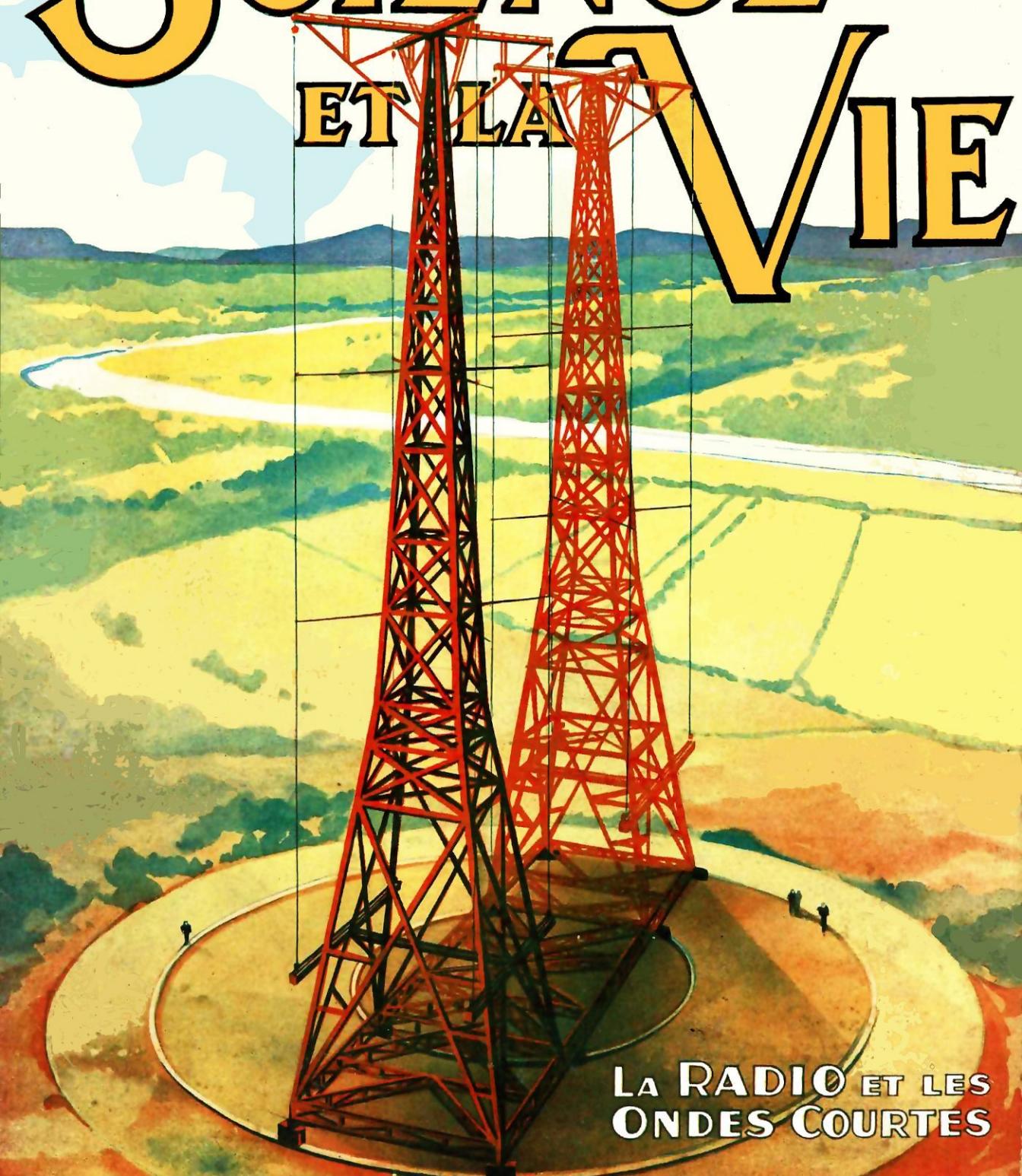


France et Colonies : 5 fr.

N° 251 - Mai 1938

LA SCIENCE ET LA VIE



LA RADIO ET LES
ONDES COURTES

L'OUTILERVÉ

Que de travaux attrayants et utiles n'exécuterait-on pas si l'on possédait l'outillage nécessaire ? Mais on recule devant les frais d'une installation coûteuse et toujours encombrante.

L'OUTILERVÉ
remplace tout un atelier.

Robuste et précis, il est susceptible d'exécuter les travaux les plus divers, grâce à la disposition judicieuse de tous ses accessoires. Son maniement est simple et commode. Pas d'installation; il se branche sur n'importe quelle prise de courant.

L'OUTILERVÉ
est un collaborateur précieux
et un ami sûr et dévoué.

Son prix, extrêmement bas, le met à la portée de toutes les bourses. Il est livré en un élégant coffret, avec tous ses accessoires.

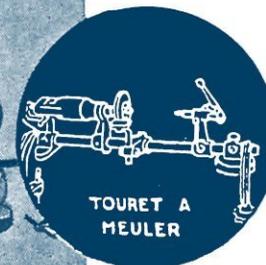
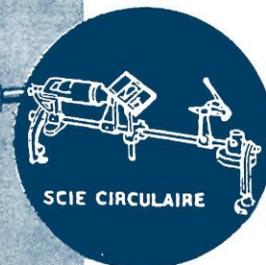
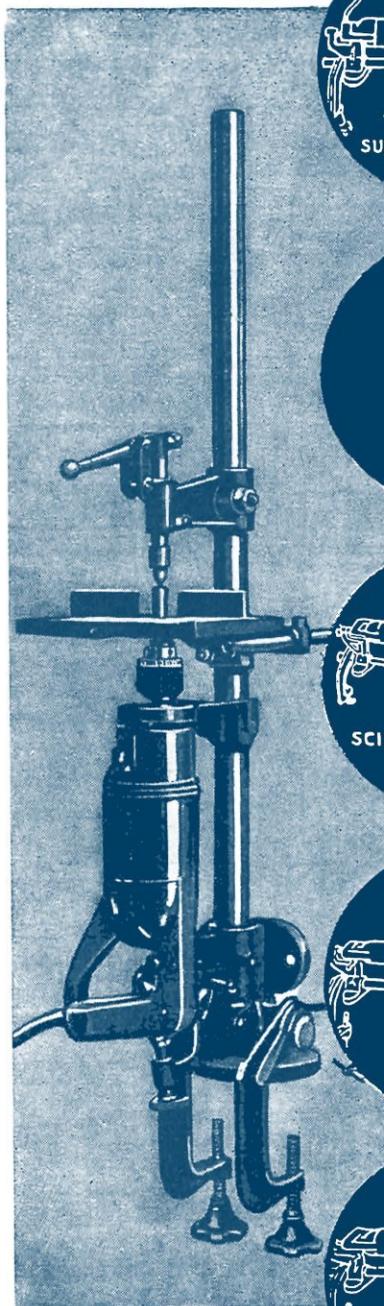
SIAME

Succ^{rs} de la S. A. RENÉ VOLET

Demander notices et tous renseignements à la

**SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'APPAREILLAGES
MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES**

74, rue Saint-Maur, PARIS-XI^e — Téléphone : Roquette 96-50 (2 lignes groupées)
FOIRE DE PARIS : Stand de démonstration, Hall 11, Stand 1.102





placées sous
le haut patronage
de plusieurs Ministères

19, rue Viète, PARIS-17^e

Tél. : Wagram 27-97

Cours sur place ou par correspondance

INDUSTRIE

Obtention de Titres ou Certificats
Ingénieur, Elève-Ingénieur et Technicien
Dessinateur et Contremaitre

MÉCANIQUE - ÉLECTRICITÉ
BATIMENT - TRAVAUX PUBLICS
Section spéciale de Chimie industrielle

COMMERCE

SECRÉTAIRE, COMPTABLE
ET DIRECTEUR
Diplômes d'Études juridiques

AGRICULTURE

AGRICULTEUR, RÉGISSEUR,
CHEF DE CULTURE,
INGÉNIEUR

SECTION DES SCIENCES MATHÉMATIQUES et PHYSIQUES

Etude et développement par cor-
respondance des Sciences mathé-
matiques et physiques 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.

PROGRAMMES GRATUITS (Joindre un timbre pour toute réponse)

MARINE MILITAIRE

Préparation aux Ecoles
des **ÉLÈVES-INGÉNIEURS MÉ-**
CANICIENS (Brest) — des **SOUS-**
OFFICIERS MÉCANICIENS
(Toulon) et **PONT (Brest)** — des
MÉCANICIENS : Moteurs et Ma-
chines (Lorient) — Ecole des **MÉ-**
CANICIENS et SOUS-OFFI-
CIERS MÉCANICIENS d'Aviation
maritime — **BREVET de T. S. F.**

AVIATION

NAVIGATEURS AÉRIENS
AGENTS TECHNIQUES - T. S. F.
INGÉNIEURS ADJOINTS
OFFICIERS MÉCANICIENS
ÉCOLE DES MÉCANICIENS DE
ROCHEFORT — **ÉCOLE DES**
SOUS-OFFICIERS PILOTES
d'ISTRES — **BOURSES DE**
PILOTAGE

MARINE MARCHANDE

Préparation des Examens
ÉCOLES DE NAVIGATION
ÉLÈVES-OFFICIERS et LIEU-
TENANTS (Pont et Machines) —
OFFICIERS MÉCANICIENS
OFFICIERS T. S. F.

Les Brevets d'Officiers-Mécan. de 2^e cl. et d'Élèves-Off. peuvent être acquis sans avoir navigué.

DIPLOMES D'ÉTUDES SCIENTIFIQUES

Cours élémentaires, moyens
et supérieurs.

LA PAGE DU DESSIN

CONFIDENCES D'ÉLÈVES 1938

Du gribouillage de l'amateur aux joies, aux profits du dessinateur et de l'artiste



*Croquis de M. de Marcellly,
élève de l'A. B. C.*

J'étais loin de me douter, en arrivant rue Lincoln, que j'allais voir tant de choses admirables, entrevoir tant de perspectives nouvelles et surtout sentir cette atmosphère amicale, ce rien qui

a transformé une étude hier ingrate en une collaboration passionnante d'élève à maître.

Pourtant, c'est tout cela que j'ai découvert, et je le dis simplement, comme je l'ai vu.

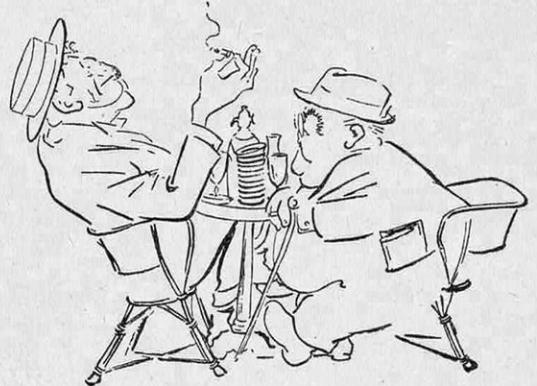
La merveille d'un enseignement incomparable m'est apparue encore davantage quand j'ai pu feuilleter les lettres des élèves. Elles sont innombrables, ces lettres, où des hommes et des femmes de tout âge, des jeunes gens, des jeunes filles racontent leurs débuts et, avec un enthousiasme non dissimulé, disent leur joie de dessiner, de triompher avec aisance dans tous les genres du dessin, du simple croquis à la gravure.

En montant les trois étages de l'École A. B. C., je m'étais longuement arrêté devant de magnifiques illustrations, de splendides portraits dignes des maîtres les plus célèbres. Maintenant, je faisais connaissance avec leurs auteurs.

Le distingué directeur des études, M. Louis Bailly, qui, avec une autorité consommée, conduit ses élèves au succès, me signalait au passage des noms inconnus

hier, aujourd'hui renommés. Et je ne peux résister au plaisir de reproduire, par exemple, ces quelques lignes de M. Bonnetterre, dont les riches illustrations m'ont particulièrement frappé : « Le bénéficiaire retiré de l'enseignement abéciste, écrit-il, c'est d'abord le sentiment de n'avoir pas laissé incultivée une part de soi-même. Donc, sur le plan matériel, c'est valoir davantage. »

Dans d'autres lettres, véritables confidences d'élèves à maître, j'allais voir que le dessin est, en même temps qu'un art d'agrément, la base de vingt activités, la clef de vingt professions lucratives. C'est Ambroise Thébault, aujourd'hui chef de



Caricature de M. V. Pajanacci exécutée en cours d'études.

studio dans une grande agence de publicité ; c'est Gaston Gorde, co-directeur d'une importante maison d'édition ; c'est A. Rodicq, décorateur dont toutes les femmes ont admiré, aux Galeries Lafayette, les scintillantes vitrines, qui exposent en termes simples, mais combien éloquentes,

tout ce qu'ils doivent au dessin, tout ce qu'ils doivent à leurs maîtres.

Il me faudrait maintenant parler de la méthode elle-même, et cela m'entraînerait bien loin. Qu'il me suffise de dire qu'elle est toute de simplicité et de clarté. « La



Croquis exécuté par un jeune élève de l'A. B. C.

méthode A. B. C., écrit un élève, c'est un triomphe sur la routine. Plus de stations pénibles devant des plâtres poussiéreux, mais un enseignement vivant, un apprentissage pratique où les difficultés s'évanouissent comme par enchantement où l'on se

trouve conduit en quelques mois du griboillage de l'amateur aux joies, aux profits du dessinateur et de l'artiste.» Peut-on mieux dire ?

J'étais conquis en quittant l'Ecole A. B. C.

« Et surtout, m'a recommandé M^{me} Bernard, charmante secrétaire générale de l'Ecole, n'oubliez pas de dire à vos lectrices tout ce que le dessin peut leur procurer de satisfactions intellectuelles ! Ne négligez pas non plus, car nous vivons en des temps difficiles, que le dessin est, pour les jeunes filles et les femmes, la possibilité de s'employer dans ces in-

nombrables revues de mode, ces journaux spécialement réservés aux femmes. Elles trouveront là des situations faites pour elles. Qu'elles viennent me voir, je leur dirai pourquoi elles doivent savoir dessiner. »

Voilà une invitation qui est faite.

GABRIEL BOIVIN.



Croquis exécuté, après six mois d'étude seulement, par M^{lle} Jordan, de Grenoble.

Ces quelques lignes ne peuvent remplacer la magnifique documentation illustrée qui vous est offerte par l'Ecole A. B. C. de Dessin. Nos lecteurs trouveront ci-dessous le coupon qu'il leur suffira de compléter et d'envoyer pour recevoir cet album, absolument sans frais et sans engagement.

RENSEIGNEZ-VOUS !

L'ÉCOLE A. B. C. de Dessin a édité un album, créé pour vous donner une description de sa méthode du plan et programme de ses cours. Vous y trouverez de nombreuses lettres d'élèves, les attestations des maîtres du pinceau et du crayon. Enfin, vous apprendrez tout ce que le dessin peut vous procurer de joie et de profits.

ÉCOLE A. B. C. de DESSIN (Studio B 3) 12, rue Lincoln, PARIS (8^e)

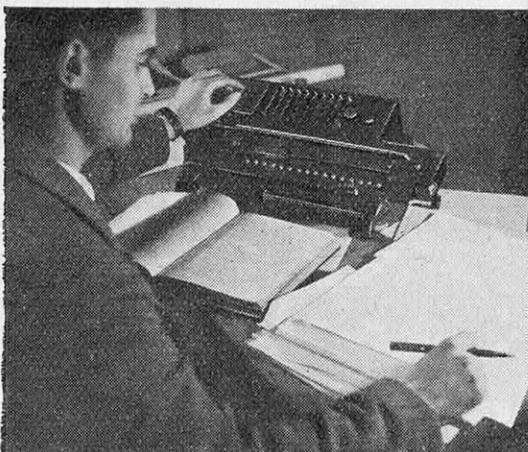
Monsieur le Directeur,

Veuillez me faire parvenir, sans aucun engagement pour moi, l'album de l'Ecole A. B. C., illustré par ses élèves.

NOM.....

PROFESSION..... AGE.....

ADRESSE.....



UNE JUMELLE DE CLASSE

se calcule
MATHÉMATIQUEMENT!

- Une jumelle de qualité est un instrument précis qui nécessite des études et des recherches scientifiques.
- Les réalisations **BBT** dans les domaines de l'optique -balisage maritime et aérien, construction du plus puissant phare du monde : **CRÉACH D'OUessant**, Exposition 1937, éclairage scientifique et chirurgical - prouvent une supériorité.
- La signature **BBT** sur une jumelle de précision, c'est la science et l'expérience **BBT** à la portée du grand public.

JUMELLES DE
PRÉCISION



Demandez à votre opticien la plaquette
"UN RÊVE RÉALISÉ"
ou à défaut, réclamez-la en écrivant à :
BBT KRAUSS, 82, Rue Curial, Paris-19°

CINÉMA
EN COULEURS
pour Amateurs

DUFAYCOLOR 9,5 et 16

FILMS NOIRS ET COULEURS TOUS FORMATS
TRAVAUX -- CAMERAS -- PROJECTEURS

FRED JEANNOT, 86, r. de Sèvres, Paris

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

GRACE A

la Fiche automatique
THERMUS

qui transforme

tous les Fers électriques en
SUPER-AUTOMATIQUES

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

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

40 francs

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

BREVETÉE S. G. D. G.



