenir à ces succès cliniques. En effet, si la méthode différentielle ainsi instituée est valable pour le diagnostic du « gros » phénomène cérébral que représente l'épilepsie, il n'est pas déraisonnable de l'utiliser pour étudier l'activité normale du cerveau. Ils ont donc entrepris de prélever méthodiquement des électroencéphalogrammes multiples sur des sujets normaux.

Les deux *paires d'électrodes* peuvent être placées, comme nous venons de le voir dans le cas précédent, sur le même hémisphère cérébral, *droit* ou *gauche* : on obtiendra ainsi un « EEG double unilatéral ». On peut disposer chacune des deux *paires d'électrodes* sur un hémisphère différent ;

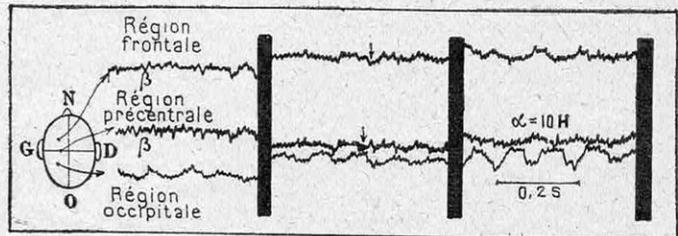


FIG. 13. — ÉLECTROENCÉPHALOGRAMME TRIPLE

A gauche, le rythme α (10 p/s) apparaît uniquement sur le tracé occipital, tandis que les tracés précentral et frontal sont d'un rythme plus rapide. Au centre, le rythme α existe sur les trois courbes, mais décalé. A droite, les oscillations α précentrales et frontales sont synchrones entre elles, mais en opposition de phase avec les occipitales.

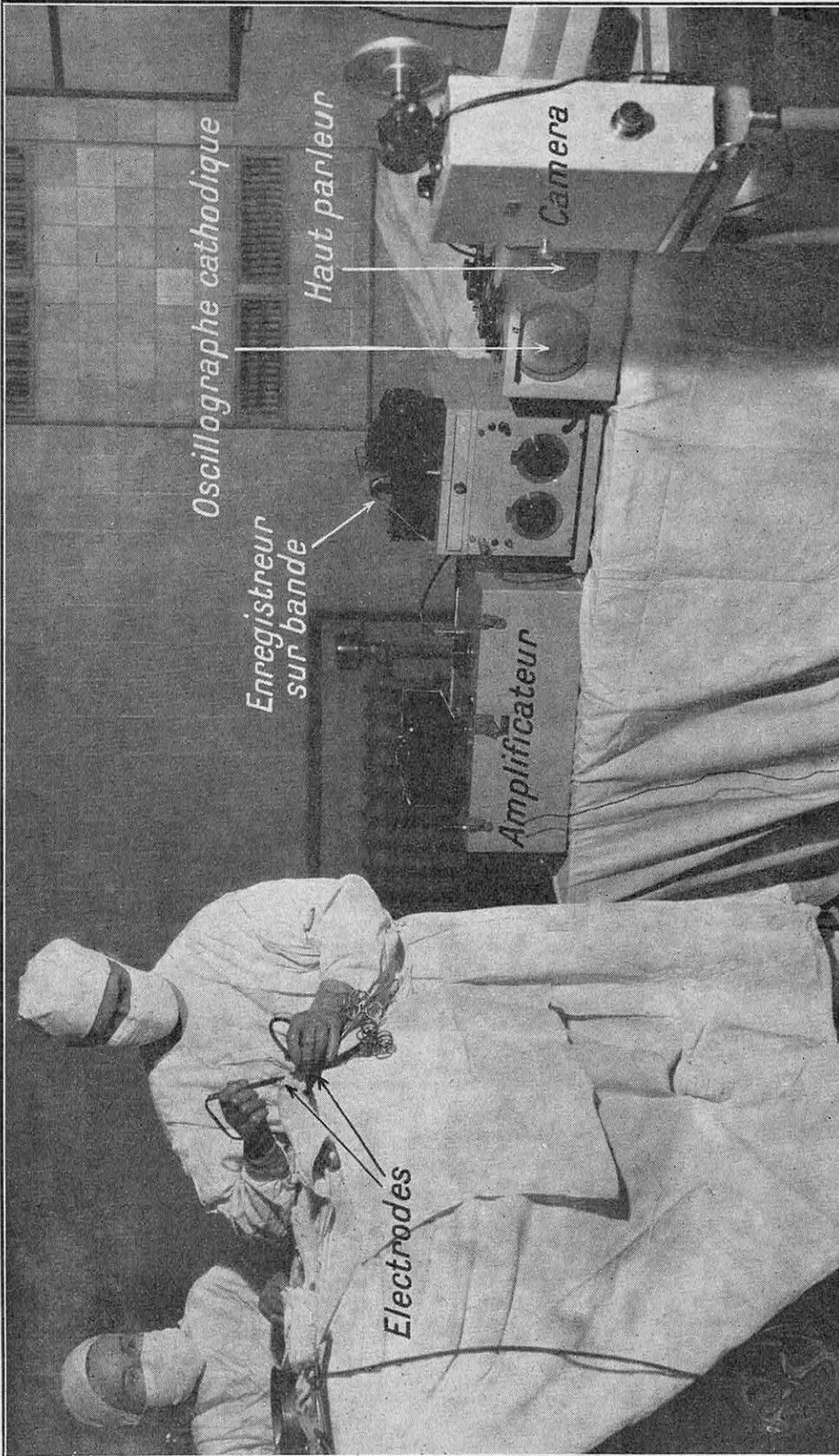


FIG. 14. — LE RELEVÉ D'UN ÉLECTROENCÉPHALOGRAMME AU COURS D'UNE OPÉRATION SUR LE CERVEAU DANS UNE CLINIQUE AMÉRICAINE. Les électrodes sont ici appliquées directement sur le cortex cérébral, de sorte que les enregistrements ne sont pas déformés comme dans le cas de l'encéphalographie transcrânienne où les électrodes sont appliquées sur le crâne. On voit, à droite, l'équipement portatif réalisé par l'« Electro-Medical Laboratory » de Holliston (Etats-Unis) pour l'amplification et l'enregistrement des ondes cérébrales au cours des interventions chirurgicales.

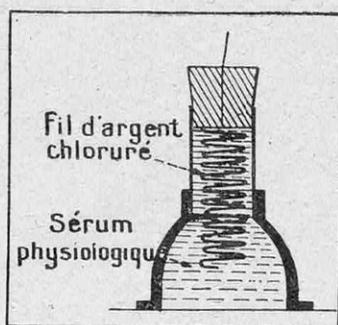


FIG. 15. — COUPE D'UNE ÉLECTRODE LIQUIDE DE MM. BAUDOIN, FISCHGOLD ET LERIQUE

on obtiendra alors un « E E G double bilatéral ». Si l'on fait intervenir une troisième paire d'électrodes, on aura un « EEG triple ». On a saisi la richesse du procédé. On peut en concevoir des variantes quasi illimitées suivant que l'on place les électrodes sur les « lobes » homologues dans l'un et l'autre hémisphère ou qu'on choisit pour cette application des lobes dissymétriques. Nous comprenons maintenant le mot figuré de « triangulation du cerveau ».

Pour l'instant, les expérimentateurs n'ont publié que des observations sur « E E G double unilatéral », et sur « E E G double bilatéral » avec quelques indications seulement sur « E E G triple ».

Prenons comme exemple le premier cas (fig. 10), « E E G double unilatéral ».

Le sujet, casqué d'électrodes (connectées à son crâne comme l'indique le schéma), est invité à *fixer son regard*. La région occipitale se met à pulser avec une fréquence irrégulière, instable, variant de 15 à 25 pér/s, tandis que la région précentrale accuse une activité encore plus irrégulière à des fréquences désordonnées. Il s'agit, en l'espèce, évidemment d'« ondes bêta », puisque le cerveau est *en activité*.

Demandons maintenant au sujet d'acquiescer l'état d'inattention nécessaire pour l'obtention des « ondes alpha ». Les deux courbes prennent l'aspect indiqué par le schéma : on y décèle aisément des « accords » et des « oppositions » de phase. Donc,

on obtiendra même au repos, les oscillations lentes du rythme de Berger ne sont pas commandées par un même foyer : la théorie du centre d'émission unique doit être abandonnée. Provoquons une « réaction d'arrêt » par attention visuelle

provoquée : les ondes bêta apparaissent d'abord sur la région occipitale, tandis que les ondes alpha persistent encore sur la région précentrale.

L'étude des encéphalogrammes doubles bilatéraux n'a porté jusqu'ici que sur des régions homologues des deux hémisphères : les régions occipitales par exemple. Le graphique (fig. 11) montre qu'ici encore les périodes d'activité bêta séparant les oscillations alpha ne coïncident pas.

Encore un exemple d'enregistrement double bilatéral. Il porte cette fois sur les régions homologues précentrales (fig. 12). Par instants, les ondes alpha sont en parfaite concordance. A d'autres, les ondes bêta apparaissent à droite, non à gauche.

Terminons par un encéphalogramme unilatéral, mais triple (fig. 13). Les trois sections A B C du graphique présentent une richesse de concordances et de discordances entre les trois régions explorées qui dissocie nettement, aux yeux du physiologiste, les fonctionnements des régions en question.

L'avenir de la méthode des enregistrements multiples

La méthode des électroencéphalogrammes multiples n'a pas, en principe, de limites. Elle entre à peine en appli-

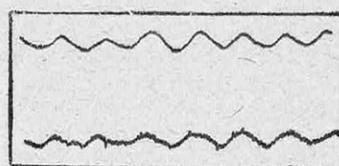


FIG. 16. — ONDES α ÉMISES PAR LE MÊME SUJET

En haut, l'enregistrement a été effectué avec les électrodes liquides (fig. 15) ; en bas, avec celles d'un autre type. On voit que les petites oscillations peuvent être dues exclusivement aux électrodes et à leurs modes de fixation.

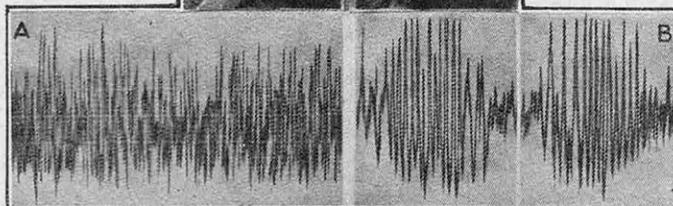


FIG. 17. — ÉLECTROENCÉPHALOGRAMMES RELEVÉS PAR LE PROFESSEUR BREMER SUR UN CHAT DONT IL A ISOLÉ LE CERVEAU PAR SECTION DU NÉVRAXE

A — L'animal étant éveillé et attentif fournit un tracé irrégulier. B — Le même animal parfaitement endormi (sommeil spontané) révèle des « bouffées » caractéristiques : le sommeil encéphalique du chat n'est pas de tout repos ; il est très loin du rythme de Berger.

cation. On construit d'ores et déjà, en Amérique, des enregistreurs capables de saisir 4 et 6 encéphalogrammes distincts et simultanés.

Pratiquement, jusqu'où pourra-t-on pousser la multiplicité des électrodes ?

Le contact électrique du cerveau, à travers l'épaisseur du cuir chevelu, de l'os et du liquide céphalo-rachidien, ne pourra jamais être suffisamment localisé par les électrodes, si étudiées soient-elles, du type utilisé présentement (fig. 15). Une localisation plus poussée des contacts électroencéphaliques exigerait que l'on procédât par insertions de fines aiguilles dans la matière cérébrale — ainsi qu'on peut le faire occasionnellement, au cours d'une intervention chirurgicale (fig. 14).

C'est donc sur l'animal que le laboratoire devra faire porter son exploration méthodique de l'encéphale. Nous avons déjà parlé des méthodes d'« isolement » que le professeur Bremer applique à l'encéphale du chat. Mais encore ce procédé de dissection préalable ne peut aller bien loin. Finalement, jusqu'à nouvel ordre, les ondes cérébrales ne paraissent devoir être instructives, pour le physiologiste comme pour le clinicien, que par l'observation de leurs irrégularités et la confrontation, de ce point de vue, d'encéphalogrammes multiples prélevés suivant toutes les combinaisons possibles. Ce sont là des coups de sonde dont les recoupements peuvent seuls donner des indications utiles.