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

POUR LE TOURISME

DEUX
MACHINES
PARFAITES



LE **VÉLOCAR 4 ROUES** (en famille)

2 ROUES (en solo)

A PÉDALAGE HORIZONTAL

GRATUITEMENT

NOTICE

VÉLOCAR

68, Rue Roque-

-de-Filloi,

PUTEAUX Seine



UNIQUE EN FRANCE !!!

L'application nouvelle de notre

GARANTIE STANDARD DE 3 ANS

comprenant :

UN SERVICE D'ENTRETIEN
et 3 VÉRIFICATIONS GRATUITES par AN



ÉCHANGE

INSTANTANÉ

DE TOUS

CHASSIS

OU POSTES

QUELQUE SOIT
LA CAUSE DE L'ARRÊT

SÉCURITÉ - QUALITÉ - RENDEMENT

Notre dernière création **1938**

L'ULTRAMERIC IX TOUTES ONDES PUSH-PULL

Récepteur moderne 9 lampes à grande sensibilité par emploi de la nouvelle lampe 6 TH 8 TUNGSRAM. Haute fidélité et relief sonore par push-pull et contre-réaction BF.

- 9 LAMPES nouvelles à culot octal.
- TOUTES ONDES 17-2.000 M.
- ACCORD 472 KC.
- SÉLECTIVITÉ 8 KC.
- PUSH PULL PENTHODE avec contre-réact. appropriée.
- RÉGLAGE visuel par trèfle cathodique.
- ANTIFADING 100 % amplifié.



- CONTROLE DE TONALITÉ.
- BOBINAGES à noyau de fer.
- PRISE PICK-UP.
- CADRAN VERRE photogravé, éclairage indirect et 4 jeux de signalisation.
- COMMUTEUR ROTATIF à grains d'argent.
- DYNAMIQUE grand modèle exponentiel 25 cm.
- SECTEUR alter. 110-240 V.

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

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

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

RADIO-SÉBASTOPOL

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

EXPÉDITIONS IMMÉDIATES EN PROVINCE

COMPTE CHÈQUES POSTAUX : PARIS 1711-28

EXPÉDITIONS CONTRE REMBOURSEMENT

VERSEMENT UN QUART A LA COMMANDE

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

MAISON DE CONFIANCE

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE,

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

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 30 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 33 800, 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° 33 809, 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° 33 812, 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° 33 817, 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° 33.822, 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° 33.825, 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° 33.831, 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° 33.838, concernant la préparation à toutes les carrières de l'Agriculture, des Industries agricoles et du Génie rural, dans la Métropole et aux Colonies. — Radiesthésie.
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc.)

BROCHURE N° 33.842, 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° 33.846, 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° 33.852, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 33.857, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 33.860, 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° 33.868, 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° 33.872, 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° 33.879, 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° 33.883, 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° 33.887, concernant l'Art d'écrire (Rédaction littéraire, Versification) et l'Art de parler en public (Eloquence usuelle, Diction).

BROCHURE N° 33.889, concernant l'enseignement pour les enfants débiles ou retardés.

BROCHURE N° 33.894, concernant les carrières féminines dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 33.896, 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)

PETITS MOTEURS INDUSTRIELS

MICRODYNE

L. DRAKE CONSTRUCTEUR

240^{ème} B^{is} JEAN-JAURES
BILLANCOURT

TELEPHONE
MOLITOR 12.39

**un ensemble
unique...**

PHOTOGRAVURE
OFFSET - TYPONS
GALVANOPLASTIE
CLICHERIE
PHOTOS
RETOUCHES

**pour
illustrer vos
Publicités**

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

“DESSINEZ”

RAPIDEMENT ET EXACTEMENT
même sans savoir dessiner, grâce à la

Chambre Claire Universelle

(2 modèles de précision) : 275 ou 420 francs
Port : France, 8 fr. — Etranger, 25 fr.
OU AU

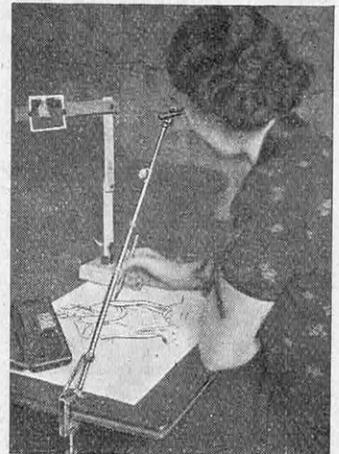
Dessineur (Chambre Claire simplifiée) : 135 fr.

Port : France, 5 fr. — Etranger, 10 fr.

Envoi gratuit du catalogue n° 12 et
des nombreuses références officielles.

D'un seul coup
d'œil,
sans connaissance
du dessin,
permettent
d'**AGRANDIR,**
RÉDUIRE,
COPIER,
d'après nature
et d'après
documents :
Photos, Paysages,
Plans, Dessins,
Portraits, Objets
quelconques, etc.

P. BERVILLE
18, rue La Fayette
PARIS-IX^e
Ch. Post. : 1.271-92



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

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

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

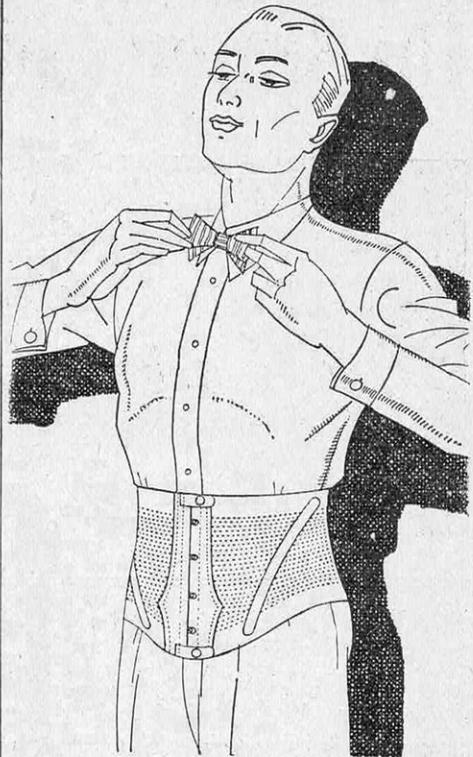
**SERVICE SPÉCIAL DES
INVENTIONS NOUVELLES**

DE

LA SCIENCE ET LA VIE



23, RUE LA BOÉTIE
PARIS (VIII^e)



Pour sa Santé !
Pour sa Ligne !

L'HOMME MODERNE
doit porter la
Nouvelle Ceinture

Anatomic

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

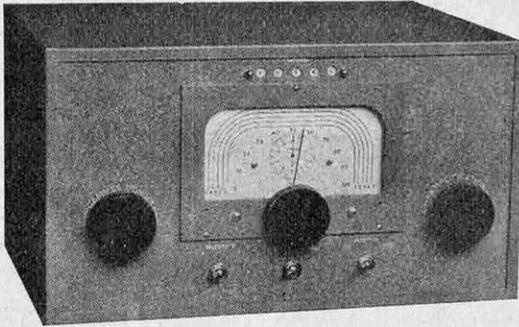
Nos	TISSU ÉLASTIQUE — BUSC CUIR —	Haut. devant	COTE forte	COTE souple
101	Non réglable...	20 c/m	100 f.	130 f.
102	Réglable.....	20 c/m	120 f.	150 f.
103	Non réglable...	24 c/m	130 f.	160 f.
104	Réglable.....	24 c/m	150 f.	180 f.

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

BELLARD - V. THILLIEZ
SPÉCIALISTES

24, Faubourg Montmartre, PARIS-9^e

Un Super Colonial moderne



NOTICE DÉTAILLÉE ET TARIF
sur simple demande mentionnant *La Science et la Vie*

PUBL. C. BLOCH

Établissements GAILLARD
5, rue Charles-Lecoq, 5
● ● PARIS-15° ● ●

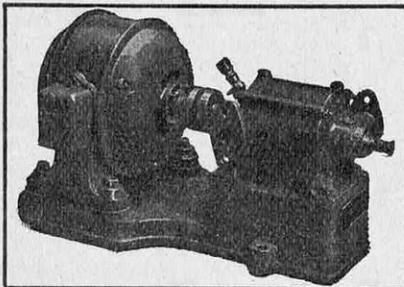
Désireux de donner satisfaction à de nombreuses demandes de leurs clients, les *Etablissements GAILLARD, 5, rue Charles-Lecoq, Paris-15°*, ont créé un poste colonial couvrant sans trou la gamme de 10 à 120 mètres. Ce poste supporte avantagement la comparaison avec tous les appareils existant actuellement sur le marché, sous tous les rapports : présentation, technique, sécurité, et surtout prix.



Ce montage comporte :
Cinq gammes d'ondes (10 à 120 m. sans trou) ;
Haute fréquence accordée ;
Bobinages imprégnés, montés sur contacteur tournant ;
Cadran de grande précision à deux vitesses ;
aiguille trotteuse ;
Sélectivité variable ;
Interrupteur d'antifading ;
Commande d'hétérodyne de recherche, etc...

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République, PARIS



ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES

pour villas, fermes, arrosage, incendies

FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression
par les groupes

DAUBRON

POMPES INDUSTRIELLES
tous débits, toutes pressions, tous usages

LANGUES VIVANTES

Which is the way to Readily?



IL EST
PLUS FACILE
d'apprendre seul

L'ANGLAIS
L'ALLEMAND
L'ITALIEN
L'ESPAGNOL

avec

ASSIMIL

" LA MÉTHODE FACILE "

que par n'importe quel autre moyen.

LA PLUS FORTE VENTE EN FRANCE

Grosse économie de temps et d'argent.
7 leçons d'essai et documentation complète
contre 2 fr. en timbres ou coupons-réponses
pour chaque langue.

ASSIMIL, 4, r. Lefebvre, Paris (15°)

(SERVICE S. C.)

CONCOURS D'OCTOBRE 1938

(PROBABLE)

POUR LE RECRUTEMENT

d'Inspecteurs et d'Inspectrices adjoints du Travail

Un concours pour cet emploi vient d'avoir lieu le 28 mars. Le besoin d'un nouveau concours en 1938 se fait impérieusement sentir, parce que, dans l'éventualité même du succès de 55 candidats le 28 mars, ce qui est improbable en raison du court délai qui s'est écoulé entre l'annonce du concours et les épreuves, le contingent de nouveaux postes accordé par le Parlement ne serait pas rempli. Un concours pour un grand nombre de places, qui sera ultérieurement fixé, est donc à envisager en octobre. Il serait ouvert aux hommes et aux femmes.

Les conditions d'admission à concourir sont les suivantes :
Age : plus de vingt-quatre ans et moins de trente ans au 1^{er} janvier 1938, cette dernière limite étant prorogée d'une durée égale à celle : a) des services militaires ; b) des services administratifs. — **Diplômes** : ou brevet supérieur, ou baccalauréat, ou diplôme d'une Ecole supérieure de Commerce reconnue par l'Etat ou équivalences, ou huit années de pratique industrielle. Bien entendu, les Inspecteurs et Inspectrices adjoints peuvent concourir à l'emploi d'Inspecteur.

Pour recevoir tous renseignements complémentaires, sans être engagé le moins du monde, prière de remplir la petite fiche ci-dessous et de l'envoyer de toute urgence à l'**Ecole Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris (7^e)**.

Si vous désirez un conseil particulier à votre cas ou à celui de la personne à laquelle vous vous intéressez, veuillez remplir le petit questionnaire ci-après et l'envoyer à Paris, 28, boulevard des Invalides, à l'ÉCOLE D'ADMINISTRATION.

Nom Prénoms

Adresse complète

Date de naissance

Diplômes, le cas échéant

Durée des services civils, le cas échéant

LES VERRES PONCTUELS

STIGMAL

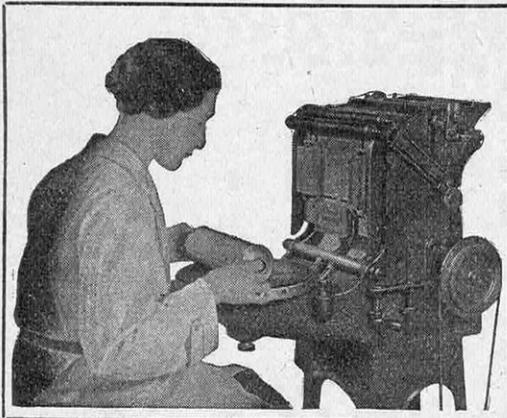
CORRIGENT ET PROTÈGENT PARFAITEMENT LA VUE

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

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

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

LA
POLYCHROME
DUBUIT



NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS
TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE

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

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

MACHINES DUBUIT
62 bis, rue Saint-Blaise

PARIS
Rog. : 19-31

INVENTEURS

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

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S".

LA SCIENCE ET LA VIE

est le seul Magazine de Vulgarisation
Scientifique et Industrielle

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ FILTRE ▶

DANS TOUTES BONNES MAISONS
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ



ENTRETIENEZ VOTRE VOITURE ...

3^E ECONOMIES NOUVELLES AVEC ESSOLUBE*

Un bon graissage implique une huile de qualité supérieure. Adoptez Essolube. Elle vous assurera notamment ces trois nouvelles économies :

1^o ÉCONOMIE notable sur les postes « révisions » et « réparations ». Essolube réduit sensiblement l'usure de toutes pièces mécaniques en réalisant un graissage d'une remarquable constance et particulièrement efficace aux températures élevées. *Essolube est stable et conserve à l'usage toutes ses propriétés lubrifiantes, notamment aux hautes températures*

2^o ÉCONOMIE appréciable sur le poste « décalaminage ». *Essolube ne forme pratiquement pas de calamine.* Elle n'encrasse pas les bougies, ne s'accumule pas sur les soupapes, ne se dépose pas sur les pistons. Pas de « décalaminage » à effectuer.

3^o ÉCONOMIE immédiate sur le poste « consommation ». A régime égal, Essolube donne lieu à une moindre consommation parce qu'elle est stable et reste « visqueuse » aux hautes températures. *Minimum d'appoint entre deux vidanges avec Essolube.*

MOULÉ SOUS LE SIGNE

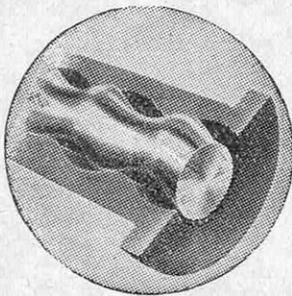
Esso

Essolube

F. 38-6 D

★ L'HUILE SUPÉRIEURE POUR AUTOS

STANDARD FRANÇAISE DES PÉTROLES, 82, AVENUE DES CHAMPS-ÉLYSÉES, PARIS. — S.A.F. CAPITAL 605.000.000 DE FRANCS



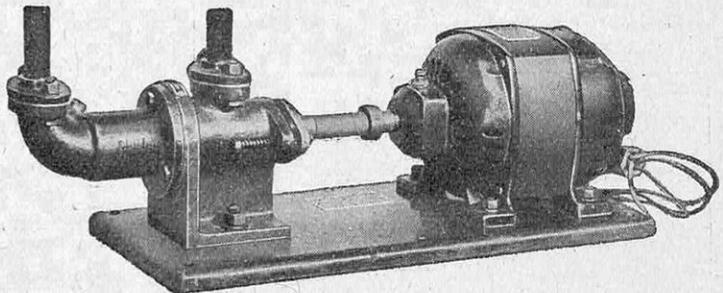
POMPES EN CAOUTCHOUC

P.C.M.

LICENCE R. MOINEAU, BRÉVETÉE 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



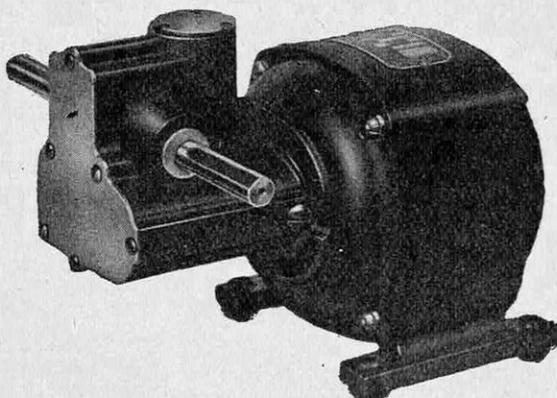
De nombreuses pompes fonctionnent à bord des croiseurs
Dunkerque, Strasbourg, Richelieu, pour tous liquides.