Toutefois, dès maintenant, la nature exacte des ondes *alpha*, « sinusoidales » à l'état parfait, à « l'état limite » pourrait-on dire, cette nature commence d'apparaître avec une certitude croissante. Le rythme global de Berger résulte d'une « synchronisation » des rythmes élémentaires fournis par les innombrables éléments nerveux du cortex.

Chacun de ces éléments — notamment les *cellules pyramidales*, dont la grosseur croît à mesure qu'on pénètre plus avant dans le cortex — doivent posséder un « automatisme

rythmique », figurant l'« onde *alpha* » idéale. Quand tous les éléments sont au repos absolu — vivant de manière passive — les divers rythmes automatiques s'accordent et toutes les « ondes *alpha* » élémentaires fournissent la grosse « résultante » du rythme de Berger tel qu'il apparaît sur les électroencéphalogrammes.

Par contre, dès que les éléments nerveux du cortex entrent en activité, par groupes associés plus ou moins compacts, la résultante générale se trouve évidemment troublée : l'onde *alpha* se transforme alors en onde *bêta*. Autrement dit, le synchronisme général disparaît.

Autrement dit, tout se passe comme si le système nerveux tout entier, pris à l'état de repos, fonctionnait comme un pendule électrique infiniment complexe, mais battant « harmonieusement ». Toute sensation, tout mouvement musculaire, toute lésion, toute intervention chimique a pour effet de détruire cette harmonie — en cette destruction perpétuelle consiste précisément l'*activité*. La vie n'a pas de sens hors d'un déséquilibre sans cesse réparé.

La fonction du cortex est d'agencer des « réponses » convenables aux « excitations » extérieures — ou même de suspendre ces réponses par inhibition de la sensation « s'il » le juge bon — ou encore de

déclencher des « ordres » qui ne sont plus des réponses, mais des « initiatives ». Et nous touchons alors à l'activité psychologique spontanée. L'électroencéphalogramme enregistre l'effet nerveux de ces ordres. En aucun cas, fût-il « parfaitement déchiffré », il n'est l'image de la pensée vécue, « pas plus, écrit M. Fessard, que la photographie d'une expression de visage n'est celle de l'émotion qui l'a créée. »

J. LABADIÉ.

N. D. L. R. — Les figures 1 à 5 représentent l'appareillage réalisé à la Faculté de Médecine, dans le laboratoire du professeur Baudouin.

Les électroencéphalogrammes 7 et 9 à 13 ont été enregistrés dans le laboratoire de Pathologie générale de la Faculté de Médecine de Paris du professeur Baudouin.

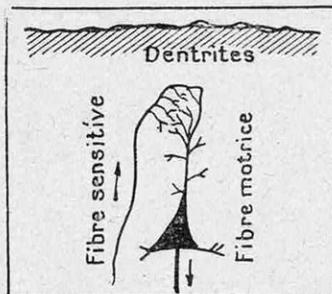


FIG. 18. — LA CELLULE PYRAMIDALE, ÉLÉMENT SENSORI-MOTEUR ESSENTIEL DE L'ÉCORCE CÉRÉBRALE

L'influx nerveux provenant des organes sensoriels, monte dans le sens de la flèche et se perd dans les « dendrites ». Le « signal » sensoriel donne lieu à un courant « moteur », en sens inverse, mais après une « élaboration » qui demeure un mystère puisque le cerveau peut inhiber la sensation et suspendre l'influx moteur.

LES LIVRES QU'IL FAUT MÉDITER

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

L'HOMME DEVANT LA SCIENCE ⁽¹⁾

LES sciences ont deux extrémités qui se touchent : la première est la pure ignorance naturelle où se trouvent les hommes en naissant. L'autre extrémité est celle où arrivent les grandes âmes qui, ayant parcouru tout ce que les hommes peuvent savoir, trouvent qu'ils ne savent rien et se rencontrent dans cette même ignorance d'où ils étaient partis. *Mais c'est une ignorance savante qui se connaît.*

Tout le livre de Lecomte du Nouy est une paraphrase de cette pensée de Pascal, une paraphrase appuyée sur la critique avertie des principes et des théories de deux sciences actuellement fondamentales : la Physique et la Biologie.

Nos lecteurs connaissent M. Lecomte du Nouy. Biologiste de métier, il a choisi pour carrière la tâche difficile de contribuer à la liaison rationnelle de l'une et de l'autre sciences. A l'*Institut Rockefeller*, d'abord, à l'*Institut Pasteur*, ensuite, il s'est fait largement connaître par ses travaux de « bio-physique moléculaire ». Et nous savons combien impérieux sont devenus, pour les biologistes contemporains, les problèmes concernant la *constitution physique* des colloïdes, des sérums, des hormones, des vitamines, des molécules-protéines, enfin, qui sont les « briques » élémentaires avec lesquelles sont construits les organismes vivants.

L'homme devant la science est donc l'œuvre philosophique d'un savant qualifié — mais d'un savant qui éprouve aujourd'hui, comme naguère Pierre Duhem, Henri Poincaré et tant d'autres, le besoin irrésistible de « prendre du recul » vis-à-vis de la Science, afin de toiser la déesse qui, pour beaucoup, risque de devenir une idole sommaire.

M. Lecomte du Nouy n'a pas de peine à montrer que la science la mieux établie se réfère, en dernière analyse, au facteur humain. Que ce soit par la réaction de l'*expérimentateur* devant le phénomène ou par les concepts qu'applique le *mathématicien* aux données de l'expérience, « l'homme » reste, aujourd'hui comme au temps d'Aristote et d'Euclide, « la mesure de toutes choses ». Quoi qu'on fasse pour l'oublier, quoi qu'on dise pour démontrer le contraire, la science est « humaine » en dernier ressort. L'ayant créée de toutes pièces, l'homme

conserve le droit et le devoir de ne pas adorer la statue pétrie de ses mains.

Nous laisserons délibérément à la charge du philosophe les conclusions spirituelles ou sociales qu'il retire de son examen ainsi compris. Par contre, nous nous appesantirons sur les analyses strictement scientifiques qu'il adopte comme point de départ.

* * *

L'une des plus solides est la critique qu'il nous présente des méthodes de pensée des physiciens quand on veut les transposer à la Biologie.

La *discontinuité* de la matière, de l'électricité, de l'énergie, est un dogme des plus fécond en physique. Nul ne songe à nier les immenses progrès qu'ont valus aux sciences physicochimiques les notions d'atome, d'électron, de photon. La plus importante conséquence de ce dogme est que « toutes nos lois scientifiques sont des lois statistiques dont la précision repose sur l'énorme nombre de particules élémentaires en présence ». Cette précision « statistique » dépasse de beaucoup la sensibilité de nos instruments. En voici l'exemple type.

Dans un centimètre cube de gaz à 0°, à la pression atmosphérique, il y a : 3×10^{19} (30 milliards de milliards) de molécules. Si l'on prétendait traiter n'importe quel problème concernant ce centimètre cube de gaz par le calcul différentiel (c'est-à-dire dans le cadre de la mécanique qui veut ignorer la discontinuité moléculaire), il faudrait poser 30 milliards de milliards d'équations, comportant chacune 30 milliards de milliards d'inconnues, représentant les *actions réciproques* de ces molécules prises deux à deux. Emile Borel a calculé qu'en s'occupant de chacune de ces molécules seulement pendant une seconde, il faudrait consacrer à cet examen environ 20 milliards de vies humaines. Tandis que les théories statistiques permettent de résoudre avec aisance une multitude de problèmes concernant un volume *quelconque* de gaz.

Mais un tel succès est conditionné par une hypothèse fondamentale, à savoir que *les mouvements des molécules sont entièrement*

(1) LECOMTE DU NOUY. Prix, franco : France, 23 f ; étranger, 26 f.

gouvernés par le hasard. En d'autres termes, il faut admettre le chaos complet, le mouvement *absolument* désordonné, pour que des lois statistiques puissent s'ensuivre.

Le calcul statistique, ainsi fondé sur le hasard, a permis de fournir, par ailleurs, une explication cohérente du principe le plus fondamental de l'Energétique — le principe de Carnot — découvert, cependant, à propos des machines à vapeur et largement confirmé par tous les progrès de l'industrie.

Ajoutons que la méthode statistique s'étend aujourd'hui à la physique intratomique : les électrons et les photons, les « trains d'ondes » de la mécanique ondulatoire, sont eux-mêmes soumis à la *mécanique statistique* dont Bose et Einstein d'une part, Fermi et Dirac d'autre part, ont fourni les variantes qu'exigeaient ces nouveaux points de vue. C'est donc, bel et bien, *toute la science physique* qui se trouve maintenant tributaire de la mathématique des probabilités.

Que vaut cette mathématique appliquée aux sciences de la vie?

Rien, exactement rien, ainsi qu'il ressort des considérations suivantes.

* * *

Un problème fondamental domine la science biologique : *Comment la Vie a-t-elle pu naître au sein de la matière?*

Avec l'auteur, simplifions le problème.

De Pasteur à Landsteiner, toute la biologie converge vers cette affirmation que les *molécules les plus élémentaires des organismes vivants* sont toutes caractérisées par une « asymétrie » importante. Quelles « chances » y a-t-il — ou y eut-il dans le passé géologique le plus lointain — pour que le *chaos originel*, relevant strictement de la méthode statistique, ait produit *par hasard* l'une de ces molécules « asymétriques »?

Le physicien bien connu Ch. Eug. Guye a fait le calcul, pour le cas d'une molécule composée de 2 000 atomes — ce qui n'est pas un nombre bien impressionnant, si l'on pense que les *molécules-protéines* les plus simples dépassent cette complexité. La « probabilité » d'apparition d'une semblable molécule, élémentaire en biologie, se mesure par $2,02 \times 10^{-321}$. C'est dire que pour rencontrer une seule molécule présentant une telle asymétrie il faudrait imaginer une sphère d'un rayon tellement grand que la lumière mettrait 10^{82} années à le parcourir (tout l'espace accessible à nos plus puissants télescopes n'y suffirait pas).

N'insistons pas ! Les lois du hasard appliquées à la production du « phénomène » vie, ne sauraient prouver qu'une chose : *la vie ne peut absolument pas être l'effet du hasard*, tel que le conçoivent et l'utilisent les physiciens.

Et si, pour retourner le fer dans la blessure ainsi portée au prétendu « déterminisme physique de la Vie », nous ajoutons que des

biologistes (Caullery) ont reconnu l'identité de fonction (et, par conséquent, de tissu) entre les reins des séliaciens de l'époque tertiaire et ceux des séliaciens actuels, nous constatons que *la matière vivante la plus ancienne est identique à la matière vivante actuelle*. Si nous considérons, d'autre part, que la Vie est apparue simultanément, de manière « quasi explosive », aux quatre coins du monde terrestre, ne faut-il pas admettre, *ipso facto*, que la matière vivante relève *d'au moins une loi* que la physique ignore, et dont elle n'a, du reste, aucun besoin?

* * *

La conclusion qui s'impose est donc celle-ci : *la Vie organisée prend son origine dans un « commencement absolu ».*

Si nous envisagions maintenant l'apparition de la pensée consciente (et, *a fortiori*, morale) au sein des organismes vivants, il est bien inutile de souligner que les lois purement biologiques seraient à leur tour impuissantes à la justifier. La pensée relève, elle aussi, d'un « commencement absolu ».

Nous voici en plein problème métaphysique. Nous ne pouvons l'aborder ici.

Il est évident que la transition, si pénible, entre la Physique et la Biologie demeure le problème le plus urgent de la pensée *scientifique* contemporaine. C'est un problème de principe, ainsi que le démontrent les analyses éclairées de Lecomte du Nouy. Il sera donc résolu *par-dessus toute controverse* entre physiciens et biologistes. Au reste, bien que l'auteur n'y insiste guère — par prudence, je suppose, et, peut-être, par réserve ironique — Lecomte du Nouy laisse transparaître la trame profonde de sa pensée. En tournant bien des pages, on s'attend à voir appeler un témoin d'envergure, Henri Bergson. Mais il est des noms qu'il ne sera permis de prononcer dans les assemblées scientifiques qu'un demi-siècle après la mort du personnage — exactement comme il est advenu de René Descartes. Alors, on s'apercevait peut-être que *l'indétermination limite* du mouvement physique, que les difficultés rencontrées par la mécanique interchangeable des « ondes » et des « corpuscules », que le « guide invisible » auquel faisait appel Claude Bernard pour expliquer la vie, sont autant de problèmes *de principe* résolus dans la métaphysique bergsonienne.

Et quand, prolongeant ses conclusions en sociologie, Lecomte du Nouy constate que les sociétés progressent par le génie d'individus privilégiés, non par le mouvement chaotique des masses, on ne peut s'empêcher d'observer que, là aussi, le progrès exige des « commencements absolus ». On évoque avec anxiété le mot profond que Noël Vesper attribue symboliquement aux grands promoteurs de l'histoire, notamment Bonaparte : « Je commande parce que je commence ! »

JEAN LABADIÉ.

LA T. S. F. ET LA VIE

Par André LAUGNAC

Les moteurs à explosions, sources de parasites pour les ondes courtes

Les parasites d'origine industrielle ou atmosphérique, qui perturbent si désagréablement les émissions en grandes ondes et en petites ondes, n'affectent en général pratiquement pas les transmissions radiophoniques et les émissions de télévision sur ondes courtes ; cela ne signifie pas que ces dernières ne puissent être troublées par aucune perturbation électrique : en effet, sous certaines formes particulières, des parasites qui ne produisent que des effets peu gênants en petites et en grandes ondes peuvent troubler profondément les ondes

nant des systèmes d'allumage des moteurs à explosions est pratiquement impossible à la réception, il est, par contre, possible de les détruire à leur origine.

Nous allons examiner rapidement les différents moyens préconisés pour que l'automobile ne soit plus l'ennemi implacable de la radiophonie et de la télévision sur ondes courtes. On sait que l'on peut diviser en deux groupes les parasites émis par les moteurs à explosions des voitures :

1. — Ceux qui prennent naissance dans certains éléments du circuit électrique basse tension et que l'on peut imputer aux crachements des charbons du collecteur de la dynamo, étincelles aux rupteurs, etc. Ces

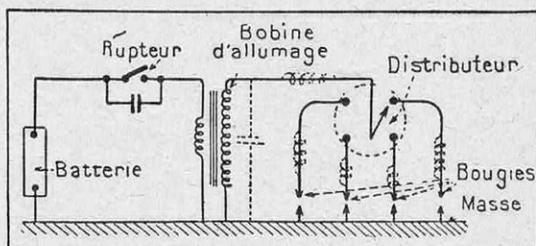
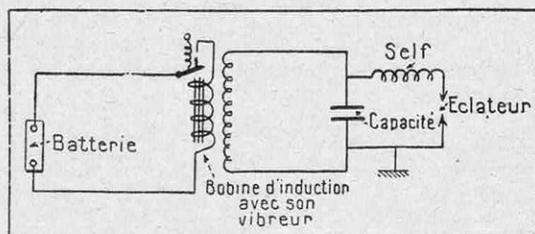


FIG. 1 ET 2. — SCHÉMAS DE PRINCIPE D'UN OSCILLATEUR HAUTE FRÉQUENCE A ÉTINCELLES (A GAUCHE) ET DU CIRCUIT D'ALLUMAGE D'UN MOTEUR A EXPLOSIONS (A DROITE)

La similitude de ces deux schémas est frappante. Les deux circuits émettent des trains d'ondes amorties (voir fig. 3) de très hautes fréquences. Sur la fig. 2, les capacités et selfs, en pointillés, sont les capacités et selfs réparties de la partie haute tension du circuit d'allumage.

inférieures à 30 m. C'est le cas des parasites engendrés par les étincelles d'allumage des moteurs à explosions des automobiles.

Ces parasites sont très violents et peuvent rendre impossible l'écoute des émissions inférieures à 30 m pour les habitants des étages inférieurs des immeubles ; l'audition que donne le haut-parleur est couverte par un crépitement violent analogue au tir d'armes automatiques rapides. L'effet produit par ces perturbations sur l'écran d'un récepteur de télévision est encore plus curieux et donne l'impression d'une tempête de neige : il apparaît sur l'écran une série de taches blanches qui se déplacent horizontalement ; chaque tache correspond à un train d'ondes amorties.

Il importe donc de débarrasser les émissions de radiophonie et de télévision de ces parasites. Il est très difficile de le faire à la réception, car les parasites sont de même nature que les ondes hertziennes que capte l'antenne.

Si l'élimination des perturbations prove-

perturbations n'affectent, en général, que les grandes et les petites ondes et ne sont gênantes que pour les récepteurs type « auto » situés dans la voiture même. Elles peuvent être éliminées sans difficulté en reliant certains points du circuit basse tension à la masse par de petites capacités ;

2. — Ceux qui prennent naissance dans la partie secondaire du circuit d'allumage : bougies, distributeur, enroulement haute tension de la bobine d'allumage et les conducteurs qui relient ces différents organes.

Ce sont eux qui perturbent les réceptions de radiophonie et de télévision sur ondes courtes. La partie haute tension du circuit d'allumage des moteurs à explosions se comporte très exactement comme les circuits oscillants utilisés par Hertz lui-même pour montrer l'existence des radiations qui portent son nom. Dans notre cas particulier, on peut concevoir le mode de production de chaque train d'ondes de la façon suivante : à chaque fonctionnement du rupteur, la bobine d'allumage charge en haute tension une capa-

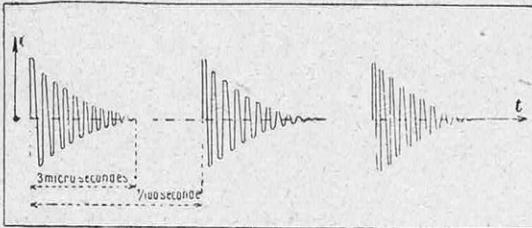


FIG. 3 — ALLURE GÉNÉRALE DES ONDES AMORTIES QUI PRENNENT NAISSANCE DANS LE CIRCUIT D'ALLUMAGE DES MOTEURS

cité fictive constituée par la capacité répartie du secondaire de la bobine et celle des conducteurs par rapport à la masse ; lorsque la tension de charge atteint le « potentiel explosif », l'étincelle claque entre les électrodes de la bougie et provoque la décharge de la capacité.

Le même phénomène se reproduit identiquement, successivement pour chaque bougie, suivant la position du distributeur. Cette décharge est « oscillante » et présente la forme d'un train d'ondes amorties dont la durée et l'amplitude dépendent de la résistance ohmique totale du circuit. Nous pouvons du reste constater que, tout comme dans les anciens émetteurs à étincelles, certains facteurs peuvent affecter la résistance des étincelles, en particulier la nature du gaz dans lequel elles claquent. Nous savons, en effet, que leur résistance sera plus faible dans l'air que dans des mélanges carburés ou hydrocarburés qui favorisent la « désionisation ». On pourra ainsi constater que les parasites émis par une voiture automobile seront plus intenses lorsque le conducteur lâchera l'accélérateur, par suite de la pauvreté en hydrocarbure du mélange admis dans les cylindres ; pour le motif opposé, ils diminuent d'intensité lorsque l'accélérateur est appuyé à fond.

Il existe actuellement deux méthodes très différentes pour supprimer les perturbations dont nous venons d'examiner la formation. La première consiste à blinder le circuit d'allumage pour éviter le rayonnement de l'énergie haute fréquence qui y circule. Cependant, on rencontre en pratique de grandes difficultés lorsque l'on veut adjoindre un blindage efficace sur un moteur existant en raison, d'une part, de la très haute fréquence des courants mis en jeu et, d'autre part, de leur intensité très élevée (elle peut atteindre en pointe 100 A). Ce mode de protection ne pourra être envisagé que par le constructeur lui-même, qui devra étudier soigneusement la disposition des éléments perturbateurs la plus compatible avec un blindage absolument imperméable aux ondes très

courtes. La deuxième méthode est applicable à tous les véhicules existants ; elle consiste non plus à blinder le circuit perturbateur mais à rendre ses caractéristiques électriques telles qu'il ne s'y produise plus d'oscillations gênantes. On y parvient aisément en « amortissant » le circuit d'allumage à l'aide de résistances judicieusement choisies, placées en série dans les connexions haute tension du « distributeur » et de chaque bougie (d'excellents résultats ont été obtenus en plaçant une résistance de 5 000 ohms dans la connexion centrale du distributeur et une résistance de 15 000 ohms dans chaque connexion de bougie). Cette méthode, évidemment, rencontrera peu d'enthousiasme auprès de nombreux automobilistes, car l'étincelle sera moins « chaude ». Il ne semble pas, néanmoins, que le fonctionnement du moteur en soit affecté (à la seule condition évidente que les bougies, le distributeur, la bobine d'allumage, etc., soient encore en bon état).

Le succès que doit remporter dans chaque pays la télévision est en grande partie lié à la fois au prix des récepteurs mis sur le marché et à la qualité des émissions. Comme pour la radiodiffusion, cette qualité sera d'autant meilleure que le rapport signal-parasite sera maintenu élevé.

L'utilisation rationnelle des indicateurs visuels d'accord à rayons cathodiques

L'UTILISATION des indicateurs visuels d'accord à rayons cathodiques peut être envisagée avec de multiples variantes, tout en conservant le même principe fondamental. L'accord exact sur une émission est réalisé lorsque l'onde porteuse correspondante qui parvient au détecteur atteint sa valeur maximum (1). Cette onde porteuse, après détection, donnera naissance à la composante continue de la tension détectée ; cette tension continue, après filtrage, servira à la commande de notre indicateur visuel d'accord.

Lorsque le récepteur auquel on désire adjoindre l'indicateur visuel comporte une détection par diode, nous savons que la composante continue de la tension détectée

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 263, page 410.

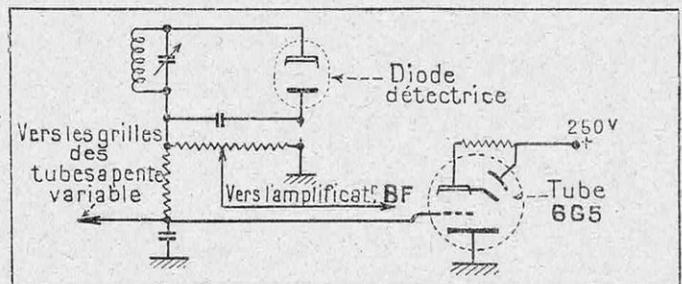


FIG. 4. — MONTAGE CLASSIQUE D'UN INDICATEUR VISUEL D'ACCORD TYPE 6 E 5 OU 6 G 5

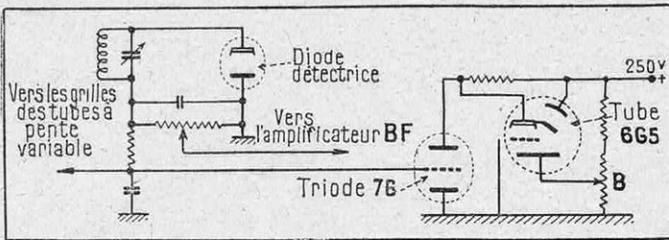


FIG. 5. — MONTAGE D'UN INDICATEUR VISUEL D'ACCORD TYPE 6 E 5 OU 6 G 5 AVEC SECTEUR D'OMBRE DE 180°

peut être appliquée directement, ou par l'intermédiaire d'un potentiomètre, à la grille de l'indicateur d'accord. Dans ces conditions, le secteur d'ombre de l'écran fluorescent, pour les tubes 6E5 et 6G5, par exemple, variera depuis une valeur nulle pour l'accord exact sur les ondes porteuses les plus puissantes jusqu'à 90° en l'absence d'onde porteuse parvenant au détecteur. Il en résulte que, lors d'un réglage sur une émission puissante, la variation totale de l'angle obscur de l'écran fluorescent, entre l'accord exact et le désaccord complet, est d'environ 90° : l'indication est précise, le réglage est facile. Pour les émissions faibles, il n'en sera plus de même : l'angle obscur, qui est encore de 90° pour le désaccord, ne subira à l'accord exact qu'une légère fermeture ; l'indication sera imprécise, le réglage en souffrira. On peut remédier à ce défaut par certains artifices. Tout d'abord, il est possible d'augmenter la sensibilité des indicateurs d'accord en accroissant l'angle maximum d'ombre de 90° jusqu'à 180°. Le schéma figure 5 nous montre comment on peut obtenir un tel résultat. Ce système serait parfait si les bords de l'angle d'ombre restaient nets à toutes les valeurs ; il n'en est pas ainsi malheureusement entre 150° et 180° : c'est pourquoi il est préférable de limiter l'angle maximum d'ombre à 150° en ajustant le potentiel du point B par rapport à la masse optimum.