SOCIÉTÉ
POMPES • COMPRESSEURS • MÉCANIQUE
65, 65 RUE DE LA MAIRIE VANVES (SEINE) TÉL. MICHEL ET 3748

MOTEURS D'INDUCTION POUR TOUTES APPLICATIONS

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

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



Toutes vos exigences satisfaites --- Tous vos problèmes résolus

R. VASSAL

INGÉN.-CONSTRUCTEUR

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

LA RADIESTHÉSIE SCIENTIFIQUE OU RADIO-DÉSINTÉGRATION

L. TURENNE

Ingenieur E. C. P. - Ancien professeur de T. S. F.

19, rue de Chazelles, PARIS (17^e) Téléphone : Wagram 42-29

**Appareils perfectionnés - Livres
COURS ET LEÇONS**

LES ONDES ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES (3 plans d'induction).

ONDES des AIMANTS, des COULEURS, des CRISTAUX, de tous les CORPS.

RECHERCHE d'EAU et de MÉTAUX. —

ONDES de SANTÉ, CONTRÔLE des MÉDICAMENTS.

PHOTOGRAPHIES des ONDES.

Le TÉMOIN INDIVIDUEL (notre double).

MAISONS CONTAMINÉES. — ONDES

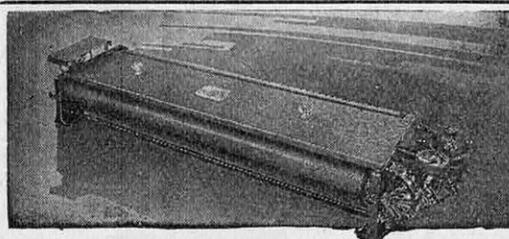
NOCIVES d'autos, d'avions, de trains ;

leurs APPAREILS DE PROTECTION.

APPLICATIONS à la Défense nationale.

Envoi franco des notices explicatives

POMPES - ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE



*Une nouvelle machine
à tirer les bleus*

L'ÉLECTROGRAPHE BOY a été étudié, sous l'angle de la situation économique actuelle, pour satisfaire aux besoins d'une Clientèle soucieuse de réduire au minimum ses Frais d'achat et ses Frais généraux, mais trop avertie pour fixer son choix sur une Machine ne présentant pas des Garanties de longue durée et d'amortissement rapide.

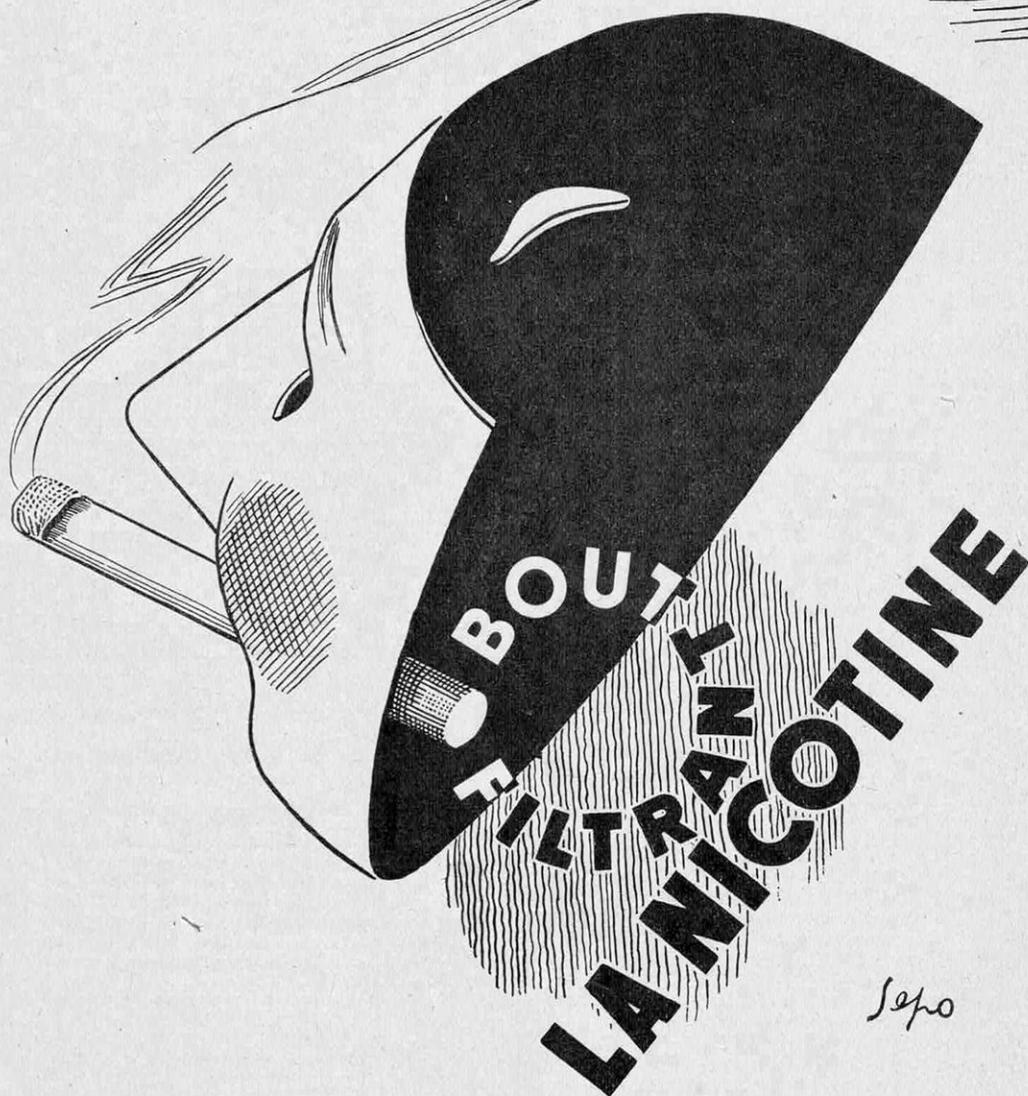
*Robuste Rapide
Economique*

Demandez Catalogues et Renseignements à

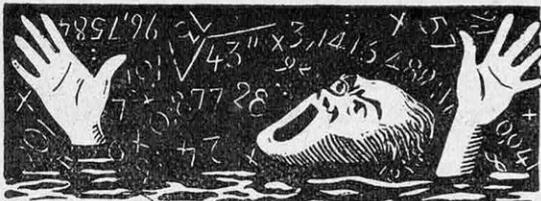
LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12, AV. DU MAINE, PARIS, XV^e T. Littré 90-13

CIGARETTES EXTRA-DOUCES

ANIC



CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT



la noyade inutile...

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

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

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

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

Calculs horaires, de vitesse, électriques, débits, décomptes, taxes, fractions, intérêts, pourcentages, poids, volumes, surfaces, densités, racines cubiques, carrées, etc. Autant d'opérations utilitaires que vous réaliserez.

LES RÈGLES A CALCUL DE POCHE

"MARC"

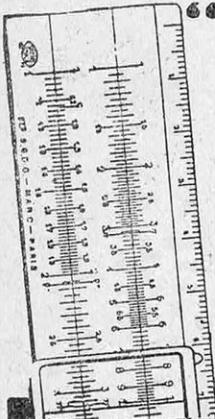
sont françaises, d'un fini irréprochable, très lisibles, précises, ne tenant pas de place, indéformables, leurs prix enfin vous décideront.

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

Notice envoyée gratuitement.

EN VENTE: PAPETIERS, LIBRAIRES
OPTICIENS
INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

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



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

Nom _____

Adresse _____

A _____



DITMAR

En vente dans toutes les bonnes maisons de photo et de cinéma

Demander documentation concernant les ciné-
cameras et projecteurs bi-films "DITMAR"

CONSORTIUM-PHOTO-CINÉMA

40, Rue Condorcet, 40 — PARIS (9^e)

Tél. TRUD. 54-9

*Saisissez et faites revivre avec Ditmar
C'est parfait et si simple*

SANS-FILISTES avant d'ac-
quérir un
appareil récepteur, n'hésitez pas à
consulter le service technique de
La Science et la Vie. Il vous
renseignera impartialement sans
tenir compte de considérations
commerciales qui, trop souvent,
faussent le jugement.

(Joindre un timbre de 0 fr. 65.)

SOURDS



2 Inventions nouvelles :

le **CONDUCTOS INTÉGRAL**

ET LE

CONDUCTOS STABILISÉ

vous feront

ENTENDRE IMMÉDIATEMENT

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

CARNAVAL



- Vous n'êtes pas très rigolo; venez prendre une bouteille de Champagne.
- Offrez moi plutôt une bouteille de DENTOL.

DENTOL

DENTIFRICE
ANTISEPTIQUE

♦
EAU - PÂTE
POUDRE - SAVON

♦
Maison FRÈRE
19, r. Jacob, Paris

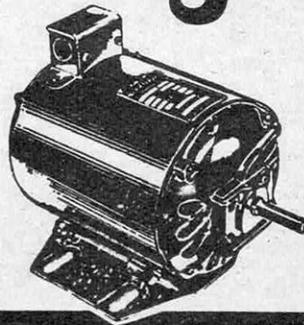
Echantillon gratuit sur demande en se recommandant de LA SCIENCE ET LA VIE.

*Partout où passe
le courant lumière*

...ET SANS INSTALLER
LA FORCE!..

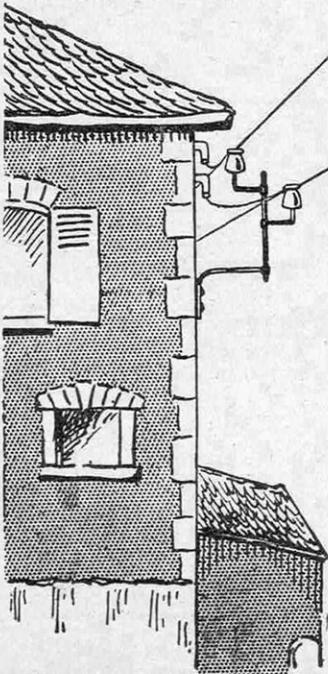
vous pouvez brancher un

Ragonot-Delco



ETS RAGONOT

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



ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

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



Fondée en 1919

Médaille d'or 1920

Médaille d'or 1931

PRÉPARATION AUX SITUATIONS

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

Service Militaire - T. S. F.

Génie — Marine — Aviation

Cours du Jour, du Soir et par Correspondance

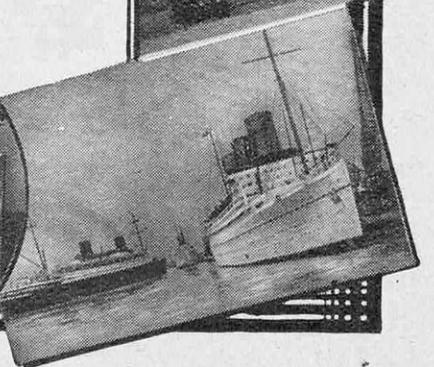
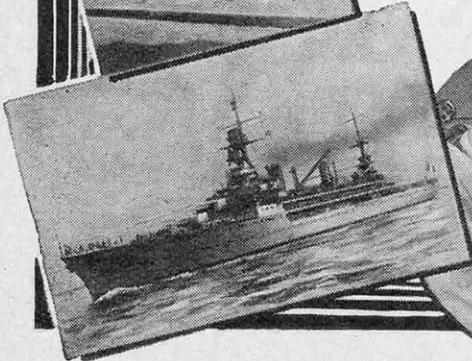
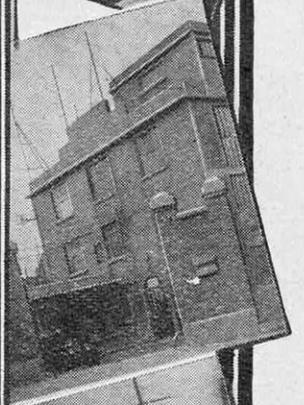
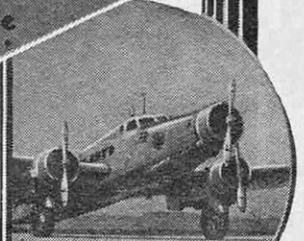
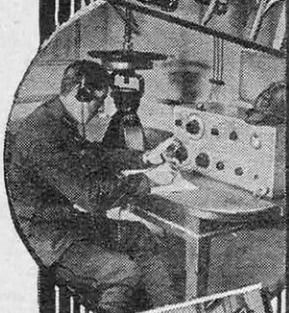
Le placement et l'incorporation

sont assurés par l'École
et l'Amicale des Anciens Elèves

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

La grande Ecole française de la Radio

Demander renseignements pour prochaine session



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, Mai 1938, R. C. Seine 116,544

Tome LIII

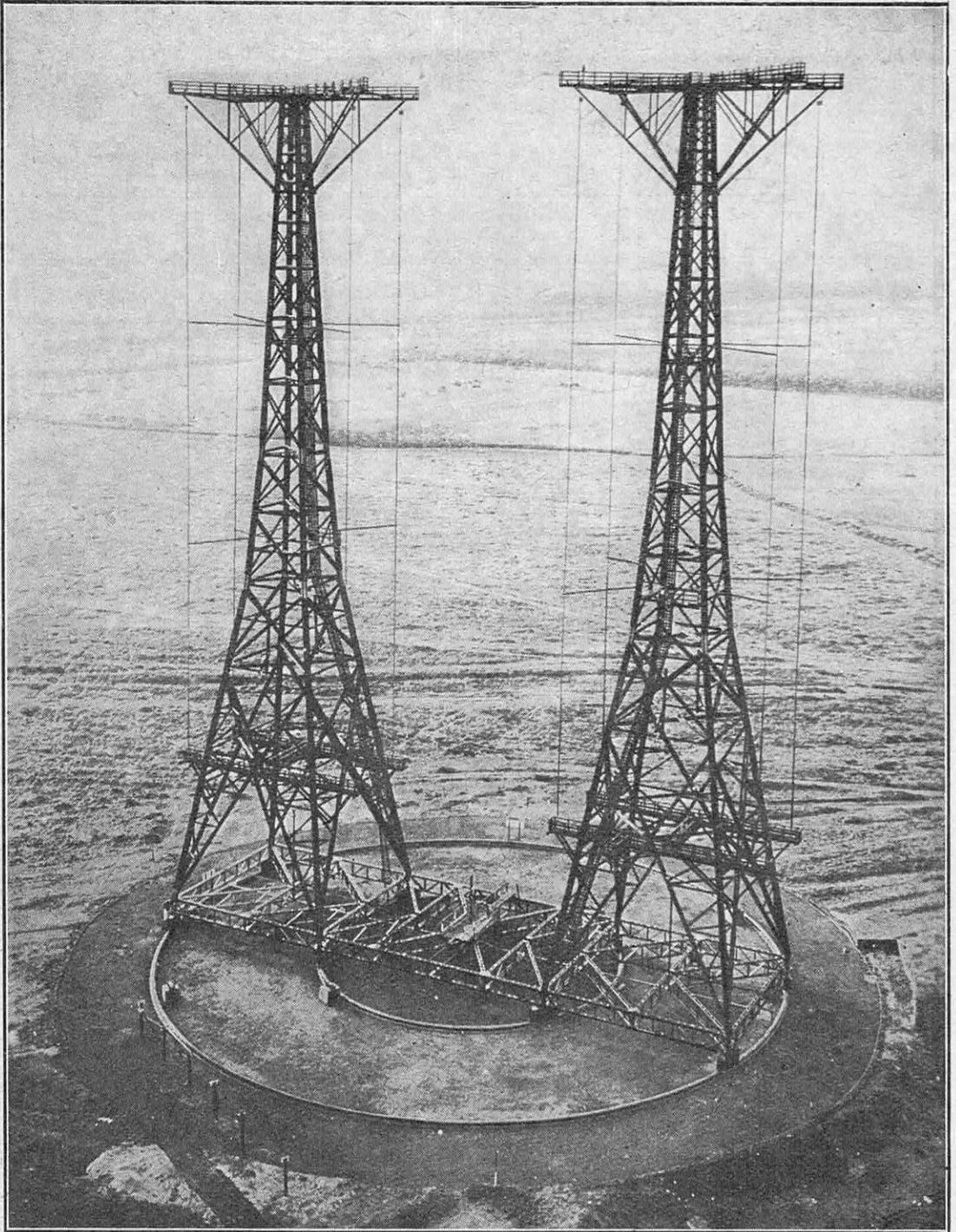
Mai 1938

Numéro 251

SOMMAIRE

- Ondes courtes et radiocommunications à grande distance Ch. Brachet.. . . . 325
A l'émission, les antennes « dirigées » réduisent la puissance nécessaire aux communications. A la réception, des dispositifs nouvellement mis au point suppriment toute interférence et toute distorsion de la parole comme de la musique.
- Des taches solaires aux aurores polaires L. Houllévigie 335
La période de paroxysme de l'activité solaire (nombre et étendue des taches) traversée actuellement permettra-t-elle de résoudre le problème des aurores polaires, qui se manifestent aujourd'hui plus nombreuses et plus intenses?
- La politique des aéroports dans le monde Victor Jouglà 343
De l'infrastructure dépend, pour une large part, le développement des lignes aériennes exploitées par des avions de gros tonnage naviguant à grande vitesse. Les Etats-Unis sont, là encore, à la tête des progrès réalisés dans la locomotion aérienne.
- Comment réduire la « glissance » des routes.. . . . Pierre Devaux.. . . . 352
On sait maintenant mesurer l'aptitude des revêtements routiers à produire, au contact des pneumatiques, l'adhérence nécessaire à la tenue de route. C'est là un nouveau facteur de sécurité.
- Capotage des moteurs et propulsion des avions lourds.. . . . A. Verdurand 358
On est parvenu récemment, non seulement à réduire le freinage de l'avion provoqué par le courant d'air de refroidissement, mais encore à récupérer, sous forme d'effort propulsif, l'énergie thermique perdue dans l'air ainsi réchauffé au contact du moteur.
- Notre poste d'écoute. G. B. 361
- Le mécanisme du vol « battu » révélé par le cinématographe . . . Henry Girerd 369
En cinématographiant simultanément l'oiseau de face, de profil et par-dessous, on peut ainsi interpréter les modalités complexes du vol « battu ». Qu'en tirera-t-on pour le vol humain?
- Chirurgie du cœur, chirurgie du cerveau Jean Labadié 377
Voici les interventions les plus audacieuses tentées à ce jour avec succès par les chirurgiens modernes : réparation du muscle cardiaque, greffe des nerfs, extraction des tumeurs cérébrales.
- La France se préoccupe de son ravitaillement en pyrites Georges Bourrey. 385
L'Espagne, qui possède les plus importants gisements de pyrites du monde, n'exporte plus en France ce minerai si nécessaire à l'industrie et à la Défense nationale. Comment se pose le problème du ravitaillement en cette matière première indispensable à l'économie nationale?
- Une formule moderne d'exploitation ferroviaire : le train-bloc automoteur Claude Caillat.. . . . 390
Intermédiaire entre l'autorail extra-léger et le train à vapeur ordinaire, le train-bloc automoteur autorise de grandes vitesses (de l'ordre de 150 km/h) exigées aujourd'hui par une clientèle qui, sans cela, utiliserait de préférence l'avion.
- Pour la cinématographie en couleurs voici un nouveau film d'amateur : le film Dufayecolor (9 mm 5) Pierre Keszler. 397