Il existe une autre méthode, très ingénieuse, pour conserver au tube cathodique une grande sensibilité pour toutes les valeurs

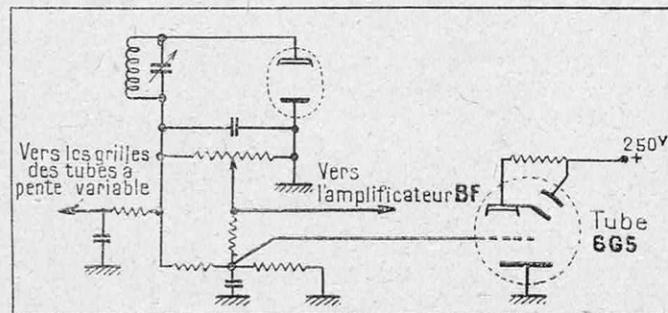


FIG. 6. — MONTAGE D'UN MÊME INDICATEUR VISUEL D'ACCORD DONNANT LA MÊME VARIATION DU SECTEUR D'OMBRE POUR LES SIGNAUX FAIBLES ET FORTS

d'ondes porteuses que le récepteur est susceptible de capter ; elle consiste à rendre la tension continue, appliquée sur la grille de contrôle de l'indicateur d'accord, solidaire du bouton de réglage du potentiomètre de volume. Ainsi, pour l'accord sur une station faible, le bouton de volume étant presque tourné à fond, le secteur d'ombre se fermera à peu près aussi énergiquement que pour le réglage sur une station forte pour lequel le bouton de volume sera nécessairement ramené vers son minimum. Cette méthode a l'avantage de ne

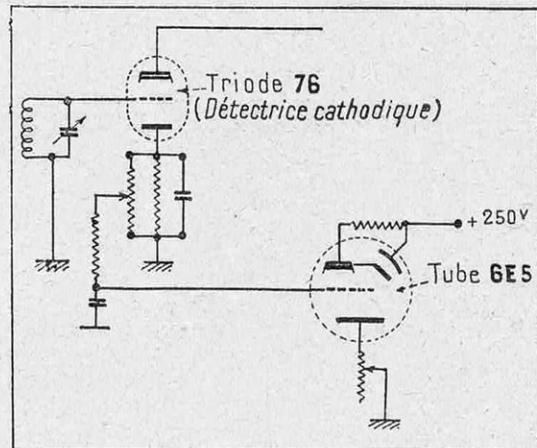


FIG. 7. — INDICATEUR VISUEL TYPE 6 E 5 SUIVANT UNE DÉTECTION CATHODIQUE

nécessiter aucun tube supplémentaire. On pourrait facilement la combiner avec la précédente afin d'obtenir, pour toutes les émissions, une même fermeture énergétique du secteur d'ombre. Lorsque l'on doit utiliser un indicateur visuel d'accord à rayons cathodiques à un récepteur comportant exclusivement une détection cathodique (1), il faut utiliser des circuits différents, du fait que la tension continue qui résulte de la détection de l'onde porteuse est positive par rapport à la masse (elle est négative avec la détection diode). Le tube cathodique, pour cette raison, aura son fonctionnement inversé, car la tension appliquée à sa grille de contrôle sera d'autant moins négative que l'onde porteuse détectée sera plus forte. L'accord exact se traduira maintenant par une ouverture au maximum du secteur d'ombre. C'est un petit inconvénient sans importance auquel l'utilisateur s'habitue vite.

ANDRÉ LAUGNAC.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 260, page 157.

LA RADIOTÉLÉGRAPHIE PROFESSIONNELLE

Les radiotélégraphistes et téléphonistes professionnels ne font guère parler d'eux que lorsque l'exécution de leur devoir comporte un acte d'héroïsme : radios de navires lançant leurs S. O. S. jusqu'à la dernière extrémité, radios d'avions assurant jusqu'à leur mort la liaison avec les stations terrestres.

Aussi, et malgré son développement continu, la profession de radio est-elle mal connue du grand public qui ignore qu'en dehors des opérateurs de navires et d'avions, la radio professionnelle doit assurer le service régulier d'une véritable infrastructure de postes de radio sur les aérodromes, aux colonies, au service de la Sûreté Nationale.

Nous laissons de côté, bien entendu, l'organisation radiotélégraphique des diverses branches de la Défense Nationale, dont l'importance est grande, mais dont le caractère, on s'en doute, n'est pas du domaine public.

Or, quelle que soit, d'ailleurs, la branche choisie, il est évident que le développement des divers réseaux de radio exige un personnel spécialisé de plus en plus nombreux, et capable.

A une époque où le souci dominant des parents est de rechercher pour leurs enfants un avenir aussi stable que possible, il nous a donc paru intéressant de faire connaître à nos lecteurs les grandes lignes de l'organisation des services radioélectriques de notre pays, où les spécialistes sont de plus recherchés.

Signalons d'ailleurs que ces spécialistes doivent, outre la pratique, posséder une connaissance plus ou moins approfondie des appareils de transmission et de réception et que, naturellement, les diplômes obtenus dépendent, en grande partie, de l'ampleur des connaissances techniques exigées, de la vitesse et de la fidélité de la transmission et de la réception.

Mais, les opérateurs peuvent se classer en deux catégories essentielles :

1° Ceux qui sont appelés à effectuer un trafic international, soumis à des lois internationales (navires et avions) ;

2° Ceux qui effectuent un service national (Sûreté générale, réseaux intérieurs des colonies).

Pour les premiers, un des certificats délivrés par le ministère des P. T. T. (première ou deuxième classe) est obligatoire.

Les seconds sont recrutés par voie de con-

ours par les ministères intéressés (Air pour les aérodromes, Intérieur pour les services de la Sûreté-générale).

D'ailleurs, en dehors de ces deux grandes classes, il existe des opérateurs qui assurent un service sur les bâtiments non soumis aux règlements internationaux (petits caboteurs, chalutiers, yachts) et pour lesquels il n'est exigé qu'un *certificat spécial* délivré par le ministère des P. T. T.

Ce même certificat est admis par les ministères de la Défense pour l'incorporation dans les unités de radiotélégraphistes.

Tels sont les devoirs des professionnels de la radio. Voici maintenant quelques renseignements (1) sur les situations auxquelles ils peuvent prétendre :

Les officiers radiotélégraphistes de la Marine marchande (âge minimum dix-sept ans) touchent des soldes variant de 15 000 à 40 000 f par an, plus leurs frais de table, cabine d'officier, retraite, etc.

Les radios navigants de l'Air débutent à 40 000 f et peuvent dépasser 100 000 f par an sur les lignes spéciales (Atlantique-Sud et, bientôt, Atlantique-Nord).

Enfin, les radios des administrations, fonctionnaires des ministères de l'Air (aérodromes), de l'Intérieur (Sûreté nationale) et des colonies bénéficient d'équivalences flatteuses avec le corps des fonctionnaires en général et accèdent à des grades supérieurs, sur la base de 45 000 f annuels, compte non tenu des indemnités diverses de logement, charges de famille, coefficient colonial, etc.

Et, maintenant, comment parvenir à ces situations ? Comme dans toutes les professions, il faut évidemment gravir les échelons successifs qui y aboutissent. Mais pour être à même de commencer l'ascension, une préparation dans une école spécialisée s'impose. L'état n'assurant à Paris aucune préparation de ce genre, nous signalons l'ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIO-ÉLECTRICITÉ qui a souvent devancé les exigences de cette profession relativement nouvelle.

Par un enseignement de trois années comportant de nombreuses séances de lecture au son et de manipulation, des sciences (mathématiques, physique, électricité) et, en trois

(1) Renseignements donnés en détail par notre confrère le *Journal des candidats aux carrières de la radio* 12, rue Laromiguière, Paris (5^e).

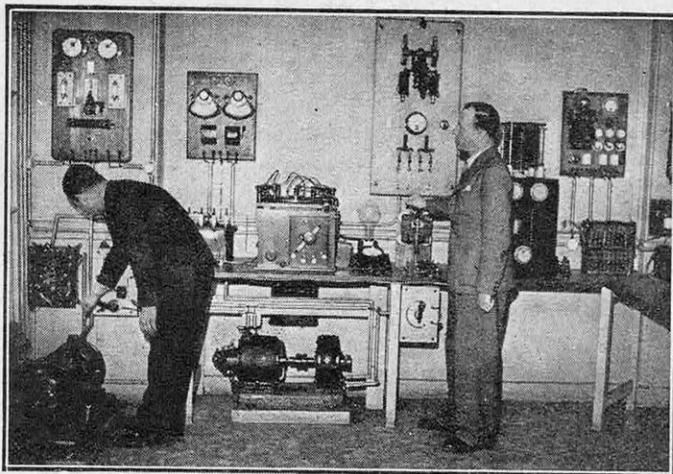


FIG. 1. — VUE PARTIELLE D'UNE SALLE DE MANIPULATION A L'ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ

sième année, des séances de navigation, les élèves y apprennent rationnellement toutes les matières exigées. Un cours supérieur de radiotélégraphie complète cette instruction. Du programme que nous avons sous les yeux, il ressort que l'enseignement technique spécialisé y est mené de front avec l'enseignement général, notamment pour les mathématiques.

Sans entrer dans le détail de la répartition des cours de cette école, remarquons combien l'enseignement y est savamment gradué :

En première année, sur les vingt séances hebdomadaires, nous en trouvons huit de lecture au son et de manipulation, quatre d'arithmétique, deux de français, six de physique et d'électricité ;

En deuxième année, nous trouvons encore par semaine les huit séances de lecture au son et de manipulation ; l'arithmétique se complète par l'algèbre et la géométrie (quatre séances) ; la rédaction s'ajoute à l'étude du français (deux séances) ; six séances sont consacrées à l'électricité et à la radioélectricité.

La troisième année comporte deux classes. En deuxième classe, vingt-deux séances par semaine. Aux matières déjà indiquées et conservées, il faut ajouter une séance d'anglais, une de navigation et deux de réglementation. En première classe, le nombre de séances de lecture et de manipulation est porté à neuf.

Enfin, pour certains élèves dont les connaissances en mathématiques sont insuffisantes pour résoudre les problèmes de radio et l'électricité, deux séances de mathématiques et cinq d'électricité et de radio sont prévues.

Quant au cours supérieur de radiotélégraphie, il comprend par semaine : dix séances de lecture au son et de manipulation, une séance de mathématiques supérieures en plus des séances relatives aux matières déjà indiquées. Et, au troisième trimestre, dix séances de lecture au son et de manipulation, huit de laboratoire et d'atelier, quatre d'interrogations et de compositions (toujours par semaine). (1)

Aussi bien, si la lecture au son est extrêmement poussée, c'est que le programme des examens d'opérateurs radiotélégraphistes l'exige.

Pour le certificat de première classe, voici

(1) On peut se procurer gratuitement le programme détaillé des cours à l'École Française de Radioélectricité, 10, rue Amyot, Paris (V^e). Port-Royal 05-95.