Si les communications radiotélégraphiques à grande distance Paris-Alger, Paris-Moscou, Paris-New York, Paris-Amérique du Sud, Paris-Saigon, pour ne citer que celles-là, ont pu être réalisées, c'est grâce à l'emploi d'ondes courtes dirigées au moyen d'antennes spéciales. Sur la couverture de ce numéro, voici l'un de ces nouveaux dispositifs installé à Huizen (Hollande) : il est constitué essentiellement par deux pylones de 60 m de haut, posés sur une plaque tournante, supportant chacun quatre antennes verticales. Le champ électromagnétique ainsi obtenu se trouve donc renforcé dans une direction que l'on peut faire varier par la rotation de l'ensemble. Une telle antenne constitue en quelque sorte un phare tournant, ce qui permet de diriger les ondes hertziennes (de l'ordre de 40 m) dans tous les azimuts. (Voir l'article page 325 de ce numéro.)



L'ANTENNE TOURNANTE DU NOUVEL ÉMETTEUR POUR ONDES COURTES DE HUIZEN (HOLLANDE)

L'antenne est supportée par deux mâts en bois, hauts de 60 m, édifiés sur une poutre d'acier massive capable de tourner autour d'un pivot central. Le diamètre du cercle extrême ainsi décrit est de 55 m et le poids total de l'ensemble mobile dépasse 110 tonnes. L'aérien proprement dit se compose de douze dipôles verticaux par mât, soit vingt-quatre au total. La puissance fournie à l'ensemble est de 60 kW et la disposition spéciale des dipôles est telle que l'énergie rayonnée dans le faisceau dirigé est vingt-quatre fois supérieure à celle que peut émettre un dipôle ordinaire. Cet aérien est prévu pour fonctionner sur une longueur d'onde de 38 m, l'émission pouvant être dirigée successivement, suivant les nécessités de la transmission, vers l'Afrique, la République Argentine, le Brésil, les Etats-Unis, etc.

ONDES COURTES ET RADIOCOMMUNICATIONS A GRANDE DISTANCE

Par Charles BRACHET

Les ondes hertziennes couvrent une gamme de longueurs d'ondes extrêmement étendue, allant de plusieurs kilomètres à quelques centimètres. Les plus longues — utilisées exclusivement, il y a encore une quinzaine d'années, pour les communications à grande distance — exigent à l'émission des installations développant une puissance très élevée, de l'ordre de 100 kW et même plus. Les ondes courtes (de quelques dizaines de mètres seulement) offrent, au contraire, la possibilité de réaliser des portées considérables avec une puissance relativement beaucoup plus faible. En effet, le rendement des antennes pour ondes courtes est sensiblement plus élevé que dans le cas des grandes longueurs d'ondes. Elles permettent, en outre, la réalisation d'aériens projecteurs concentrant l'émission dans un étroit faisceau orienté vers la station réceptrice, ce qui accroît son intensité et réduit les « brouillages » avec les stations voisines. La réalisation d'une liaison commerciale sur ondes courtes présente cependant encore de graves difficultés, dues à l'instabilité de la réception par suite du phénomène de « fading » (affaiblissement) dont le mécanisme est aujourd'hui complètement élucidé (1). On a reconnu, en particulier, que l'interférence de plusieurs faisceaux hertziens ayant accompli des trajets de longueurs différentes entre l'émetteur et le récepteur, au cours de leurs réflexions multiples sur le sol et les couches électrisées et constamment mouvantes de la haute atmosphère (ionosphère), provoque des effets de distorsion rapidement variable qui nuisent gravement à la qualité de la réception, et peuvent même rendre intelligibles la parole et la musique. Cependant, des ingénieurs américains sont parvenus tout récemment, par des combinaisons appropriées d'antennes horizontales, à orienter dans le plan vertical de la transmission la directivité de l'aérien récepteur, ceci avec une précision telle que les différents faisceaux hertziens sont reçus séparément et ne peuvent donc, par suite, interférer. Ainsi se trouve résolu le problème délicat de l'élimination de la distorsion que les dispositifs « antifading » classiques demeuraient, jusqu'ici, impuissants à combattre. A l'amélioration qualitative de la réception de ce fait réalisée correspondra une augmentation considérable du rendement commercial des liaisons lointaines, telles que la téléphonie transatlantique ou la radiodiffusion à grande distance.

L'HISTOIRE de la civilisation pourrait se jalonner très exactement sur le progrès des communications entre les hommes. Or, celles-ci se subdivisent en *communications matérielles* (transport des personnes et des choses) et *communications spirituelles* (transmissions de signaux). Et toujours, sans aucune exception, celles-ci sont venues consacrer celles-là, aider à leur extension, jusqu'à ce que le développement du transport matériel exigeât à son tour un perfectionnement de la transmission des signaux.

Ceci est vrai du télégraphe électrique, lequel — vainement essayé par les frères Chappe au temps des diligences (1791) avant leur fameux télégraphe optique (lui-même renouvelé des « feux » militaires gaulois) — n'a pris un essor réellement

industriel que du jour (1852) où la ligne de chemin de fer exigea le *dispatching* des trains, si sommaire qu'il fût, d'une station à l'autre, au moyen de ces fils qui, depuis, n'ont jamais plus quitté la voie ferrée.

Le même phénomène se présente de nos jours pour la liaison entre les avions et l'aéroport. L'onde hertzienne est sommée par l'aviateur de lui apporter, à lui aussi, les bienfaits d'un *dispatching* précis, commode et, pour tout dire, *téléphoné*.

Si, changeant de point de vue, nous abandonnons cet aspect « biologique » du synchronisme des communications matérielles et des spirituelles pour envisager son aspect « économique », nous voyons aussitôt que la sommaire *télégraphie*, avec ou sans fil, s'avère insuffisante pour les plus subtils des hommes d'affaires actuels, par exemple ceux qui doivent « jouer » simultanément sur

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 194, page 127.

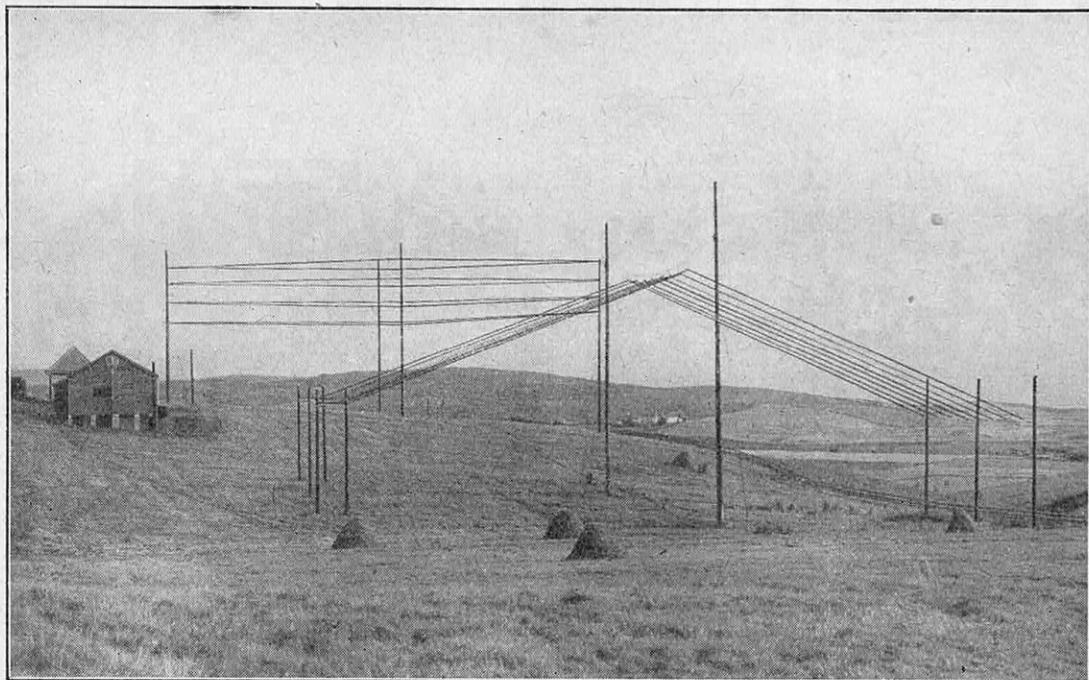


FIG. 1. — ANTENNES D'ÉMISSION ET DE RÉCEPTION INSTALLÉES A PORT-PATRICK (ÉCOSSE) PERMETTANT LA LIAISON RADIOTÉLÉPHONIQUE A NEUF VOIES ENTRE L'ÉCOSSE ET L'IRLANDE
Au fond, l'antenne horizontale en losange servant à l'émission sur 83 mégahertz (ondes de 3 m 60), et au premier plan, l'antenne réceptrice verticale pour ondes de 4 m (76 mégahertz).

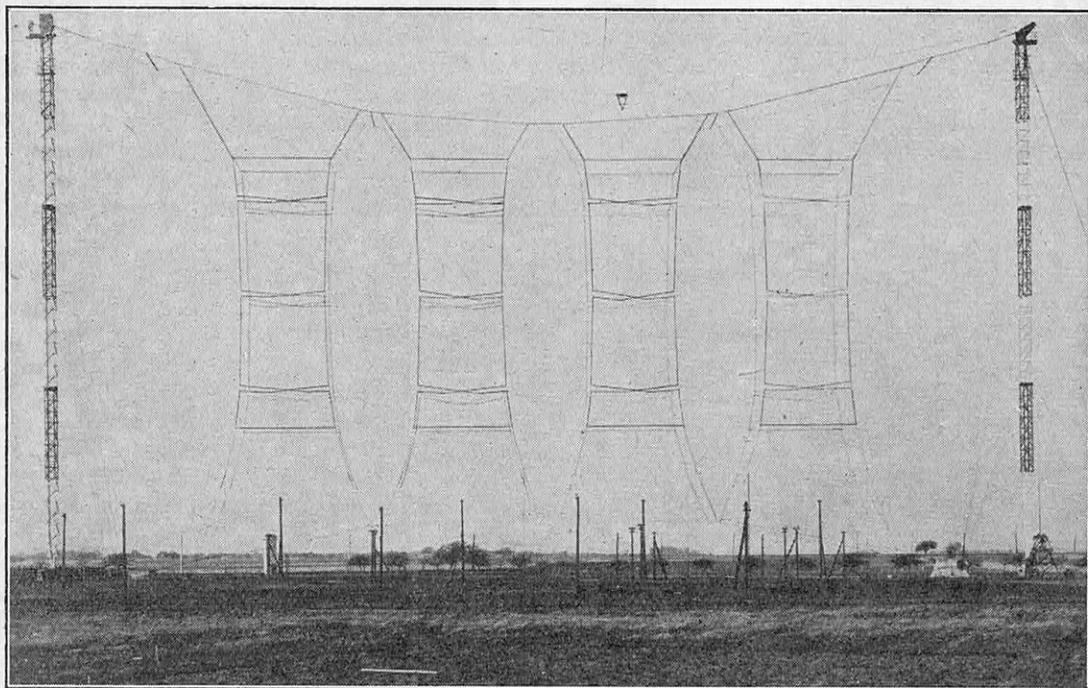


FIG. 2. — ANTENNES MULTIPLES EXPÉRIMENTALES INSTALLÉES A TRAPPES
On distingue les deux nappes de fils espacées d'un quart de longueur d'onde, dont l'une sert d'émetteur proprement dit et l'autre de réflecteur. La hauteur des pylônes est de 60 m et la longueur d'onde d'émission de 19 m. Ce type d'antenne a été utilisé pour des liaisons expérimentales de téléphonie avec les navires en mer.

deux places aussi éloignées que New York et Paris. Là encore, l'échange de télégrammes doit céder le pas à la conversation téléphonique. Or, si les câbles souterrains peuvent soutenir avantageusement, et pour longtemps, la concurrence téléphonique contre l'onde hertziennne, les câbles sous-marins en sont totalement incapables — tandis qu'ils résistent encore vigoureusement dans le domaine télégraphique.

Pourquoi la *téléphonie sans fil* éprouve-t-elle tant de difficultés à s'installer dans ce domaine, bien qu'elle n'y trouve aucun concurrent possible ?

A cette question passionnante nous allons trouver la réponse qui convient, celle que nous apportent précisément les derniers progrès réalisés, les derniers succès obtenus contre les obstacles que la nature oppose aux radiocommunications à grande distance.

Le « fading », l'« effet de nuit », les « parasites atmosphériques »

Ces obstacles ne sont pas inconnus de nos lecteurs. Pour comprendre comment on les surmonte, il nous faut les analyser.

Ils sont aujourd'hui tellement bien connus des techniciens que les Américains étudient, à l'heure où j'écris, des installations agencées pour obvier à l'inconvénient qu'apportera, en 1939, le maximum de l'activité solaire. La période ascendante de la variation solaire undécennale fut d'ailleurs inaugurée par l'aurore boréale de janvier.

Le Soleil entretient en effet le miroir sphérique qui, enveloppant notre globe, assure la propagation des ondes hertziennes autour de la Terre. Ce miroir n'est autre que la couche *ionisée*, depuis longtemps décelée dans la très haute atmosphère par les physiciens Kennelly et Heaviside. Le rayonnement actinique solaire (ultra-

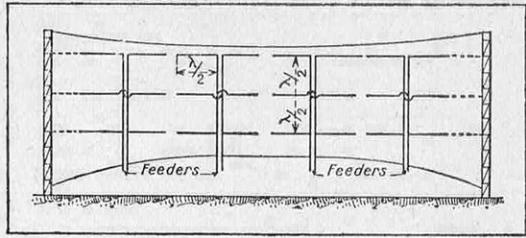


FIG. 4. — ANTENNE D'ÉMISSION POUR ONDES COURTES DU TYPE « KOOMAN'S », UTILISÉE PAR LE « POST OFFICE » BRITANNIQUE

violet, électrons) ionise profondément les couches atmosphériques raréfiées. Et le gaz ionisé équivaut, relativement aux ondes hertziennes, à un métal, puisque sa masse est conductrice. Donc, cette masse réfléchit l'onde, exactement comme le sol terrestre lui-même qui est, lui aussi, conducteur. L'onde se propage donc, par réflexions successives, entre ces deux surfaces comme entre deux miroirs (1).

Ceci posé, pensons que la couche ainsi ionisée varie d'épaisseur, de pouvoir réflecteur et de forme (étant gazeuse) sous l'influence de quantité de facteurs dont les principaux sont évidemment l'apparition et la disparition de l'éclairement solaire, toutes les vingt-quatre heures (effet de nuit), et la variation d'intensité de cet éclairement due aux phénomènes internes du Soleil que nous venons d'évoquer.

La couche ionisée dite « de Kennelly-Heaviside » présente un certain caractère de permanence. Située à une centaine de kilomètres, c'est elle qui réfléchit en particulier les ondes longues et les ondes moyennes. A cette ionisation permanente de la haute atmosphère se superpose, pendant le jour, une ionisation très basse puisqu'elle peut descendre jusqu'à une quinzaine de kilomètres. De jour, sur ondes moyennes, cette couche ionisée absorbe les rayons « indirects » (ceux qui parviennent aux postes récepteurs après réflexion dans la haute atmosphère) en ne laissant subsister que l'onde « directe » (celle qui chemine le long de la terre par le chemin le plus court). Pendant la nuit, le rayon « indirect » est présent. Il y en a même plusieurs si les ondes hertziennes subissent des réflexions multiples. Tous ces rayons,

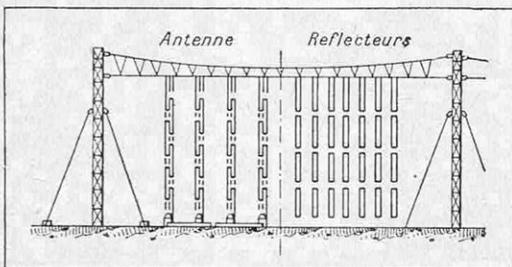


FIG. 3. — ANTENNE D'ÉMISSION POUR ONDES COURTES TYPE « MARCONI »

Sur la moitié gauche, on voit l'antenne proprement dite, et sur la moitié droite, la disposition du réflecteur placé à un quart de longueur d'onde derrière l'antenne.

(1) En réalité, il s'agit plutôt, dans la haute atmosphère, d'une réfraction progressive du rayon hertzien qui se recourbe pour revenir sur la Terre. Cette réflexion apparente sert d'ailleurs à définir ce que l'on appelle la « hauteur » de la couche ionisée, ou plutôt des couches ionisées successives, car le phénomène est fort complexe. Cette hauteur apparente varie, en outre, avec la longueur d'onde considérée.

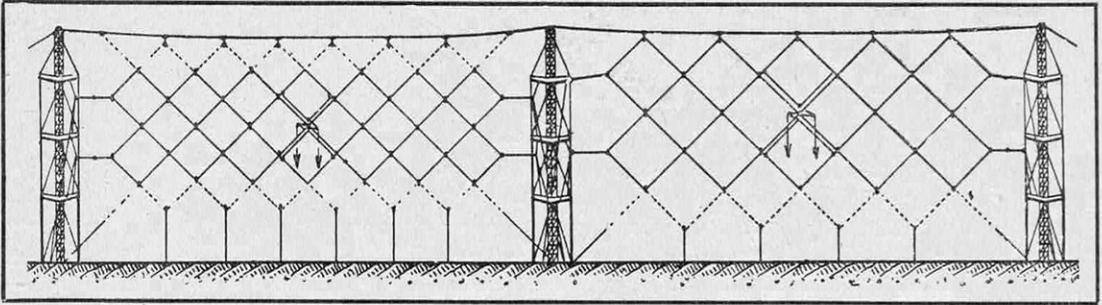


FIG. 5. — PRINCIPE DE LA CONSTRUCTION D'UN AÉRIEN PROJECTEUR « CHIREIX-MESNY »

On réalise un rideau à larges mailles composé d'éléments rayonnant en phase au moyen d'un fil replié à angle droit à chaque demi-onde et présentant ainsi la forme d'une dent de scie. La directivité du système est fonction de la surface du rideau, et peut être accrue en augmentant le nombre d'éléments de chaque ensemble en dents de scie et en superposant plusieurs de ces éléments. L'aérien ci-dessus comprend deux parties réglées chacune sur une longueur d'onde, la partie droite correspondant à la plus grande. Une seconde nappe semblable, disposée derrière la première, fait office d'écran réflecteur. L'alimentation s'effectue aux points où ont été dessinées des flèches.

qui viennent à se couper à la station réceptrice, *interfèrent* évidemment, c'est-à-dire qu'il peut arriver que deux ondes soient en *opposition de phase*, se contrarient, s'anulent.

Pour une liaison radioélectrique, on observera un « silence », la réception étant momentanément annulée. Momentanément, en effet, car l'ionisation subit des variations de causes encore inconnues, qui allongent ou raccourcissent l'un des chemins parcourus. C'est le *fading* (en français : évanouissement).

Il convient de faire une distinction très importante entre le *fading général* et le *fading sélectif*. Le premier est un phénomène qui affecte l'ensemble de la réception ; son évolution est lente et la durée de ses fluctuations irrégulières se chiffre en secondes. Au contraire, le *fading sélectif* affecte essentiellement la *qualité* de la réception, soit que l'interférence décrite plus haut supprime certaines fréquences latérales, soit qu'elle affecte l'onde porteuse, ce qui rend exagérée la modulation. Ce *fading sélectif* est dû, comme nous le verrons, à l'interférence entre plusieurs rayons hertziens qui ont suivi entre l'émetteur et le récepteur

des trajets de longueurs différentes. Ce phénomène est familier aux auditeurs de la radiodiffusion sur les ondes moyennes où, à distance assez rapprochée de l'émetteur, le rayon direct interfère avec un rayon indirect ; à plus grande distance, il s'agit de rayons indirects. Sur les ondes courtes, les rayons indirects entrent seuls en ligne de compte. Il y en a généralement deux principaux, mais leur nombre est souvent supé-

rieur. Leurs intensités respectives sont inégales et rapidement variables (1).

Tel est le principal obstacle que les techniciens doivent étudier et *tourner* à force d'ingéniosité.

Il en est d'autres comme les *parasites atmosphériques*. Dans ce cas, il s'agit des émissions hertziennes propagées par les décharges électriques de l'atmosphère terrestre. Celle-ci supporte en moyenne, à chaque seconde, 1 800 coups de foudre éclatant un peu partout dans les deux

hémisphères. On comprend que ces émissions olympiennes ne soient pas disciplinées au point de respecter les codes internationaux relatifs aux *bandes* de fréquence assignées à

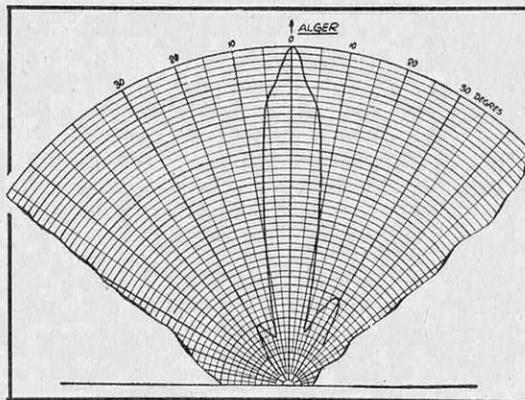


FIG. 6. — DIAGRAMME DU CHAMP ÉLECTROMAGNÉTIQUE RAYONNÉ PAR L'AÉRIEN PROJECTEUR DE PONTOISE (SEINE-ET-OISE) POUR LA LIAISON RADIOTÉLÉPHONIQUE AVEC L'ALGÉRIE

On voit que l'énergie électromagnétique est concentrée en un étroit faisceau dirigé vers la station réceptrice des *Eucalyptus*, près d'Alger.

(1) *Les communications radioélectriques*, par M. de Bellescize.

chaque poste. Heureusement pour les techniciens, les parasites atmosphériques sont essentiellement désordonnés et, par là, donnent prise aux calculs *statistiques*. Grâce à ces calculs, les techniciens des radiocommunications parviennent à les tenir en échec, nous le verrons.

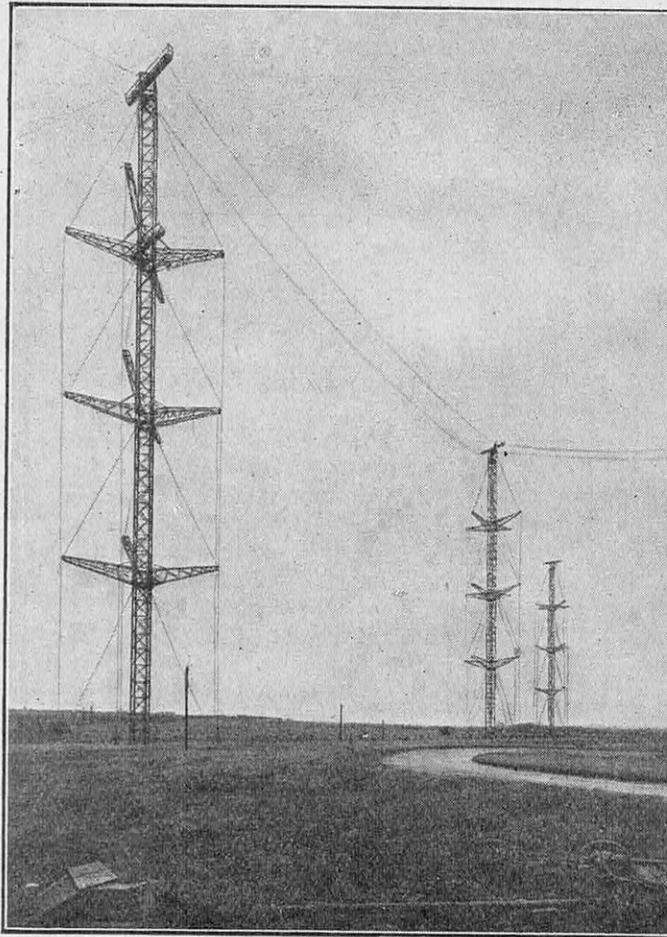
Mais, procédons par ordre.

Les ondes courtes « optima » pour le service radiophonique à grande distance

Il convient de rechercher d'abord les longueurs d'ondes qui conviennent le mieux à la propagation aux longues distances, c'est-à-dire qui présentent le moindre affaiblissement du champ hertzien en fonction de l'éloignement — tout en demeurant capables de supporter les *modulations* qu'exige la téléphonie.

L'expérience a montré que ces ondes étaient les ondes dites « courtes », comprises entre 14 et 40 m de longueur propre. Les longueurs de ces ondes correspondent à des fréquences d'environ 20 mégahertz pour la limite inférieure et à 7 MHz pour la plus longue (1).

(1) La fréquence « 1 par seconde » étant prise pour unité et dénommée « Hertz », la longueur d'onde correspondante est : $\lambda = 300\ 000\ \text{km}$. Il s'ensuit que le



(Photo S. F. R.)

FIG. 7. — AÉRIENS D'ÉMISSION « CHIREIX-MESNY » POUR LA LIAISON RADIOTÉLÉPHONIQUE FRANCE-ÉTATS-UNIS

L'équipement installé à Pontoise comprend deux émetteurs à deux ondes (16 m 58 et 28 m 70 pour l'un, 21 m 80 et 39 m 20 pour l'autre), de manière à disposer de quatre ondes de trafic et à éviter les « *fadings* » qui affectent chaque longueur d'onde à des heures ou à des époques différentes. Le passage d'une onde à l'autre est une opération très simple qui n'exige pas plus de deux minutes. Les aériens sont supportés par des mâts métalliques de 75 m de haut à haubanage réduit. Leur directivité est telle que la station de Pontoise, d'une puissance nominale de 12 kW, a la même efficacité, vue du côté américain, qu'un émetteur de près de 500 kW débitant sur antenne demi-onde surélevée. Les aériens de réception (installés à Noiseau) sont du même type et ont des caractéristiques sensiblement équivalentes.

transmission des images : on ne peut transmettre une image à 400 lignes sur une onde qui n'atteint pas au moins 2,5 MHz.

« kilohertz » définissant la fréquence 1 000 p/s correspond à une onde $\lambda = 300\ \text{km}$. L'onde la plus longue pratiquement utilisable étant $\lambda = 20\ 000\ \text{m}$, est donc de 15 kHz. On conçoit qu'il ait fallu compter par mégahertz (MHz) correspondant à la fréquence 1 000 000 p/s pour qualifier les ondes courtes.

(1) La propagation des ondes ultracourtes est encore mal connue et il semblerait qu'elles portent

Ces ondes présentent l'avantage, capital pour le problème qui nous occupe, de se réfléchir avec le minimum de déperdition d'énergie sur le « miroir atmosphérique » d'Heaviside. Des ondes plus courtes *passent à travers* la couche ionisée et vont se perdre dans l'espace intersidéral. En sorte qu'au-dessous de $\lambda = 8\ \text{m}$, les ondes ne peuvent plus être utilisées qu'à la manière des ondes lumineuses des phares marins ; les stations émettrice et réceptrice doivent *se voir* optiquement (1). On sait que de telles ondes, dites « ultracourtes », de 8 m à 0 m 50, font l'affaire de la télévision, à cause de leur fréquence très élevée, la seule qui puisse supporter les modulations nécessaires à la

La téléphonie commerciale s'en accommoderait certes, de manière splendide, si elles venaient à se généraliser. Mais ceci exige que le territoire se couvre d'un réseau de stations mutuellement visibles. Nous n'en sommes pas là. Et c'est pourquoi le câble souterrain accapare, et accaparera longtemps, le trafic téléphonique.

Au-dessous des ondes ultra-courtes, nous trouvons les « micro-ondes » se mesurant par centimètres. On peut les utiliser en les concentrant par des miroirs paraboli-

Le choix précis de la longueur d'onde parmi la gamme des ondes courtes est un problème de grande importance pour la sécurité du trafic, c'est-à-dire pour son rendement commercial. La statistique et le calcul des probabilités interviennent là directement. Un spécialiste des radiocommunications, M. de Bellescize, précise que la longueur d'onde doit être adaptée non seulement à la distance entre les correspondants, mais encore à l'éclaircissement du parcours qui modifie les conditions d'ionisation. L'ins-

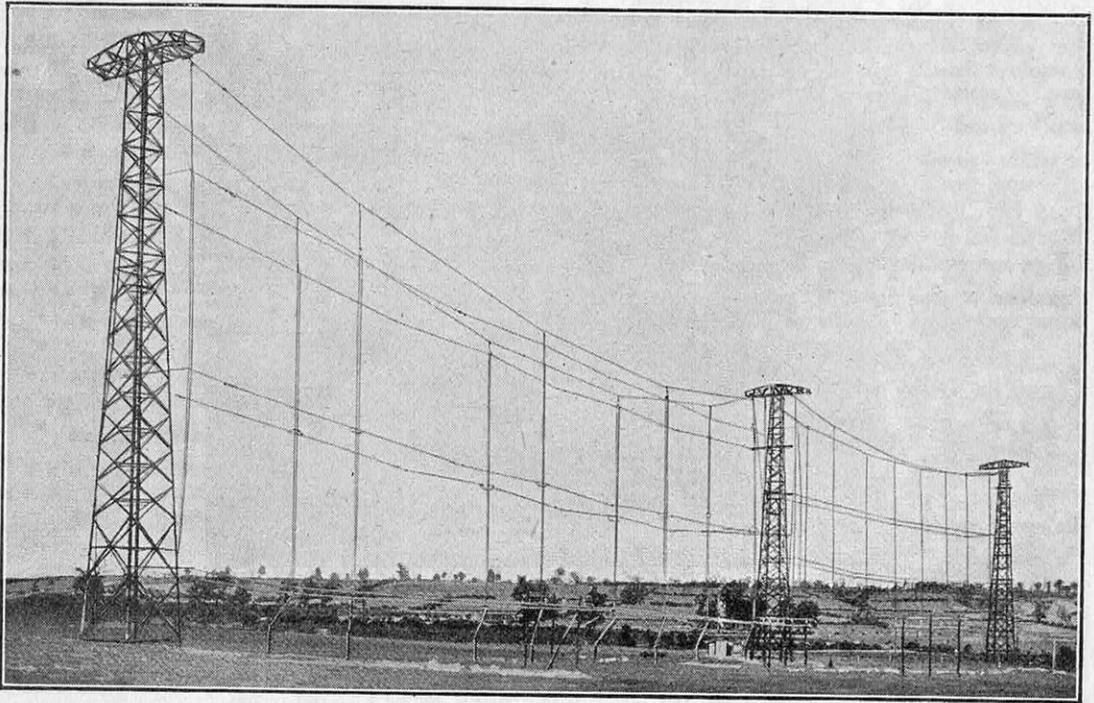


FIG. 8. — VOICI UN DES AÉRIENS D'ÉMISSION SUR ONDES COURTES INSTALLÉS A RUGBY (ANGLETERRE) ET QUI ASSURE LA LIAISON RADIOTÉLÉPHONIQUE ENTRE LA GRANDE-BRETAGNE ET SES DOMINIONS, AINSI QU'AVEC LE JAPON, LES ÉTATS-UNIS, ETC.

liques (1). Mais, ici encore, le câble demeure plus pratique non seulement pour le téléphone, *mais encore pour la télévision*, attendu que l'on sait construire aujourd'hui des câbles porteurs de fréquences atteignant et dépassant 10 millions de périodes par seconde (2).