FIG. 2. — SÉANCE D'ENTRAÎNEMENT DE LECTURE DU SON

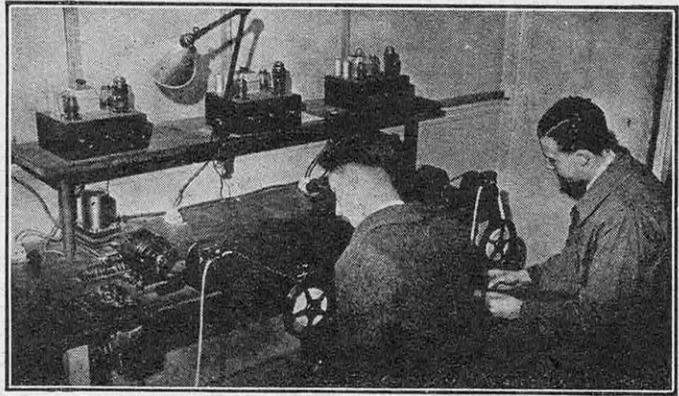


FIG. 3. — TRANSMISSION DES TÉLÉGRAMMES SUR BANDE

les conditions acquises pour la réception auditive et la transmission :

1^o Au cours d'une épreuve de cinq minutes, réception auditive correcte de groupes de code (mélange de lettres, de chiffres et de signes de ponctuation) à la vitesse de vingt groupes par minute ; 2 % d'erreurs suffisent à faire éliminer un candidat ;

2^o En deux minutes, transmission correcte de quarante mots de code et en deux autres minutes, transmission d'un texte de cinquante mots en langage clair.

La note 17 est exigée pour l'ensemble des deux épreuves de manipulation ;

3^o Transmission et réception radiotéléphoniques correctes à une vitesse normale de 100 mots ou groupes (1) de code sans brouillage.

Note exigée : 18.

Enfin, les épreuves écrites comportent :

Une dictée de 10 lignes (5 fautes sont éliminatoires) ;

Une rédaction sur deux questions de service courant (réglementation des radiocommunications et de la sécurité en mer) ;

Une taxation de deux télégrammes ;

Une épreuve d'électricité (question de cours et problème pratique).

Pour être admis à l'oral, la note moyenne de 13 pour la rédaction et la taxation, et la même moyenne de 13 pour les épreuves d'électricité et de radio sont exigées.

Enfin, pour être admis à subir des épreuves pratiques les candidats doivent réunir au moins 260 points pour l'écrit et l'oral, soit une moyenne de 13, une note 0 ou deux notes 8 à l'oral étant éliminatoires.

On le voit, la sévérité des examens est un sûr garant des qualités exigées d'un radiotélégraphiste. L'empirisme a disparu.

Mais, si aujourd'hui la profession de radiotélégraphiste est scientifique, un enseignement bien conçu permet cependant, nous l'avons vu, d'y accéder sans trop de difficulté. Sachons profiter de l'expérience de ceux qui l'ont acquise au cours de longues années.

J.-E. LAVIGNE.

Officier Radiotélégraphiste
de 1^{re} classe.

(1) Un groupe comprend cinq caractères (chaque chiffre ou signe de ponctuation comptant pour deux) et un mot moyen en clair comporte cinq lettres.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Le masque « de paix » ne doit pas nécessairement être identique au masque de guerre

AVANT guerre, la protection des travailleurs de l'industrie chimique contre les gaz et vapeurs toxiques était assez négligée ; c'est ainsi que, dans l'industrie du chlorure de chaux, par exemple, les ouvriers occupés à garnir les tablettes et à

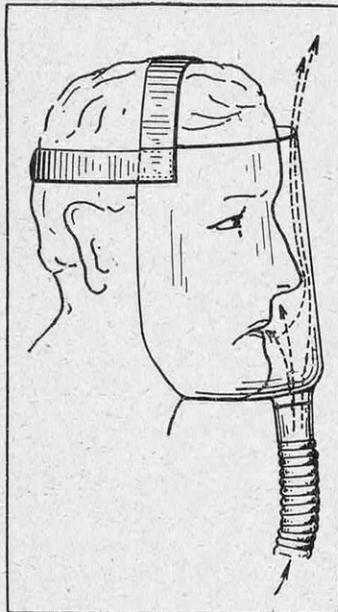


FIG. 1. — LE MASQUE MIS AU POINT PAR LE DOCTEUR EIGENBERGER DE PRAGUE

décharger le produit n'avaient souvent d'autre ressource que de « faire vite » et de retenir leur respiration au bon, ou plutôt au mauvais moment. L'aspiration des produits nocifs au lieu même de leur formation ou de leur dégagement et la ventilation générale des locaux étaient déjà employées, mais les appareils individuels étaient, pour ainsi dire, inconnus (1). Aujourd'hui, les masques mis au point pour les armées ou pour la défense passive trouvent également leur place dans l'industrie et au laboratoire, mais il ne faut pas perdre de vue que le problème est ici plus simple et peut donc être résolu de façon différente ; en effet, les espaces où l'atmosphère est irrespirable sont toujours relativement restreints, de sorte qu'il est possible d'établir une canalisation de longueur raisonnable permettant d'alimenter l'ouvrier en air pur, disponible en quantité illimitée à l'extérieur.

Un très intéressant appareil de ce type a été mis au point par le docteur Eigenberger, de l'Université de Prague ; comme le montre la fig. 1, le masque se réduit à une sorte d'écran en matière plastique transparente (verre organique du type « Plexiglas ») entourant le visage et

(1) Les appareils filtrants n'existaient pas ; quelques appareils isolants, en général du type à oxylythe, étaient utilisés par les équipes de sauveteurs.

portant une tubulure d'arrivée d'air ; le débit nécessaire (deux fois le volume inspiré normalement, soit environ 3 litres par seconde) peut être obtenu au moyen d'un simple aspirateur fonctionnant « à l'envers ». Par son principe même, cet appareil supprime toute gêne respiratoire ; il n'y a plus d'étanchéité à assurer, le masque est très léger, le casque réduit à deux rubans, d'où suppression de tout serrage sur le visage et sur la tête ; aucune formation de buée n'est à craindre ; le port de lunettes ne soulève plus de difficulté. Toute personne ayant eu l'occasion de travailler avec un masque sur la figure appréciera ces avantages à leur juste valeur ! Il convient enfin de noter qu'il s'agit là d'un appareil *isolant*, pouvant donc être employé en atmosphère privée d'oxygène ou à très haute concentration en toxique, et assurant la protection contre l'oxyde de carbone, chose qui peut avoir son intérêt dans certaines industries.

Centrale hydroélectrique immergée

Nous avons signalé déjà (1) la construction d'une usine-barrage à Belle-Isle-en-Terre, sur le Liguer, présentant cette particularité que le bâtiment contenant les machines génératrices se trouve aménagé dans le corps même du barrage. Une centrale sous-fluviale analogue mais plus puissante vient d'être installée à Steinbach (Allemagne) dans l'Iller. La salle des machines et le barrage ne forment qu'un seul bloc de maçonnerie placé en travers du lit de la rivière, ce qui permet de réduire d'environ 30 % le prix de revient de l'ouvrage. En outre, la construction est aussi peu visible que possible et, par conséquent,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 72, page 493.

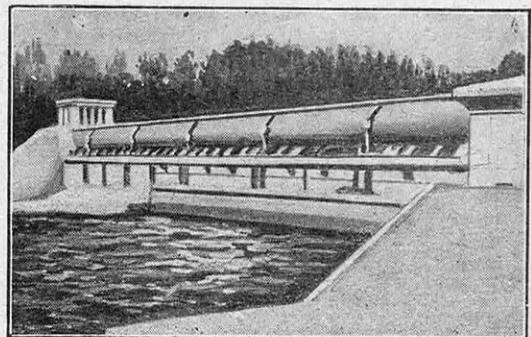


FIG. 2. — VUE DE LA CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE SOUS-FLUVIALE INSTALLÉE A STEINBACH (ALLEMAGNE), D'UNE PUISSANCE DE 10 000 CHEVAUX, SOUS 9 MÈTRES DE CHUTE

difficile à atteindre en cas de bombardement aérien.

La puissance de cette nouvelle centrale est de 10 000 ch sous 9 mètres de chute. Les génératrices sont traversées par l'eau et portent sur leurs parties tournantes les aubages des turbines.

Dispositif de réglage unique pour radiorécepteurs

UN de nos lecteurs, M. Melchior Van Gelder, ingénieur radio à Fez (Maroc), vient de mettre au point un nouveau dispositif permettant, par la manœuvre d'un seul bouton, non seulement le réglage ordinaire, mais encore l'allumage, le changement de bandes de longueurs d'onde depuis les ondes très courtes (O. T. C.) de 5 à 28 m jusqu'aux grandes ondes (G. O.) de 900 à 2 000 m, en passant par les ondes courtes (O. C.) de 30 à 60 m et les petites ondes (P. O.) de 200 à 500 m, la commande de l'amplification, de la tonalité de la sélectivité variable, etc.

Ainsi, en partant du début des O. T. C., lorsque cette gamme est balayée, il suffit de continuer à tourner le bouton dans le même sens pour aborder automatiquement les O. C. et les explorer (l'aiguille du cadran revenant en sens inverse). Ensuite, pour passer aux P. O., il suffit de tirer légèrement le bouton (jusqu'à production d'un décliné intérieur et allumage du feu correspondant), de lui faire exécuter un demi-tour vers la gauche et de l'enfoncer à nouveau. Les P. O. étant explorées (par rotation du bouton en sens inverse de celui des O. T. C. et O. C.), on passe automatiquement aux G. O.

En somme, on voit que l'ensemble des longueurs d'ondes est divisé en deux grandes classes, la *petite gamme* (P. G.), comprenant les deux bandes O. C. et O. T. C., et la *grande gamme* (G. G.), correspondant aux deux bandes P. O. et G. O. Pour passer de la P. G. à la G. G., il est nécessaire d'exercer une traction sur le bouton et d'inverser le sens de rotation tandis que, dans chaque gamme, on passe automati-

quement soit des O. T. C. aux O. C., soit des P. O. aux G. O.

Voici le principe de fonctionnement du dispositif. En appuyant sur le bouton B (fig. 3), on met en prise les engrenages E. La rotation se transmet par le flexible F à un pignon P qui, bien que tournant dans le même sens, entraîne le secteur S et le chemin V, en même temps, par la glissière G et le levier L (fig. 3), actionne l'inverseur I₁ assurant le passage des bandes PO à GO ou des bandes OTC à OC, suivant la gamme sur laquelle on se trouve. On comprend donc pourquoi les bandes successives (dans une même gamme) sont automatiquement explorées en sens inverse en tournant le bouton dans le même sens (passage du pignon P d'un côté à l'autre du secteur S).

D'autre part, l'inverseur I₂ sert à passer d'une gamme (PO-GO par exemple) à une autre (OTC-OC). Il est actionné par l'engrenage E₁, lorsque celui-ci est mis en prise par l'engrenage E₂ par traction sur le bouton. En même temps, les feux de position indiquent la bande sur laquelle on se trouve. De même, des tractions sur le bouton B permettent de mettre en prise l'engrenage E₂ avec l'un des engrenages E₃, E₄, E₅, qui correspondent à la variation de la tonalité, de la sélectivité et au réglage de l'amplification par le potentiomètre H.

Il ne nous est pas possible d'entrer ici dans le détail de la réalisation de l'appareil. Nous avons voulu montrer l'ingéniosité du dispositif de M. Melchior Van Gelder qui assure, par un seul bouton, tous les réglages d'un radiorécepteur.

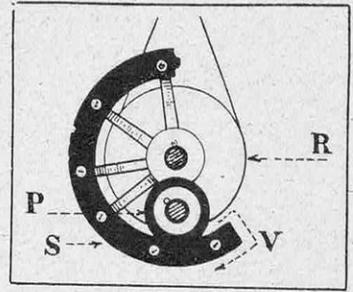


FIG. 4. — DÉTAIL DU DISPOSITIF DE RÉGLAGE

On voit ici comment le pignon P entraîne le secteur S et le chemin V qu'il suit lorsqu'il arrive au point où il quitterait ce secteur. R, poulie de renvoi pour la commande et l'aiguille du cadran.