Quoi qu'il en soit, la concurrence entre le câble et l'onde ne se pose pas dès qu'il s'agit de franchir l'Océan à des distances dépassant l'horizon.

des distances beaucoup supérieures à la portée optique. C'est ainsi qu'on aurait pu recevoir en Angleterre les émissions de télévision de la Tour Eiffel et que des amateurs auraient pu correspondre par-dessus l'Atlantique sur ondes de 5 m.

(1) Les expériences les plus récentes ont montré que les micro-ondes, à leur tour, étaient troublées par la réflexion sur les nuages.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 322.

tant le plus difficile suit de peu celui où la moitié de la trajectoire est nocturne et l'autre diurne. La longueur d'onde optimum varie avec la saison, l'heure du jour et aussi la situation de l'année dans le cycle solaire. Elle se raccourcit en particulier quand cette activité est maximum. Les exploitants s'accordent à reconnaître que quelques décimètres peuvent avoir une notable importance.

La directivité des ondes courtes. La concentration du champ hertzien à l'émission

Il est évident que si l'on parvient à concentrer l'énergie rayonnée par les ondes hertziennes de la même façon que l'on concentre celle d'une source lumineuse par

un miroir parabolique, on aura efficacement lutté, par là même, contre l'obstacle fondamental : « affaiblissement » du champ.

Nos lecteurs savent comment est obtenue la concentration dirigée d'un champ de rayonnement hertzien. Le principe le plus général de cette opération est celui-ci : si l'on place en arrière de l'antenne émettrice, une antenne semblable, celle-ci se conduit, relativement à la première, à la façon d'un miroir réflecteur. Elle renforce, par conséquent, le champ hertzien *dans le plan* défini par les deux antennes et du côté opposé au réflecteur.

Mais d'ingénieurs techniciens, tels que MM. Chireix et Mesny, ont grandement perfectionné le principe en établissant des « projecteurs » hertziens formés de réseaux aériens verticaux, véritables filets dont les mailles sont calculées en fonction de la longueur d'onde. L'une de ces nappes est émettrice et l'autre, placée en arrière, fait l'office de réflecteur d'ondes.

C'est une installation de ce genre qui relie téléphoniquement, sur ondes courtes, Alger et Paris et aussi la France et les Etats-Unis.

L'obstacle de l'« affaiblissement » étant vaincu, comme nous venons de le montrer, par les « projecteurs aériens », nous voici mis en présence des nouvelles embûches présentées par la nature. Nous allons voir comment, à leur tour, la technique parvient à les tourner.

L'antenne tournante de Huizen

Ne quittons pas toutefois la question de la concentration du champ à l'émission sans signaler l'inauguration d'une technique neuve, très originale et d'aspect vraiment grandiose. Elle diffère totalement du pro-

cedé de concentration par rideaux réflecteurs fixes. C'est l'antenne tournante installée à Huizen (Pays-Bas), par les laboratoires de la maison Philips.

Elle se compose de deux pylônes de 60 m de hauteur, posés sur une plaque tournante.

Chaque pylône supporte quatre antennes verticales, disposées suivant un dièdre aigu (formant dans sa section horizontale une croix de Saint-André). Ainsi, nous trouvons réalisé, sur chaque pylône, deux couples directeurs.

Mais il y a plus : chaque fil d'antenne, divisé en trois sections (alimentées en leur centre), constitue trois « dipôles » dont la longueur d'onde est, par conséquent, de l'ordre de 40 m.

Dans chaque plan du dièdre, le champ se trouve donc renforcé, en vertu du principe de réflexion énoncé plus haut. D'autre part, comme le dispositif se répète sur un second pylône, le renforcement se reproduit d'un pylône à l'autre : les deux dièdres s'« épaulent » dans l'effort de la réflexion dirigée que l'ensemble du système impose au champ hertzien total. La direction résultante de ce champ est évidemment située dans le plan vertical qui passe par l'axe des deux dièdres (des deux pylônes).

Puisque la station ainsi conçue est montée sur plaque tournante, l'ensemble constitue un véritable phare dont le faisceau concentré peut être dirigé suivant toutes les directions de la rose des vents.

C'est là un véritable laboratoire géant qui va permettre d'étudier la propagation des ondes courtes dirigées successivement suivant tous les azimuts géographiques, en fonction des facteurs essentiels dus à l'ioni-

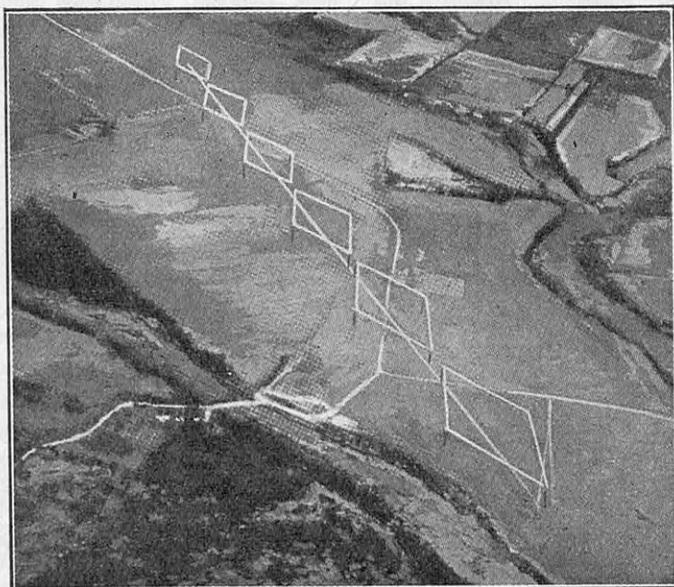


FIG. 9. — VUE AÉRIENNE DE L'ANTENNE EXPÉRIMENTALE DE HOLMDEL (ÉTATS-UNIS) POUR LA RÉCEPTION SANS DISTORSION DES ONDES COURTES

Longue au total de 1 200 m, cette antenne comporte six antennes élémentaires en losange reliées par des câbles coaxiaux au bâtiment de réception. La ligne blanche sous les antennes correspond à la tranchée où sont enfouies précisément ces lignes coaxiales.

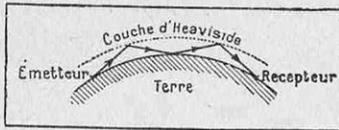


FIG. 10. — TRAJET SCHEMATIQUE D'UNE ONDE COURTE SE RÉFLÉCHISSANT SUCCESSIVEMENT SUR LA COUCHE IONISÉE DE LA HAUTE ATMOSPHERE ET SUR LA TERRE

Du côté de la réception, la lutte contre le « fading sélectif »

Les techniciens ayant, avec la concentration dirigée, accompli tout leur devoir à l'émission, et l'onde étant expédiée à la grâce de Dieu et des fantaisies solaires, il s'agit maintenant de la recevoir au mieux.

La sélection directive joue effectivement, à la réception, un rôle non moins important que l'émission dirigée.

Le premier moyen d'utiliser au mieux le champ hertzien transmis, consiste évidemment à le recevoir sur un réflecteur analogue au réflecteur d'émission. C'est le principe des miroirs ardents symétriques de Buffon.

Or, dans le domaine hertzien qui nous occupe, les rideaux d'antenne (les « aériens » comme on dit en abrégé) remplissent cette fonction pour les mêmes raisons qui les rendent efficaces à l'émission. On trouve donc, à la station réceptrice, des aériens géographiquement orientés vers ceux de l'émission et qui sont du même type que ceux-ci. Les caractéristiques en sont sensiblement équivalentes.

La section de radioélectricité du National Physical Laboratory de Londres a

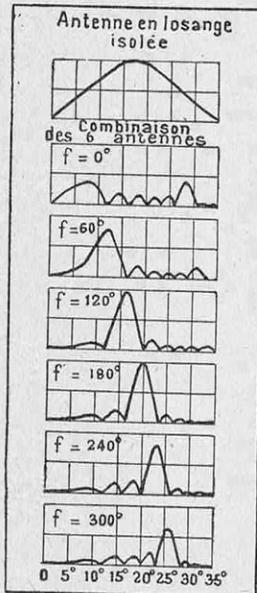


FIG. 11. — GRAPHIQUE MONTRANT COMMENT VARIE LA DIRECTIVITÉ DE L'ANTENNE DE HOLMDEL (E.-U.)

Ces diagrammes sont établis en portant en ordonnée l'intensité de la réception et en abscisse l'angle d'inci-

dence sur le plan horizontal. Pour des déphasages f croissants (voir figure 12), le maximum de la réception se déplace vers les grandes incidences.

sation solaire, de jour et de nuit, saisonnière et... « un-décennale », puisque telle est la période adoptée par la pulsation propre de l'activité manifestée par le Soleil.

pu mettre en évidence qu'à la réception les ondes courtes parviennent sous la forme d'un ou plusieurs faisceaux inclinés sur l'horizontale et dont les intensités relatives et les angles d'incidence varient avec l'heure du jour, l'activité solaire et la fréquence utilisée pour la transmission. Cette variation n'est d'ailleurs pas désordonnée, mais lente, ainsi que l'ont montré les expériences systématiques poursuivies par le Post Office britannique sur la propagation des ondes courtes. En outre, il semble qu'il y ait une relation au moins qualitative entre l'angle d'arrivée d'une onde et le temps qu'elle a mis à parvenir, les plus grands angles sur

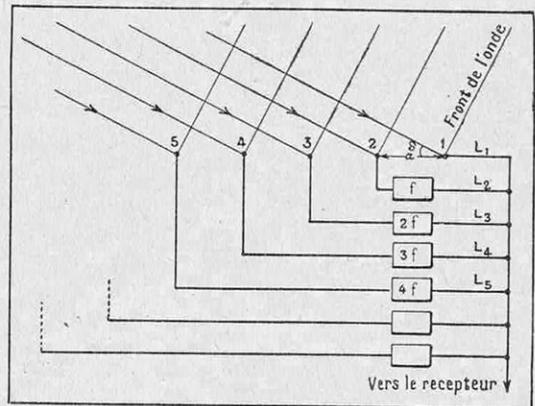


FIG. 12. — COMMENT ON FAIT VARIER A VOLONTÉ, DANS LE PLAN VERTICAL DE RÉCEPTION, LA DIRECTIVITÉ D'UN SYSTÈME D'ANTENNES RÉGULIÈREMENT ESPACÉES

Les antennes sont ici supposées réduites à des points et numérotées 1, 2, 3, etc. Elles sont reliées par des lignes L_1, L_2, L_3 , etc. (que l'on suppose n'introduire aucun retard de transmission au même récepteur). Le front de l'onde à recevoir rencontre successivement les antennes; chacune d'elles réagira donc, par rapport à celle qui la précède immédiatement, avec une avance qui dépend de l'angle d'incidence des ondes, δ . On superposera exactement les courants d'antenne en introduisant, sur les lignes de transmission, des retards convenables, à l'aide de « déphaseurs » en progression arithmétique. Inversement, on peut dire qu'à chaque angle de déphasage f correspond une direction δ de réception optimum, où toutes les antennes fonctionnent « en phase ». En faisant varier le déphasage f , on oriente dans le plan vertical la directivité du groupe d'antennes (fig. 11).

l'horizontale correspondant aux durées de trajet les plus longues. La distorsion de la parole et de la musique, qui caractérise les liaisons sur ondes courtes, est due entièrement à l'interférence de ces ondes différemment retardées (ou déphasées), car chacune de ces ondes, prise isolément, est absolument

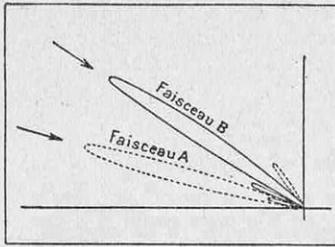


FIG. 13. — LES ONDES COURTES PARVIENNENT A LA RÉCEPTION SUIVANT PLUSIEURS FAISCEAUX (GÉNÉRALEMENT DEUX) PLUS OU MOINS INCLINÉS SUR L'HORIZONTALE. Leur interférence provoque le « fading » sélectif et, pour combattre ce phénomène, il faut recevoir séparément chaque faisceau.

conséquent sans aucune distinction les rayonnements plus ou moins retardés.

La concentration du champ hertzien ne peut rien à cela. Voici donc comment, sans renoncer à cette concentration, la technique réussit à tourner les difficultés de la distorsion.

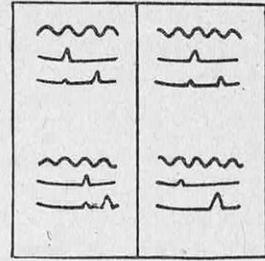
La réussite la plus récente est due aux célèbres *Bell Telephone Laboratories*.

Considérez la vue aérienne, ci-jointe, de la station expérimentale installée à Holmdel, dans le New Jersey. Elle reçoit les communications parties de Rugby (Angleterre). Vous apercevez sur le terrain six antennes en losange, horizontales, en enfilade. Chacun de ces losanges représente un système récepteur orienté suivant un axe

dépourvue d'aucune espèce de distorsion, si l'on met à part le fading non sélectif, contre lequel il n'y a évidemment rien à faire. Comme nous l'avons dit plus haut, une antenne ordinaire reçoit à la fois tous les faisceaux incidents, superposant par

FIG. 15. — EXEMPLES D'OSCILLOGRAMMES CORRESPONDANT A LA RÉCEPTION D'IMPULSIONS SUR ONDES COURTES

Ces oscillogrammes mettent en évidence le retard de l'un des faisceaux incidents (le plus incliné sur l'horizontale) par rapport à l'autre. Ce retard de 1 à 2 millièmes de seconde est mesuré à l'aide d'une vibration de 1 000 p/s enregistrée simultanément. L'inscription du milieu correspond à un angle de réception de 25° et celle du bas à un angle de 32° sur l'horizontale.



diagonal commun, dirigé dans la direction de la station émettrice.

Cet ensemble, qui est orienté suivant l'arc de grand cercle qui réunit Holmdel et Rugby, possède, grâce à la liaison électrique entre les six losanges, une directivité très poussée — et d'ailleurs orientable à volonté — dans le plan vertical de réception. Elle résout donc le problème du fading

sélectif tel que nous l'avons défini au paragraphe précédent : elle permet d'isoler, en effet, les faisceaux d'ondes courtes et de les recevoir séparément. Après détection ils sont recombinaés, mais seulement lorsqu'on a égalisé leurs durées de trajet par un procédé purement électrique. Etant alors en phase, ces deux groupes d'ondes n'interfèrent plus, et le fading sélectif a disparu.

Les fig. 11, 12 et 14 indiquent le principe du fonctionnement de cette antenne de forme nouvelle. On

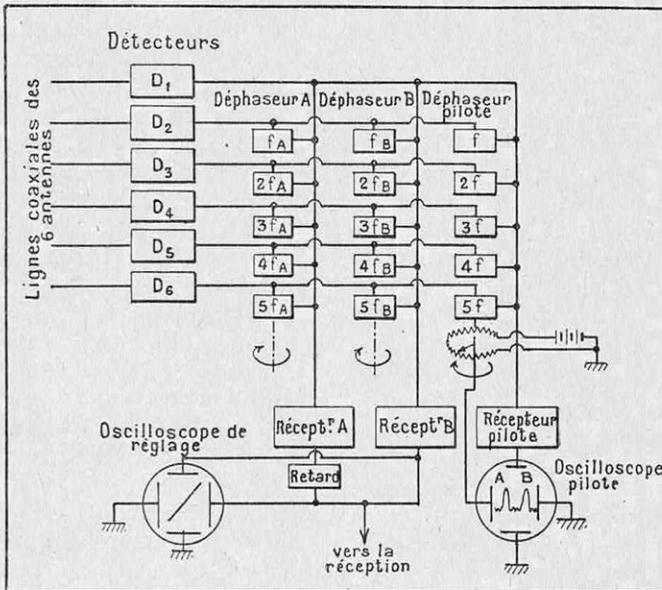


FIG. 14. — SCHÉMA GÉNÉRAL DES CONNEXIONS POUR LA RÉCEPTION DES ONDES COURTES SANS DISTORSION. Cet ensemble comprend trois groupes de déphaseurs liés mécaniquement dans chaque groupe. Le groupe pilote a pour mission d'explorer d'une manière continue le plan vertical de réception et tourne sans cesse. L'oscilloscope pilote enregistre les résultats de cette exploration, et on observe deux maxima de réception A et B correspondant aux faisceaux A et B de la figure 13. Les groupes de déphaseurs A et B sont réglés en conséquence pour isoler chacun un faisceau. Pour éliminer le retard de l'un des faisceaux par rapport à l'autre (voir fig. 15), on introduit un retard supplémentaire réglé à l'aide de l'oscilloscope de gauche. Toute interférence des faisceaux est alors éliminée.

voit en particulier que la directivité dans le plan vertical de symétrie est obtenue en introduisant, sur les lignes coaxiales de transmission des antennes en losange, un certain nombre de déphaseurs rotatifs réunis entre eux mécaniquement pour constituer trois groupes autonomes. Un des groupes, le groupe pilote, est animé d'un mouvement de rotation continue pour explorer sans interruption le plan vertical et mettre ainsi en évidence les angles d'incidence des faisceaux hertziens. Les deux autres groupes sont réglés d'après les résultats de cette exploration et suivent ainsi toutes les variations lentes des angles d'incidence (la couche d'Heaviside se modifie, en fait, avec la même lenteur que l'aspect, par exemple, d'un ciel nuageux). En sorte que le réglage des *déphaseurs* est à la disposition des opérateurs pour obtenir à tout instant la meilleure réception.

Après égalisation des durées de transmission, vérifiée à l'aide d'un oscilloscope, les deux faisceaux sont combinés convenablement dans le récepteur final.

L'antenne expérimentale (1) de Holmdel mesure 1 200 m de long au total et, d'après les résultats publiés, aurait amélioré considérablement la réception par rapport à une antenne ordinaire. Les techniciens américains estiment que pour la téléphonie transatlantique, une antenne de 3 000 m de longueur, équipée de trois séries de déphaseurs (sans compter le déphaseur pilote) et comprenant 18 antennes élémentaires en losange, serait parfaitement réalisable. Ils font remarquer également que ce dispositif autorise la réception d'une bande de fréquences très large, ce qui permettrait de l'utiliser pour la téléphonie « multiplex », c'est-à-dire pour l'écoulement simultané de plusieurs conversations téléphoniques séparées ensuite par des filtres appropriés.

Les bruits « atmosphériques » et les « bruits de fond » sont enfin tenus en échec

Pour être complets dans l'aperçu rapide que nous venons de donner du problème de la radiocommunication téléphonique, il nous faudrait examiner la façon dont on élimine les autres perturbations communément dénommées « bruits ».

Certains de ces bruits proviennent des

(1) Cette antenne est connue des techniciens sous le nom de MUSA, abréviation de l'anglais : *Multiple Units Steerable Antenna*.

parasites atmosphériques. D'autres proviennent des circuits utilisés : on connaît les « bruits de fond » que comporte tout montage amplificateur par triodes. Au total, le rendement qualitatif de la station réceptrice se mesure, de ce point de vue, par le *rappor*t de l'intensité du « signal » à celle des « bruits ».

L'emploi d'une antenne directrice à la réception a pour première conséquence une amélioration notable du rapport signal-parasites, puisque seuls les parasites dont l'origine se trouve dans l'axe de réception sont perçus avec netteté. En outre, puisque l'on opère sur ondes courtes et que l'on isole, grâce au dispositif des antennes en losange, les faisceaux incidents, on réduit encore le nombre de décharges parasites susceptibles de troubler l'audition.

Mais si l'antenne expérimentale que nous avons décrite ci-dessus élimine bien le fading sélectif, elle demeure impuissante devant le fading général. Pour le combattre, il n'y a pas d'autre remède que de faire varier la sensibilité du récepteur par un dispositif antifading classique qui, dans les périodes où le niveau du « signal » est très bas, le renforcent *en même temps que les parasites*, ce qui n'apporte aucune amélioration dans la qualité de la réception.

Une difficulté supplémentaire surgit encore, qui provient des différences très sensibles qui distinguent les *puissances vocales* des interlocuteurs usagers de la ligne radiophonique (1). Il est évident, en effet, qu'une voix de grande puissance sonore imprime au circuit *modulateur* de l'onde porteuse des variations d'intensité qui peuvent singulièrement différer des variations apportées par une voix faible. La profondeur de modulation de l'onde hertzienne risque de dépasser le maximum admissible. Sachons que ce problème technique, particulier à la radiotéléphonie, se trouve résolu aujourd'hui.

Tout compte fait, nous comprenons maintenant, sinon dans le détail du moins en gros, le miracle qui consiste à décrocher son téléphone d'appartement à Paris et à converser avec un ami qui vous répond de New York avec une voix plus claire que s'il était en banlieue. CH. BRACHET.

(1) L'égalisation par des procédés électriques de la longueur des lignes de transmission qui relient les abonnés au Central, ainsi que du rendement des microphones dont font usage les correspondants, pose un problème analogue dont la solution ne soulève plus aujourd'hui de difficultés majeures.

DES TACHES SOLAIRES AUX AURORES POLAIRES

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

En 1938, l'activité solaire, qui varie avec une périodicité remarquable suivant un cycle de l'ordre de onze ans, est voisine d'un de ses maxima. C'est précisément pendant ces périodes de paroxysme, caractérisées par l'abondance et l'étendue des taches sombres qui marquent la surface du Soleil, que peuvent être observées de la Terre les aurores boréales les plus nombreuses et les plus intenses. Le 25 janvier dernier, un tel phénomène a illuminé tout le ciel boréal et a pu être observé sous des latitudes aussi basses que les Açores ou le Sud Tunisien. Relativement fréquentes dans les régions circumpolaires, de telles aurores généralisées sont beaucoup plus rares, encore qu'à plusieurs reprises elles aient pu exceptionnellement couvrir l'atmosphère terrestre tout entière, dans les deux hémisphères, à l'exception d'une étroite bande à l'équateur. L'origine de ces phénomènes étroitement liés aux « orages » magnétiques (que traduit la déviation brusque et anormale de la boussole) doit être sans doute rapportée au rayonnement corpusculaire du Soleil qui excite la luminescence des gaz raréfiés de la très haute atmosphère, de la même manière que les corpuscules électrisés « bombardent » les molécules gazeuses dans un tube à décharge lumineuse.

Les taches, centres d'émissions corpusculaires

L y a trois siècles, Gassendi, le fameux adversaire philosophique de Descartes, publiait la première étude scientifique des taches solaires, étude tout à fait remarquable pour l'époque ; en même temps, cet homme universel recueillait de son correspondant Simon Mayr, astronome de l'électeur de Brandebourg, de curieux renseignements sur les lueurs atmosphériques que les Scandinaves nommaient *Nordlicht*, la lumière du Nord, et que Gassendi baptisa du nom, fort mal choisi, d'aurores boréales. Personne ne soupçonnait alors une liaison possible entre deux phénomènes si distants, et il ne fallait pas moins que toutes les acquisitions de la science moderne pour aborder un problème qui, à l'heure actuelle, est loin d'être entièrement résolu.

Les taches solaires ont fait l'objet de plusieurs études dans *La Science et la Vie* (1) ; je n'y reviendrai que pour souligner une de leurs propriétés, qui est d'être des centres actifs d'émissions corpusculaires. Déjà, environ 1865, l'astronome français Faye avait soutenu que ces régions, relativement obscures, du disque solaire, étaient le siège de mouvements tourbillonnaires, comparables à ceux qui parcourent l'atmosphère terrestre ; comme ces cyclones, les taches sont loca-

lisées dans les zones subéquatoriales, c'est-à-dire aux latitudes comprises entre 10 et 40° dans les hémisphères Nord et Sud ; pourtant, l'aspect des taches ne traduit que rarement (dans 2 ou 3 % des cas) cette structure tourbillonnaire ; aussi la théorie de Faye, contredite sur beaucoup d'autres points par les observations ultérieures, fut bientôt abandonnée ; elle renfermait pourtant une part de vérité, qui devait être mise en évidence, dans les premières années du présent siècle, grâce aux admirables travaux effectués par G. Hale à l'Observatoire du mont Wilson.

Les observations de Hale sont basées sur l'effet Zeeman, d'après lequel les raies spectrales éprouvent des déplacements et des dédoublements sous l'action d'un champ magnétique ; inversement, la mesure de ces déplacements permet de mesurer le champ magnétique agissant ; cette méthode, appliquée aux raies spectrales des taches solaires, a permis de déterminer avec une entière certitude, le sens et la grandeur de ce champ, tel qu'il existe à l'intérieur des taches. Disons, pour donner une idée des résultats obtenus, qu'ils sont ordinairement compris entre 3 000 et 4 000 gauss, c'est-à-dire comparables à l'action qui s'exerce entre les pièces polaires d'une dynamo ordinaire, et 10 000 fois plus grande que le champ magnétique terrestre (un tiers de gauss environ). Outre cette force magnétique très intense et localisée dans les taches, le Soleil possède, comme

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 183, page 197.

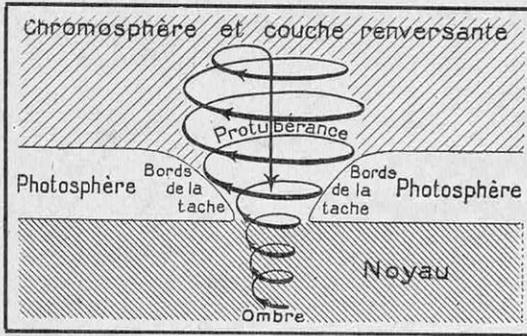


FIG. 1. — REPRÉSENTATION DES MOUVEMENTS TOURBILLONNAIRES DANS UNE TACHE ET UNE PROTUBÉRANCE SOLAIRES

la Terre elle-même, un champ magnétique général voisin de 50 gauss, c'est-à-dire 150 fois plus intense que celui de notre globe. Enfin, il convient d'ajouter, pour l'intelligence de ce qui va suivre, que le champ des taches est très limité, non seulement en largeur, mais en hauteur, car il s'étend à peine plus loin que la chromosphère, tandis que l'action magnétique générale du Soleil, qui incurve les filaments de la couronne, s'étend beaucoup plus loin : jusqu'à deux ou trois fois le rayon de l'astre.

Dans un milieu gazeux à haute température, comme celui qui forme le Soleil, il ne saurait être question d'imaginer l'existence de corps aimantés comme un aimant d'acier ; le magnétisme des taches ne peut donc être attribué qu'à des courants électriques circulaires ou hélicoïdaux, et ces courants eux-mêmes ne peuvent être engendrés que par la circulation de particules électrisées ; tels sont les atomes ionisés et les électrons dont on sait qu'ils forment une partie des couches superficielles du Soleil ; ainsi, nous sommes ramenés, par une voie très sûre, à une représentation tourbillonnaire dont la figure 1 peut nous donner une idée générale.

Mais voilà qui est encore plus démonstratif. On sait que l'activité solaire est mesurée, dans plusieurs observatoires spécialisés, par les « Indices Wolf-Wölfer » qui sont, à très peu près, proportionnels à la surface couverte, à chaque instant, par les taches sur le disque solaire. Je rappelle encore que ces indices passent, environ tous les onze ans, par un maximum très net (fig. 2), qui correspond à un paroxysme d'ac-

tivité solaire ; nous sommes actuellement dans une de ces périodes d'extrême activité. Enfin, une règle très générale, découverte par Spörer, mais aussi totalement inexpliquée que la périodicité undécennale, nous apprend que les taches apparaissent, au début de chaque cycle, aux latitudes les plus élevées, 30 ou 40° Nord ou Sud, et vont ensuite en se rapprochant de l'Equateur ; cette règle permet de définir sans ambiguïté les cycles qui se succèdent dans l'activité solaire. Ceci étant rappelé, voici les curieuses remarques que Hale a pu faire, en prenant toujours pour guide l'observation de l'effet Zeeman.

Les taches sont rarement indépendantes et isolées ; dans 60 % des cas, elles forment des couples de polarités opposées, que cette opposition soit due à des corpuscules de même signe tournant en sens contraire, ou à des corpuscules de signes contraires tournant dans le même sens ; et, dans le tiers des autres cas, on relève par intermittences des embryons de taches de polarité inverse de celle de la tache principale. Ce résultat apparaît nettement dans la figure 3, empruntée aux Mémoires du grand astronome américain et à ses observations poursuivies sans relâche pendant vingt ans, de 1906 à 1927. On voit encore, sur ce même graphique, que, pour les taches d'un même cycle, les polarités sont inverses de part et d'autre de l'Equateur solaire, c'est-à-dire que si, d'un côté, la tache directrice présente un pôle Sud S vers l'extérieur, elle montrera, de l'autre côté, un pôle Nord N ; et lorsqu'on passe d'un cycle au suivant, les polarités des taches

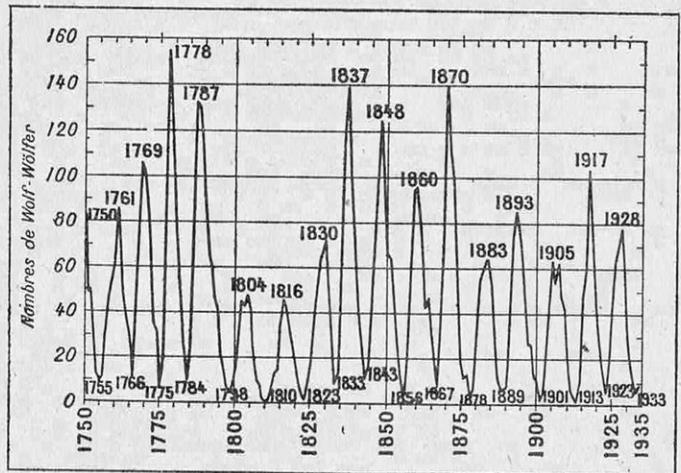


FIG. 2. — CE GRAPHIQUE MONTRE QUE L'ACTIVITÉ SOLAIRE PASSE PAR UN PAROXYSMES TOUS LES ONZE ANS ENVIRON. Les « nombres » de Wolf-Wölfer sont, à très peu près, proportionnels à la surface couverte, à chaque instant, par les taches sur le Soleil. (D'après l'Annuaire astronomique Camille Flammarion.)

solaires se renversent à la fois sur les deux hémisphères solaires.

Encore qu'ils soient parfaitement inexplicables, des phénomènes aussi nets vous imposent la notion de mouvements tourbillonnaires. Mais quelles sont les particules électrisées dont la rotation produit de telles apparences ? Ici, l'observation ne nous donne plus rien ; il faut se résigner à demander aux raisonnements quelques indications, nécessairement aléatoires.

De tous les corpuscules, ceux que le laboratoire nous fait le mieux connaître, ce sont les électrons ; leurs faisceaux — qu'on nomme cathodiques parce qu'ils sont projetés au droit d'une cathode dans un gaz raréfié — sont soumis à l'action d'un champ magnétique, qui les infléchit comme il ferait d'un courant électrique dirigé en sens inverse de leur propagation. On a donc imaginé tout d'abord que les taches solaires fonctionnent à la surface de l'astre, comme autant de cathodes, projetant dans l'espace des torrents d'électrons ; c'est sur cette première hypothèse que se sont établies les hypothèses de Villard, de Birkeland et de Störmer. Mais il est difficile d'admettre une expulsion non compensée de charges électriques négatives ; leur départ donnerait à l'astre une charge positive, qui retiendrait automatiquement les électrons. On admet plutôt, aujourd'hui, que l'émission corpusculaire comprend, par quantités égales, des électrons et des ions positifs ; ces corpuscules, après avoir été expulsés pêle-mêle par le tourbillon des taches, sont bientôt séparés par le champ magnétique solaire ; cette séparation, effectuée dès l'origine, expliquerait les polarités inverses des deux taches associées ; la pression de radiation peut, à son tour, intervenir pour pousser vers l'extérieur les ions positifs, tandis qu'elle serait sans action sur les électrons ; ainsi, des faisceaux positifs et négatifs seraient projetés, avec des vitesses inégales et suivant

des chemins différents ; ils pourraient d'ailleurs s'épanouir, chemin faisant, par suite des répulsions qui s'exercent entre corpuscules de même signe.

La propagation des corpuscules

Revenons maintenant à l'observation. Ces corpuscules, de signe et de masse indéterminés, que nous avons cru saisir au départ du Soleil, il s'agit de savoir si nous pourrions les retrouver dans l'espace, loin du centre rayonnant. Tant qu'ils voyagent dans le vide interplanétaire, ils restent imperceptibles ; leur présence ne peut être révélée que par leur rencontre avec un milieu matériel.

Sur ce point, nous trouvons d'abord une curieuse observation de Maris et Hulburt, qui, en rassemblant les observations faites sur une trentaine de comètes, ont constaté que celles-ci avaient éprouvé des changements brusques, apparaissant 5 jours en moyenne après des troubles de la surface solaire ; ils

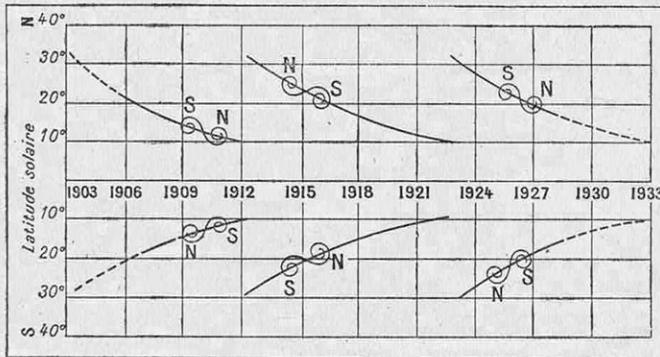


FIG. 3. — VARIATIONS DE POLARITÉ MAGNÉTIQUE DES TACHES SOLAIRES AVEC LE TEMPS

Dans 60 % des cas observés, les taches forment des couples de polarités opposées, N, S. Pour les taches d'un même cycle décennal, les polarités sont inverses de part et d'autre de l'équateur solaire. La différence de polarité est due soit à des corpuscules de même signe tournant en sens inverse, soit à des corpuscules de signes contraires tournant dans le même sens.

pensent que ces apparences seraient liées au passage d'un flux de corpuscules solaires à travers l'atmosphère lumineuse de ces comètes. Mais la Terre est encore, pour nous autres humains, le meilleur indicateur des émissions solaires et, parmi les innombrables phénomènes terrestres où le Soleil intervient, les variations de l'aiguille aimantée sont, jusqu'à présent, le révélateur le plus sensible de cette action. On peut, dans les observatoires magnétiques comme celui du Val Joyeux, suivre simultanément les variations de l'inclinaison, de la déclinaison et de l'intensité du magnétisme terrestre ; ces variations sont, dans l'ensemble, concomitantes (fig. 4), et celle de la déclinaison est, à la fois, la plus commode et la plus sensible ; c'est donc elle qu'on prend généralement comme test.