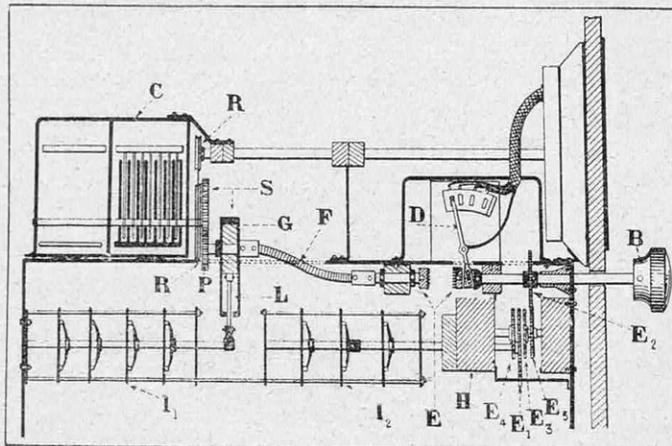


FIG. 3. — SCHÉMA DU DISPOSITIF DE RÉGLAGE UNIQUE

B, bouton de commande ; C, condensateur variable ; E, engrenages ; F, flexible ; P, pignon entraînant le secteur S ; R, poulie de renvoi pour l'entraînement de l'aiguille du cadran ; G, glissière ; L, levier actionnant l'inverseur I₁ ; E₂, E₃, E₄, E₅, engrenages ; I₂, inverseur de bandes pour les diverses gammes de longueur d'ondes.

Relais ultra-sensibles

UTILISER un détecteur, un thermoélément ou une cellule photoélectrique à couche d'arrêt pour provoquer un enclenchement ou un déclenchement est, aujourd'hui, de la télémechanique courante. Cependant, ces appareils produisant un courant électrique extrêmement faible, il est nécessaire de leur adjoindre un amplificateur

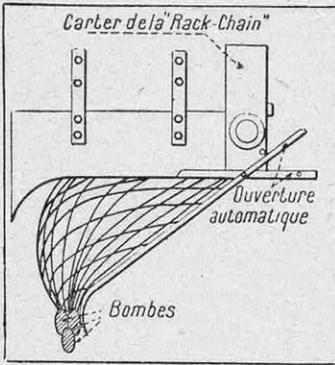


FIG. 5. — SCHÉMA MONTRANT COMMENT LE FILET SORT DE SON COFFRE DONT L'OUVERTURE EST DÉCLENCHÉE PAR LE PILOTE

un modèle à 0,05 mA). Ces appareils sont placés sous une tension auxiliaire de 4 volts continus.

Ainsi, il devient possible d'utiliser un simple détecteur pour mettre en marche ou arrêter automatiquement un radiorécepteur sous l'impulsion du signal reçu du poste émetteur. Les applications de ces relais ultra-sensibles à des télécommandes sans fil sont, on le conçoit, multiples.

Pour la défense antiaérienne prendra-t-on les avions au filet ?

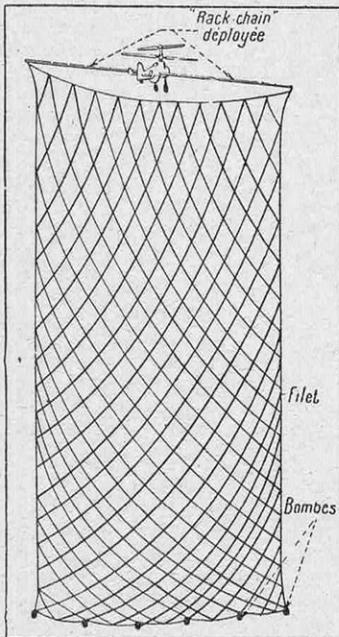


FIG. 6. — VOICI LE FILET DÉPLOYÉ MAINTENU PAR LES BRAS TRÈS RIGIDES DE LA « RACK-CHAIN »

à lampes en vue de porter l'intensité à une valeur suffisante pour actionner un relais.

Cependant, on vient de construire, en Allemagne, des relais électriques qui fonctionnent avec des courants extrêmement faibles, de l'ordre d'un centième à cinq centièmes de milliampère, très robustes, insensibles aux chocs (un modèle 0,01 mA, appareils sont placés sous une tension auxiliaire de 4 volts continus).

Ainsi, il devient possible d'utiliser un simple détecteur pour mettre en marche ou arrêter automatiquement un radiorécepteur sous l'impulsion du signal reçu du poste émetteur. Les applications de ces relais ultra-sensibles à des télécommandes sans fil sont, on le conçoit, multiples.

LA SCIENCE ET LA VIE a exposé (1) comment les ballons à câbles étaient susceptibles de constituer des barrières efficaces contre les attaques aériennes. Un de nos lecteurs, M. Barbier, vient d'imaginer un dispositif fondé sur un principe analogue, avec cette différence cependant que la défense qu'il envisage prend une forme plus active. Il consiste, en effet, à munir un aéronef quelconque (avion, autogire, gyroplane, ballon d'observation) d'un

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 257, page 389.

filet spécial qui doit être utilisé pour la mise hors de combat d'un avion ennemi au cours d'un vol de nuit.

Ce filet, de forme rectangulaire, à larges mailles, est tissé en soie naturelle ou non, et mesure 50 m de large sur 100 m de long. Il est lesté par de petites bombes incendiaires à 10 m de distance les unes des autres. Au départ, le filet est replié dans un coffre d'aluminium muni d'une ouverture automatique commandée par le pilote. Sur sa partie antérieure est disposée, dans un carter, une *rack-chain* (1) double en duralumin (système Michel Leroy), qui, en se développant, extrait le filet de son coffre et le maintient déplié.

Aux deux extrémités des poutrelles rigides formées par la *rack-chain*, auxquelles est suspendu le filet, se trouve le dispositif de langage constitué par deux petits embouts en tubes de verre de 50 cm de long. D'une part, ces embouts peuvent être libérés sur une commande électrique du pilote et, d'autre part, bien qu'assez résistants pour supporter le filet, ils se briseraient au premier contact avec l'avion ennemi.

Dans ces conditions, on devine la manœuvre. L'avion défenseur, à l'approche de l'avion ennemi, déclenche à la fois l'ouverture du coffre et le développement de la *rack-chain*. Lorsqu'il juge le moment favorable, il libère le filet — à moins qu'un choc ne le fasse automatiquement, — celui-ci doit tomber sur l'avion, s'enchevêtrer dans les hélices tandis que les petites bombes incendiaires projetées sur l'appareil le détruisent ou le mettent hors de combat.

Verres correcteurs pour les opérés de la cataracte

« Il est possible et même probable que l'œil normal n'ait rien à redouter des radiations ultraviolettes émises par les sources usuelles d'éclairage. Les craintes de leur action nocive sur l'organe visuel semblent bien exagérées » (2).

Par contre, l'œil opéré de la cataracte, celui surtout qui a subi l'extraction du cristallin dans sa capsule, devient plus perméable aux radiations ultraviolettes. On sait, en effet, que le cristallin est fluorescent, qu'il absorbe une

(1) Chaîne métallique composée de façon à pouvoir s'enrouler en spirale mais qui, en se déroulant, devient rigide comme une poutre.

(2) Communication de M. Aron Polack à l'Académie des Sciences.

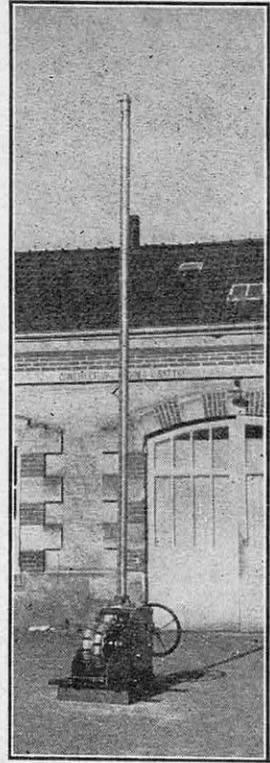


FIG. 7. — LA « RACK-CHAIN » DÉPLOYÉE EST EXTRÊMEMENT RIGIDE

grande quantité de ces radiations et en diminue d'autant la pénétration dans le corps vitré situé derrière lui. Or, si, après l'extraction du cristallin cataracté, l'acuité visuelle peut redevenir normale, cet excellent résultat ne persiste pas toujours. Souvent, l'acuité visuelle baisse à la longue, sans que l'on puisse constater d'autres modifications ophtalmoscopiques qu'un certain trouble du corps vitré, d'ailleurs inconstant.

On peut se demander si cette baisse de l'acuité visuelle et ce trouble du corps vitré ne sont pas imputables à l'excès de radiations ultraviolettes auxquelles la suppression du cristallin ouvre un large passage. Bien que l'on ne puisse répondre affirmativement en toute certitude à cette question, le moindre doute suffit à faire un devoir au praticien de chercher à protéger l'œil opéré par des verres correcteurs présentant les propriétés d'absorption du cristallin.

Les verres contenant du didyme (1) ne satisfont pas à cette condition, et, comme l'a montré M. Polack, ont l'inconvénient d'absorber les radiations jaunes sur lesquelles se fait la mise au point de l'image rétinienne. Ces verres sont donc impropres à la fabrication de verres de lunettes. Par contre, le cérium seul, débarrassé du néodyme et du praséodyme qui constituent le didyme, convient parfaitement à cet usage.

Des verres ainsi réalisés mettent l'œil privé de son cristallin dans les conditions de l'œil normal en ce qui concerne le spectre de transmission. Sous une épaisseur de 6 mm, ils absorbent complètement tout l'ultraviolet jusqu'à 3 500 Å (2), ne laissent passer que 1,5 % de 3 600 Å, 12 % de 3 700 Å, 42 % de 3 800 Å et 61 % de 3 900 Å. Ces mesures correspondent au verre le moins riche en cérium.

Ces verres à cataractes sont donc véritablement *correcteurs* puisqu'ils ne se bornent pas à corriger les défauts de réfraction, mais, de plus, ramènent le spectre de transmission à celui de l'œil normal.

Il faut attendre les résultats des observations cliniques pour se prononcer définitivement.

Pour voir distinctement de loin et de près avec les mêmes lunettes

LE nombre de personnes donc la vue doit être corrigée à la fois pour la vision de près et de loin, est beaucoup plus grand qu'on ne l'imagine. Les verres à double foyer ont précisément pour but de réaliser cette double correction avec une seule paire de

(1) Terre rare qui se rencontre dans un certain nombre de minéraux avec le cérium et le lanthane.

(2) Å, unité Angstrom correspond à une longueur d'onde de 1 dix-millionième de millimètre.

lunettes. Ainsi, la partie inférieure des verres devra présenter la puissance voulue pour le travail, la lecture, alors que la partie supérieure pourra être neutre ou étudiée pour la vision d'objets éloignés.

Mais un principe aussi simple exige pour sa mise en œuvre un outillage précis et une fabrication sévèrement contrôlée.

Sait-on, par exemple, que certains verres, comme le *Diachrom*, se composent d'un verre de base en *crown*, sur lequel on soude à l'auto-gène, à haute température, une lentille additionnelle en *flint*, après avoir ménagé dans le verre de base une surface creuse de courbure exactement semblable à celle de la lentille de flint et que le tout est ensuite « surfacé » de telle sorte qu'aucun relief ni creux n'apparaisse sur le verre? D'autres verres bifocaux (*Discopal*, *Dikentral*) sont, au contraire, taillés dans la masse.

Quel que soit le genre de verre, il faut avant tout supprimer le chromatisme qui iriserait les objets. C'est dire qu'aucune médiocrité d'exécution ne peut-être tolérée. Une garantie s'impose, comme celle donnée par la Société des Lunetiers, dont les verres sont en vente chez tous les opticiens à des prix imposés.

Tourisme en kayak

PENDANT longtemps, le kayak n'a trouvé en France que peu d'adeptes, ce sport paraissant trop dangereux.

C'est qu'aussi bien, les constructeurs n'avaient pas encore conçu et réalisé un kayak donnant toute sécurité.

Quelles qualités doit, en effet, présenter un kayak ? Être *démontable* ; être *stable* ; être *souple et maniable* pour pouvoir être facilement conduit dans les rivières difficiles ; être d'une *construction solide* ; réserver à ses occupants une place suffisante pour leurs bagages ; pouvoir porter une voile ou un moteur.

Et enfin être d'un prix peu élevé.

On fabrique enfin des kayaks parfaits en France et ces qualités, à la fois multiples, mais essentielles, se trouvent réunies dans les kayaks créés par la SOCIÉTÉ NAVIK, 39, rue Roque-de-Fillol, Puteaux, où les amateurs de sport ont toutes possibilités pour visiter les ateliers, assister à la construction de ces bateaux ; Navik met au surplus à la disposition des visiteurs des techniciens avisés qui leur feront profiter de leur expérience et de leurs conseils pour tout ce qui touche de près ou de loin le sport nautique. (Catalogue sur demande.)

V. RUBOR.

CHEZ LES ÉDITEURS (1)

Le cancer, par Gustave Roussy. Prix franco, France, 17 f 50 ; étranger, 20 f 50.

Le problème du cancer (2) est un de ceux qui préoccupent le plus aujourd'hui les milieux les plus divers : sociologues, biologistes, chimistes, médecins, malades, et aussi bien portants qui ne sont, pour reprendre une réplique fameuse,

(1) Les ouvrages annoncés peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués, sauf majoration.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 263, page 398.

de futurs malades. Il est peu de questions également qui présentent une aussi grande complexité.

La Science et la Vie a eu l'occasion de le souligner en faisant connaître à ses lecteurs les remarquables travaux de MM. Holweck et Lacassagne (1) concernant l'action des rayonnements tels que les rayons X sur la multiplication cellulaire et les résultats des recherches, poursuivies principalement en Angleterre, sur

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 256, page 268.

les produits chimiques cancérigènes (1). Aujourd'hui, contrairement à l'opinion, couramment exprimée, qui veut que le mystère du cancer demeure entier et que le praticien soit toujours impuissant à le guérir, nous savons beaucoup de choses sur le cancer. Plusieurs de ses causes sont aujourd'hui bien connues et il est possible au physiologue de préconiser l'adoption de certaines mesures préventives qui permettront d'éviter la formation de nombreuses tumeurs malignes. Pour le traitement du cancer déclaré, il en est de même, bien qu'aucune méthode ne convienne à tous les cas et bien que le médecin doive encore s'avouer vaincu lorsqu'il intervient trop tardivement, alors que le mal, ayant dépassé son premier stade d'évolution pendant lequel il est parfaitement curable, a commencé d'envahir tout l'organisme. Cependant, la cause première du phénomène qui se déroule dans l'intimité de nos tissus et de nos humeurs au cours du développement du cancer nous échappe encore ainsi que la loi de la multiplication anarchique des cellules. Nul n'était plus qualifié que l'éminent recteur de l'Académie de Paris pour présenter une vue d'ensemble du problème du cancer et de ses possibilités de traitement efficace. Les médecins et les biologistes trouveront dans ce volume les idées générales trop souvent absentes dans les publications spécialisées. Mais cet ouvrage s'adresse surtout au grand public qui lira la plupart des chapitres avec facilité, malgré les quelques termes empruntés au jargon médical que l'auteur aurait aisément et avantageusement pu faire disparaître ou expliciter à l'usage des profanes, là où ils étaient indispensables.

Les progrès récents de l'embryologie expérimentale, par Maurice Caullery, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne. Prix : France, 25 f ; étranger, 28 f.

L'embryologie est l'étude des phases que parcourt un organisme, depuis le germe initial jusqu'à sa constitution définitive, avec son énorme complexité de structure et de fonctions. C'est une science toute moderne, car c'est seulement dans la deuxième moitié du XIX^e siècle qu'elle a pris naissance, sous l'impulsion des controverses suscitées par la théorie de l'évolution. L'embryologie descriptive se contente d'observer et de comparer les divisions cellulaires qui se succèdent, depuis la cellule initiale, l'œuf, jusqu'aux agrégats de cellules différentes qui constituent les divers organes d'un être vivant. L'embryologie expérimentale intervient dans ce développement. Par des méthodes d'une ingéniosité extrême, on sait aujourd'hui fragmenter et recombinaison les morceaux d'un embryon d'oursin qui n'a que quelques millièmes de millimètre d'épaisseur, greffer avec sûreté de ces petits fragments de l'embryon d'une espèce sur celui d'une autre. Ces expériences aboutissent à des résultats que l'esprit le plus audacieux et le plus imaginatif n'aurait pu concevoir. Telles sont les propriétés de l'organisateur (2) de Spemann, qui provoque par induction la différenciation des tissus et la formation des organes au cours du développement. Les travaux récents semblent indiquer que cet effet d'induction n'est pas le résultat d'une action cellulaire liée aux processus vitaux, mais bien qu'il est dû à l'action de substances chimiques contenues dans les cellules et diffusant à l'extérieur. Ces

substances appartiendraient au groupe des stéroïdes et s'apparentent ainsi à certains composés chimiques auxquels on attribue la genèse de certains cancers (3). Ces champs nouveaux de la science ont été jusqu'ici trop peu cultivés en France et il faut savoir gré à M. Caullery d'avoir tenté d'y donner accès au grand public cultivé.

L'aviation militaire française, par Pierre Barjot. Prix franco : France, 21 f 25 ; étranger, 24 f 25.

Voici une nouvelle édition du petit livre si attrayant du commandant Barjot, qui aura sans doute auprès de tous ceux qu'attire l'aviation le succès qui a accueilli les éditions précédentes. Illustré très abondamment et d'une manière particulièrement suggestive et intelligente, ce petit volume passe en revue les dernières acquisitions de notre Armée de l'Air et de notre Aviation navale, leurs méthodes perfectionnées de navigation, d'attaque et de défense. Écrit d'une plume alerte, sans étalage de technicité, il doit remporter le suffrage unanime du public et, comme l'écrit le général Vuillemin qui en a rédigé la préface, il lui apprendra sans doute non seulement à mieux connaître l'aviation, mais aussi à la mieux aimer.

S'il y avait la guerre ! par le professeur A. Guillaume. France, 33 f 50 ; étranger, 37 f.

Ce livre, qui porte en sous-titre : « Protégeons-nous contre les attaques aériennes », comprend deux parties. La première, intitulée *Vulgarisation*, expose avec détails les grandes lignes du péril aérien, de la défense aérienne, active et passive ; la deuxième, de beaucoup la plus importante, est essentiellement d'instruction. Elle constitue un guide pratique complet à l'usage des « sanitaires », médecins, pharmaciens, officiers d'administration, vétérinaires, infirmiers et infirmières des Croix-Rouges, personnel dirigeant et exécutant des divers services sanitaires, auxiliaires, assistantes du devoir national, etc. Il donne de précieux renseignements et de précieux conseils que chacun devrait connaître, car chacun peut se trouver inopinément placé dans la nécessité d'en faire usage, soit pour soi-même, soit pour porter secours à une personne voisine.

La guerre des ailes... demain, par Michel Cacaud. Prix franco : France, 4 f 75 ; étranger, 7 f 25.

Anticipation, écrite pour la jeunesse, de ce que nous serons peut-être appelés à connaître un jour. Comme cette brochure nous y incite, préparons-nous de sang-froid pour ne pas être surpris par les événements.

A l'assaut des pôles, par Roger VerceL. Prix franco : France, 20 f 50 ; étranger, 23 f 50.

Les pôles valent-ils les souffrances qu'ont endurées les hardis explorateurs qui se sont, depuis plus de deux siècles, lancés à leur conquête ? Valent-ils les pertes de vies humaines qu'il a fallu déplorer et qu'il faudra déplorer encore avant qu'ils soient définitivement annexés aux autres terres et mers domestiquées ? Il y a un intérêt évident, d'un point de vue scientifique, à faire disparaître ces taches blanches qui marquent, pour M. Roger VerceL, avec les régions inconnues, les défaites de la curiosité humaine. Au physicien revient l'étude

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 256, page 304.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 205.

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 256, page 303.

du magnétisme terrestre, des aurores boréales, des météores, des rayons cosmiques ; au météorologue, celle du rôle de ces gigantesques sources froides dans les mouvements généraux de l'atmosphère en vue d'une prévision toujours plus précise et plus étendue dans le temps et dans l'espace ; au géologue, celle des volcans, des chaînes de montagne, des glaciers ; au biologiste, celle de l'adaptation des organismes vivants aux épouvantables conditions qui règnent dans les hautes latitudes. Mais l'émouvant récit des expéditions successives qui se sont attaquées aux deux pôles montre que ce fut surtout une merveilleuse école d'énergie patiente, de courage réfléchi et silencieux. Aucun conte d'action sorti de l'imagination d'un romancier n'approche en pathétique et en intérêt documentaire les relations de ces drames vécus où les générations futures trouveront les plus admirables leçons d'héroïsme.

La psychologie organique des systèmes nerveux, par Pierre Jean. France, 21 f ; étranger, 24 f 50.

Ce livre expose les idées originales de son auteur sur les « faits de conscience », plus particulièrement le mécanisme des sensations et les réactions qu'elles déclenchent chez les organismes vivants. Son style alerte et clair le rend d'une lecture fort agréable. Encore que les thèses qui y sont soutenues appellent de nombreuses réserves, on prendra sans doute plaisir aux critiques et railleries souvent spirituelles qu'il ne ménage pas aux théories « officielles » des psychologues et métaphysiciens à la mode.

Leçons pratiques de composition française, par M. Lavarenne, maître de conférences à la Faculté des Lettres de Clermont-Ferrand. Prix franco : France, 12 f 50 ; étranger, 15 f 50.

Nous avons déjà eu l'occasion de signaler ici même les ouvrages récemment parus de M. Lavarenne (1) : *Leçons particulières de version latine*, *Premières leçons de latin* et surtout *Voulez-vous que vos enfants soient de bons élèves ?* que tous les éducateurs et par conséquent tous les parents devraient avoir lu et médité, et où se trouvent exposées, fruit de vingt-sept années d'expériences et d'études, les lois de la santé physique et morale méconnues pour la plupart des parents, des étudiants et aussi des médecins. Dans ce petit ouvrage consacré à la composition française, M. Lavarenne démonte pour ainsi dire devant nous le mécanisme intellectuel suivant lequel s'effectue la préparation de la composition avant toute rédaction. Les sujets proposés sont d'une grande diversité et, de ces leçons par l'exemple, l'écolier et l'étudiant tireront le plus grand profit.

La pratique acoustique et électroacoustique, par P. Hémarinquer. TOME I : Principes généraux d'acoustique pratique, acoustique architecturale, lutte contre le bruit, isolement phonique. Prix : France, 78 f 20 ; étranger, 81 f 50.

Les connaissances générales d'acoustique architecturale sont devenues indispensables aux architectes et entrepreneurs qui s'intéressent à l'aménagement des salles de spectacle. L'isolement phonique joue également un rôle capital dans ces salles, ainsi, du reste, que dans tous les immeubles modernes, les studios, les bureaux, les écoles, les laboratoires, les ateliers, etc.

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 265, page xvi.

L'ouvrage de M. Hémarinquer, très complet est destiné à des praticiens et est accompagné de nombreux exemples détaillés de réalisations pratiques.

Constitution physique des étoiles, par Alex. Veronnet. Prix franco : France, 42 f ; étranger, 44 f.

Le problème de la constitution physique des étoiles est un des plus intéressants et des plus importants de la constitution de l'Univers. Il est aussi fondamental pour l'Astronomie que celui de la constitution de l'atome et de la matière pour le physicien, ou celui de la constitution de l'écorce terrestre pour le géologue et le géophysicien. M. Alex. Veronnet apporte ici une importante contribution à l'étude mathématique de ce problème.

Pour savoir le temps qu'il fera, par Gabriel Guilbert. Prix franco : France, 14 f 50 ; étranger, 17 f 50.

M. Gabriel Guilbert est depuis fort longtemps directeur des services météorologiques du *Matin*. On sait qu'il est loin d'être d'accord avec les services officiels de prévision du temps et, en particulier, avec notre Office National Météorologique auquel il reproche de ne pas mettre en application les méthodes proposées par lui il y a déjà de nombreuses années, et qu'il utilise quotidiennement. La météorologie pratique étant fondée avant tout sur l'empirisme, il ne faut évidemment pas accorder trop de confiance aux théories générales et, en dernier recours, c'est l'expérience qui décide qui, de la science officielle ou d'un « franc-tireur », peut être le plus près de la vérité. M. Guilbert confesse modestement qu'il n'est pas infaillible, mais nous ne pouvons lui en tenir rigueur, sachant par expérience que les prévisions entendues à la radio sont bien souvent mises en défaut. La méthode de M. Guilbert, fondée sur les seules indications du baromètre et l'observation des nuages et du vent, est à la portée de tous, citadin, paysan, marin, aviateur. Ce petit livre rendra certainement de grands services par les nombreux exemples qu'il renferme et auxquels pourront être ramenées de nombreuses situations rencontrées dans la pratique. Avec un peu de pratique — et de chance — le profane ne se trompera pas plus souvent que le météorologue, ce qui est déjà quelque chose.

Les petites machines électriques à courant continu et alternatif, par H. Lanoy, ingénieur électricien. Tome II : Construction et bobinage des petits moteurs à induction mono et polyphasés. Vérification et essais. Mesure et élimination des bruits des petites machines. France, 51 f 50 ; étranger, 55 f.

Le tome premier de cet ouvrage, dont nous avions rendu compte ici même, lors de sa parution, concernait plus spécialement la théorie des petites machines électriques et des petits moteurs (1/200 à 3/4 de ch), et la construction détaillée des moteurs universels et à courant continu, avec de nombreux exemples et figures à l'appui. Le tome II, qui vient de paraître, traite de la construction des moteurs asynchrones à induction de faibles puissances, de types récents : moteurs monophasés à condensateurs, à répulsion-induction, à spires de démarrage en court-circuit, etc. Une étude nouvelle et inédite traite de la mesure des bruits des petites machines, des moteurs silencieux, des essais, etc.

Mathématiques générales, par *Maurice-Denis Papin*. Prix franco, France : 27 f 50 ; étranger, 30 f 50.

Ce petit volume, qui renferme les éléments de mathématiques indispensables aux élèves de l'enseignement supérieur, aux professeurs, ingénieurs, physiciens, officiers, navigateurs, etc., complète la collection des agendas aide-mémoire Dunod, dont nous avons souligné ici même l'utilité pour l'étudiant et le praticien.

Radiotechnique, rédigé en collaboration par *M. v. Ardenne, docteur W. Fehr, Hauns, docteur Gunther, docteur Paul Hatschek, Paul Jaray, docteur E. Nesper, docteur-ingénieur Th. Schultes, ingénieur diplômé W. Steindorff, R. Thun, R. Wigand, professeur H. Wigge*. Prix : France, 101 f ; étranger, 107 f.

Cet ouvrage collectif a été rédigé par quelques-uns des meilleurs techniciens d'outre-Rhin. Il contient un minimum de formules et consacre la plus grande place à des idées générales qui n'excluent pas la précision. Dans l'ensemble, les explications abondantes sont fort claires et leur lecture exige un minimum de connaissances d'ordre mathématique ou électrotechnique. En voici les principaux chapitres : acoustique, électricité générale, les lampes, la modulation, les circuits d'accord du récepteur, le rayonnement électromagnétique et la propagation des

ondes électromagnétiques, antenne et terre. Enfin vient le plus important de tous les chapitres, qui occupe à lui seul près de la moitié de volume : les principaux montages du récepteur avec l'amplification basse fréquence, l'amplification haute fréquence, la détection, le couplage à réaction, les artifices de montage, la régulation de l'intensité sonore et de la tonalité, l'alimentation par le réseau.

LES CLASSIQUES DE LA DÉCOUVERTE SCIENTIFIQUE.

Détermination des poids moléculaires. Mémoires de *Avogadro, Ampère, Raoult, Van't Hoff, D. Berthelot* ; avant-propos de *M. R. Lespréau*. Franco, 23 f ; étranger, 25 f 50.

La dissolution. Mémoires de *Lavoisier, Gay-Lussac, Læwel, Gernez, Lesœur, Raoult* ; préface de *M. Henry Le Chatelier*. France, 23 f ; étranger, 25 f 50.

Alogènes et composés oxygénés du chlore. Mémoires de *Scheele, Berthollet, Gay-Lussac et Thénard, Davy, Balard, Courtois, Moissan et Millon* ; avant-propos de *M. A. Damiens*. France, 23 f ; étranger, 25 f 50.

Les métaux légers : aluminium, glucinium, magnésium, métaux alcalins. Mémoires de *Henri Sainte-Claire Deville, Hérault, Bussy, Gay-Lussac, Thénard* ; préface de *M. Léon Guillet*. France, 23 f ; étranger, 25 f 50.

N. D. L. R. — Nous informons nos lecteurs de la mise en vente de l'emboîtement pour la reliure du Tome LV (janvier à juin 1939) ainsi que de la table des matières du même tome.

Prix de l'emboîtement, franco : France, 7 f 50 ; étranger, 9 f.

Prix de la table des matières, franco : France, 2 f ; étranger, 3 f 50.

Rappels que nous pouvons fournir aux mêmes prix tous les emboîtages et tables des matières nécessaires à la reliure de notre revue, sauf les tables des matières des tomes XLV et XLVI (année 1934) et LII (juillet à décembre 1937) qui sont complètement épuisées.

Il nous reste encore quelques exemplaires de la « Table générale des matières des vingt premières années » de notre magazine (1913 à 1932).

Le prix de cette table générale est de 23 f franco pour la France et de 25 f pour l'étranger. Utiliser de préférence notre c/c postal : 91-07 Paris.

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 fr.		{ 6 mois... 33 fr.

BELGIQUE

Envois simplement affran-	{ 1 an... 75 f. (français)	Envois recommandés....	{ 1 an... 96 f. (français)
chis.....	{ 6 mois. 40 f. —		{ 6 mois. 50 f. —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : *Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Irlande, Islande, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Rhodésie.*

Envois simplement affran-	{ 1 an... 100 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an... 120 fr.
chis.....	{ 6 mois.. 52 fr.		{ 6 mois.. 65 fr.

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 90 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an... 110 fr.
chis.....	{ 6 mois... 46 fr.		{ 6 mois.. 56 fr.

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

Ecole du Génie Civil

152, avenue de Wagram, Paris (17^e)

COURS PAR CORRESPONDANCE

MÉCANIQUE

Apprenti : Notions d'Arithmétique, Algèbre, Géométrie - Technologie - Dessin - Ajustage.

Contremaître : Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Physique - Mécanique - Constructions mécaniques - Technologie - Dessin

Technicien : Arithmétique - Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Physique - Chimie - Mécanique - Règle à calcul - Résistance des matériaux - Technologie - Constructions mécaniques - Dessin.

Ingénieur-adjoint : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Mécanique théorique - Règle à calcul - Mécanique appliquée - Electricité - Statique graphique - Machines et moteurs - Dessin.

Ingénieur : Mathématiques générales - Géométrie analytique - Géométrie descriptive - Physique industrielle - Mécanique rationnelle - Résistance des matériaux - Thermodynamique - Chimie industrielle - Machines motrices - Electricité - Usinage - Machines-outils - Construction d'usines.

CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES

Apprenti : Notions d'Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Technologie - Dessin - Notions d'aviation.

Dessinateur : Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Physique - Mécanique - Technologie - Dessin - Aviation.

Technicien : Arithmétique - Géométrie - Algèbre - Trigonométrie pratique - Physique - Chimie - Mécanique - Résistance des matériaux - Règle à calcul - Constructions mécaniques - Aviation (moteur et avion) - Croquis coté et dessin.

Ingénieur-Adjoint : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Mécanique - Règle à calcul - Constructions mécaniques - Statique graphique - Mécanique appliquée - Outillage - Electricité - Construction d'avions - Aérodynamique - Dessin.

Ingénieur : Mathématiques générales - Géométrie analytique - Géométrie descriptive - Physique industrielle - Chimie industrielle - Mécanique - Thermodynamique - Résistance des matériaux - Electricité - Construction d'avions.

ÉLECTRICITÉ

Monteur : Notions d'Arithmétique, Algèbre, Géométrie - Electricité pratique - Dessin électrique.

Dessinateur : Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Physique - Mécanique - Electricité industrielle - Dessin - Eclairage électrique.

Conducteur : Arithmétique - Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Physique - Mécanique - Chimie - Règle à calcul - Technologie - Moteurs industriels - Electricité industrielle - Dessin électrique.

Ingénieur-Adjoint : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Règle à calcul - Mécanique - Résistance des matériaux - Electricité - Mesures - Eclairage - Bobinage.

Ingénieur : Mathématiques générales - Géométrie analytique - Géométrie descriptive - Physique - Applications mécaniques - Hydraulique - Electrotechnique - Essais - Calculs - Mesures - Production et distribution - Appareillage électrique - Electrochimie.

Section spéciale de Radiotechnique

CHIMIE

Aide chimiste : Notions d'Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Dessin - Chimie.

Préparateur : Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Physique - Chimie - Manipulations chimiques.

Chef de Laboratoire : Arithmétique - Géométrie - Algèbre - Trigonométrie - Physique - Electricité - Chimie - Manipulations chimiques - Analyse chimique.

Ingénieur-Adjoint : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Chimie générale - Electricité - Métallurgie - Analyse chimique.

Ingénieur : Mathématiques supérieures - Electricité - Chimie - Physique - Electrometallurgie - Chimie industrielle - Chimie du bâtiment - Chimie agricole - Chimie des parfums - Analyse qualitative et quantitative.

Section des Sciences mathématiques et appliquées

Etude et développement par correspondance des Sciences Mathématiques et appliquées depuis les cours d'initiation jusqu'aux cours les plus élevés

Arithmétique - Géométrie - Algèbre - Trigonométrie - Mécanique - Cosmographie - Géométrie descriptive - Mathématiques générales - Calcul différentiel - Calcul intégral - Géométrie analytique - Physique - Chimie - Electricité - Résistance des matériaux

PROGRAMME GRATUIT SUR DEMANDE. Joindre un timbre pour la réponse

L'OUTILERVÉ

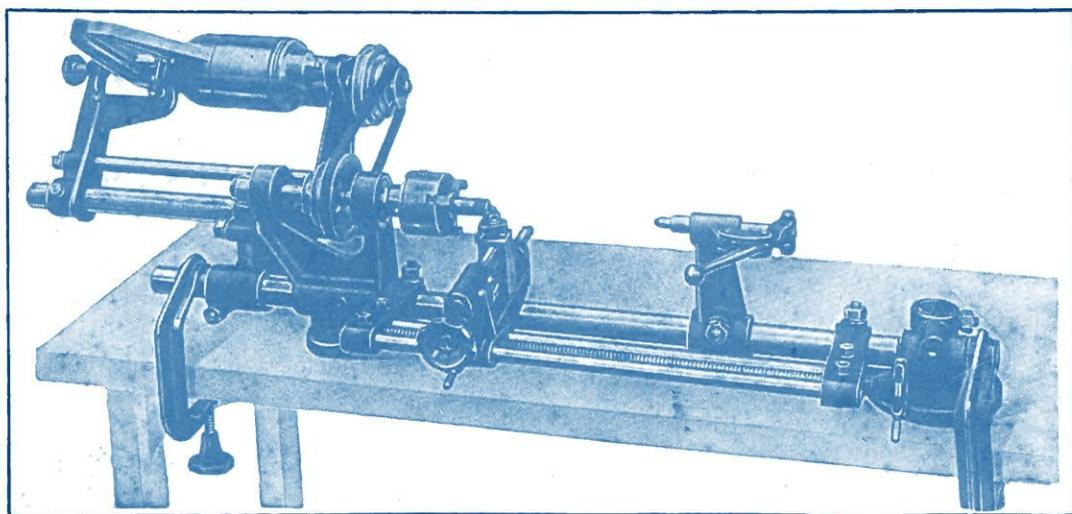
Que de travaux attrayants et utiles n'exécuterait-on pas si l'on possédait l'outillage nécessaire ! Mais on recule devant les frais d'une installation coûteuse et toujours encombrante.

L'OUTILERVÉ
remplace tout un atelier.

L'OUTILERVÉ a plusieurs vitesses, robuste et précis, est susceptible d'exécuter les travaux les plus divers grâce aux multiples combinaisons de montages réalisées ; il se branche sur n'importe quelle prise de courant.

Les nombreux accessoires fournis avec cet appareil sont contenus dans un élégant coffret en bois verni dont les dimensions sont les suivantes : longueur 1 m., largeur 0 m. 260, hauteur 0 m. 270. Le poids total de l'ensemble est d'environ 37 kilogrammes. Son prix relativement bas le met à la portée de toutes les bourses.

L'OUTILERVÉ
est un collaborateur précieux
et un ami sûr et dévoué.



Demander notices et tous renseignements au constructeur

SIAME

**SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'APPAREILLAGES
MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES**

74, rue Saint-Maur, PARIS-XI
Téléphone : Roquette 96-50 (2 lignes groupées)

PUB. C. BLOCH