Depuis longtemps, on sait que les variations lentes de l'aiguille aimantée suivent indiscutablement les fluctuations de l'acti-

On admet plutôt, aujourd'hui, que l'émission corpusculaire comprend, par quantités égales, des électrons et des ions positifs ; ces corpuscules, après avoir été expulsés pêle-mêle par le tourbillon des taches, sont bientôt séparés par le champ magnétique solaire ; cette séparation, effectuée dès l'origine, expliquerait les polarités inverses des deux taches associées ; la pression de radiation peut, à son tour, intervenir pour pousser vers l'extérieur les ions positifs, tandis qu'elle serait sans action sur les électrons ; ainsi, des faisceaux positifs et négatifs seraient projetés, avec des vitesses inégales et suivant

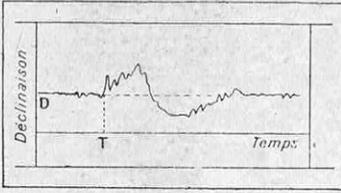


FIG. 4. — VARIATIONS DE LA DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE TERRESTRE AU COURS D'UN ORAGE MAGNÉTIQUE

Cette déclinaison, indiquée par l'aiguille aimantée, croît d'abord brusquement, puis passe au-dessous de sa valeur normale D avant de reprendre progressivement cette valeur.

et diurne, et même une périodicité de 27 jours, qui correspond à la révolution synodique du Soleil autour de son axe, c'est-à-dire à la réapparition d'un même système de taches. Mais il n'est pas sûr que cette liaison des phénomènes solaire et terrestre s'effectue par l'intermédiaire d'un rayonnement corpusculaire ; on a pensé d'abord à mettre en cause une influence magnétique directe, ou des phénomènes d'induction transmis du Soleil à la Terre ; il a fallu renoncer à cette explication que je ne rappelle ici que pour mémoire ; une opinion plus défendable met en cause le rayonnement ultraviolet qui, comme toute lumière, se transmet en huit minutes, du Soleil jusqu'à la haute atmosphère terrestre, où son action se manifeste par l'existence des couches conductrices auxquelles on a donné le nom d'ionosphère.

Tous ces phénomènes, si divers, com-

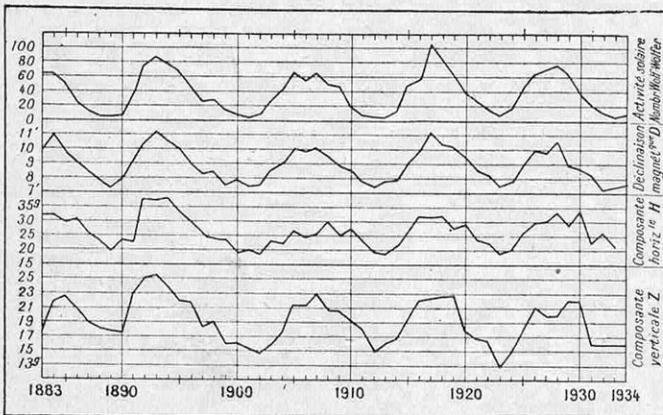


FIG. 5. — VARIATIONS DE L'ACTIVITÉ SOLAIRE ET DES ÉLÉMENTS DU MAGNÉTISME TERRESTRE

Les composantes verticale et horizontale du magnétisme terrestre, de même que sa déclinaison, varient comme l'activité solaire. (D'après l'Annuaire astronomique Camille Flammarion.)

ment solaire ; en opérant sur des moyennes, de façon à éliminer les variations accidentelles, on obtient des courbes (fig. 5) qui mettent en évidence l'action, sur la déclinaison, des périodes undécennale

mement aujourd'hui à se classer en assez bon ordre, mais ils ne nous renseignent guère sur l'activité corpusculaire du Soleil ; au contraire, on a trouvé des indications plus précises en étudiant les orages magnétiques, c'est-à-dire les variations soudaines et aperiodiques de l'aiguille aimantée.

Le plus souvent, cette variation débute brusquement (fig. 4) à l'instant T ; puis, après une montée irrégulière, la déclinaison diminue, passe au-dessous de sa valeur normale D et revient peu à peu à cette valeur. Dans ce phénomène, il y a donc un instant bien défini, c'est celui où débute l'orage magnétique, et on s'est préoccupé de savoir s'il existait quelque relation entre cet ins-

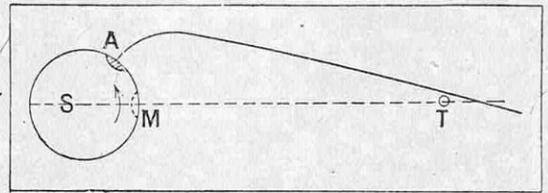


FIG. 6. — TRAJET D'UN PINCEAU CORPUSCULAIRE ENTRE UNE TACHE SOLAIRE ET LA TERRE

Les rayons émanés de la tache A atteignent la Terre T après le passage de cette tache au méridien M ; ils pourraient l'atteindre avant ce passage si la courbure du pinceau corpusculaire l'infléchissait dans le sens de la rotation solaire.

tant et celui du passage au méridien d'une ou de plusieurs taches solaires.

Cette corrélation, soupçonnée depuis longtemps, n'a été établie qu'assez récemment, et par une étude attentive des coïncidences ; aujourd'hui, personne ne doute, dans le

monde des géophysiciens, que les orages magnétiques ne soient causés par l'irruption soudaine d'un flux de corpuscules solaires ; l'arrivée de ces corpuscules vient troubler les conditions électriques de la haute atmosphère, en produisant des courants stratosphériques qui engendrent à leur tour les perturbations magnétiques révélées par l'aiguille aimantée.

M. Maurain, analysant les travaux dont je parle, et ses recherches personnelles, arrive à une conclusion fort importante : c'est qu'entre le passage d'une tache solaire au méridien et le départ d'un orage magnétique terrestre, il s'écoule en général un temps très supérieur aux 8 minutes qui correspondent au voyage des rayons

lumineux ; ce temps est, en moyenne, de deux jours et demi, mais il est loin d'être fixe, et les évaluations varient entre 26 heures et 13 jours. D'après cela, les corpuscules, s'ils effectuaient en ligne droite le trajet Soleil-Terre, seraient animés d'une vitesse moyenne de 700 km par seconde. Mais rien ne prouve que cette évaluation soit exacte ; il est peu probable que ces corpuscules se meuvent

l'orage magnétique. Malgré ces incertitudes, la conviction s'affirme chez les géophysiciens que les variations brusques de la boussole sont dues à l'arrivée, dans la haute atmosphère, de corpuscules solaires ayant progressé avec une vitesse très inférieure à celle de la lumière.

Pour pousser plus loin, il faut s'adresser à un autre phénomène, qui est l'aurore polaire.



FIG. 7. — L'AURORE POLAIRE DU 25 JANVIER 1938, PHOTOGRAPHIÉE PAR LE PROFESSEUR STÖRMER A ASKIN (NORVÈGE), A 45 KM AU SUD-EST D'OSLO, A 21 H 38 MN

Près de l'horizon, au sud-ouest, on apercevait un arc jaune-vert, à 95 km environ d'altitude, qui s'étendait de Esbjerg (Danemark), à Newcastle (Angleterre). Au-dessus de cet arc, des rayons rouges s'élevaient jusqu'à 500 km. Le réseau des neuf stations photographiques du professeur Störmer prit 1390 clichés, pendant la nuit du 25 au 26 janvier, dont un grand nombre simultanément à partir de plusieurs stations.

en ligne droite, en direction perpendiculaire à la tache et au disque solaire. Sous l'action du champ magnétique, à quoi doivent s'ajouter d'autres causes, le pinceau corpusculaire doit être dévié ; ses éléments ont suivi un chemin plus long que la distance qui nous sépare du Soleil et, quand il nous parvient, la tache génératrice a déjà dépassé le méridien, ou peut-être même n'y est pas encore parvenue (fig. 6). Ceci nous fait comprendre pourquoi il ne saurait exister un intervalle de temps fixe entre le passage de la tache génératrice au méridien et l'apparition de

Les aurores polaires

Les statistiques établies, avec une précision croissante, depuis plus d'un demi-siècle, montrent que les aurores les plus nombreuses et les plus belles se produisent environ tous les onze ans, au moment où les indices Wolf-Wölfer, qui caractérisent l'abondance des taches, passent par un maximum ; nous sommes précisément, en 1938, à une de ces époques d'extrême activité. D'autre part, l'aurore est liée directement au champ magnétique terrestre, et cette liaison est

démontrée, d'abord, par la simultanéité des orages magnétiques et des aurores, et ensuite parce que le phénomène lumineux admet pour axe de symétrie le méridien magnétique, qui fait avec le méridien géographique un angle voisin de 20° .

Celsius avait déjà signalé, en 1741, à Upsal, que le mouvement de l'aiguille de déclinaison précède et annonce l'apparition du météore lumineux ; les grandes aurores sont toujours accompagnées par de brutales déviations de la boussole, qui se font sentir en même temps sur toute la surface du globe ; il s'agit donc

d'un phénomène très général, mais plus accentué dans les zones circumpolaires, où les déviations peuvent s'exprimer en degrés, alors que, dans les régions tempérées, elles s'expriment seulement en minutes. Ces aurores généralisées, s'étendant aux deux hémisphères, et n'épargnant que les régions tropicales, sont rares, mais on en cite plusieurs exemples : les

Annales météorologiques ont conservé le souvenir de l'illumination grandiose qui, dans la nuit du 1^{er} au 2 septembre 1859, fut observée dans toute l'Europe, dans les deux Amériques et en Australie ; l'aurore du 4 février 1872 éclaira toute la Terre, à l'exception d'une bande d'une vingtaine de degrés de part et d'autre de l'Equateur ; celle du 22-23 mars 1920 fut observée dans le plus grand détail en Norvège, tandis qu'elle éclairait tout le ciel de l'Europe ; à l'Observatoire Flammarion de Juvisy, M. Quénisset en donnait une description enthousiaste : « A 1 heure du matin, le 23, le spectacle devint prodigieusement beau ; l'aurore se développa dans toute sa splendeur ; le ciel du nord s'embrasa d'une phosphorescence éclatante, sillonnée de gigantesques rayons au nord, jusqu'à la Grande Ourse, à l'ouest, vers le brillant Jupiter et aussi à l'est, au nord-est, dans toutes les directions du firmament, sur une

étendue angulaire de plus de 180° . Et toute cette féerie lumineuse était en vibration, animée de pulsations étranges. »

Enfin, j'ai à peine besoin d'évoquer le souvenir tout récent de l'aurore qui, dans la nuit du 25 au 26 janvier dernier (fig. 7), a illuminé tout le ciel boréal (on l'a vue aux îles Canaries et dans le Sud Tunisien), et probablement aussi le ciel austral, accompagnée de pulsations très vives de l'aiguille aimantée. Pourtant, ce ne sont pas ces aurores exceptionnelles qui sont les plus instructives, d'abord parce que leur rareté

rend leur examen plus difficile, ensuite parce que les aurores plus localisées laissent mieux voir l'architecture véritable de ce feu d'artifice céleste : de même, ce ne sont pas les grandes inondations, où la Terre est partout couverte par les eaux, qui permettent de comprendre le réseau hydrographique d'un pays. Je me bornerai de rappeler les faits qui nous font mieux

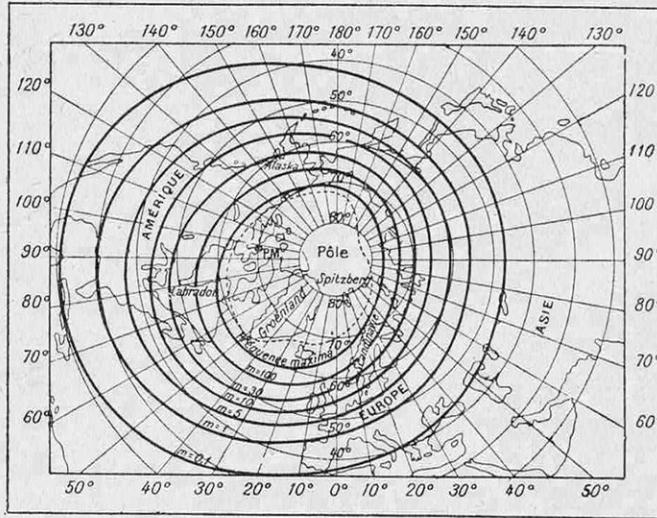


FIG. 8. — LES AURORES POLAIRES PRÉSENTENT LEUR MAXIMUM D'INTENSITÉ ET DE FRÉQUENCE, NON AUX POLES MAGNÉTIQUES, MAIS SUIVANT DEUX LARGES BANDES QUI CEINTURENT CES POLES A UNE DISTANCE ANGULAIRE DE 25° ENVIRON (D'APRÈS JEAN BOSLER)

connaître les relations entre le Soleil et l'atmosphère terrestre.

Le premier point, qui résulte des mesures aussi nombreuses que précises de Störmer, est que l'aurore se tient à des altitudes comprises entre 80 et 1 000 km, où la raréfaction de l'air est extrême, puisque, à 80 km, la pression est probablement comprise entre 1 et 2 centièmes de millimètre. L'illumination est toute pareille à celle qui se produit, au laboratoire, dans les gaz très raréfiés, c'est-à-dire qu'elle est due (toute la physique moderne l'atteste) au bombardement des molécules gazeuses par des corpuscules électrisés. Notons, en passant, que l'analyse spectrale de la lumière aurorale n'y a révélé (y comprise la fameuse *raie citron* 5577, caractéristique de l'aurore) que les raies de l'azote et de l'oxygène, neutres ou ionisés : ce qui dément les anciennes hypothèses d'après lesquelles la haute atmo-

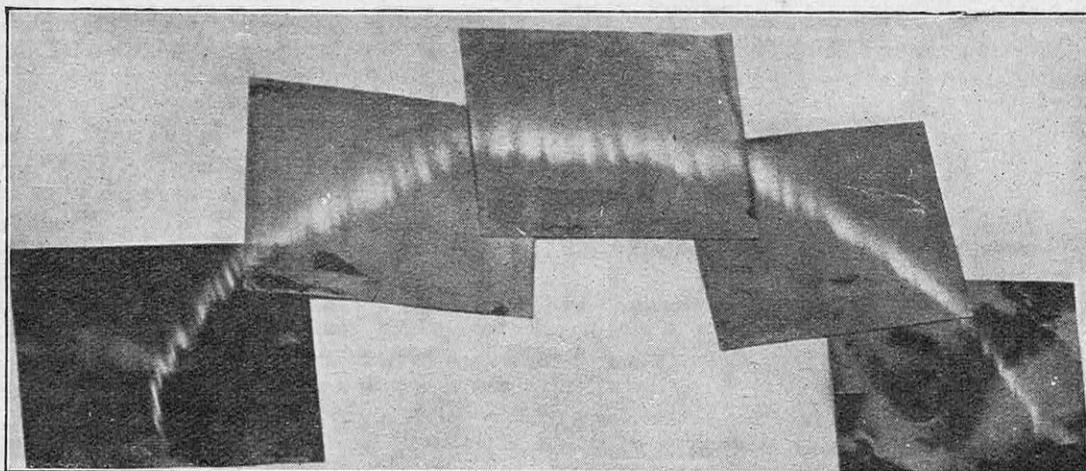


FIG. 9. — L'ARC POLAIRE, TEL QUE L'A VU NORDENSKJÖLD ET QUE LE PROFESSEUR NORVÉGIEN STÖRMER, DE L'UNIVERSITÉ D'OSLO (NORVÈGE), L'A PHOTOGRAPHIÉ

sphère serait constituée principalement par de l'hydrogène et de l'hélium.

Un deuxième point, c'est que les aurores présentent leur maximum d'intensité et de fréquence, non aux pôles magnétiques, mais suivant deux larges bandes qui ceignent ces pôles à une distance angulaire de 25° environ (fig. 8). C'est là un mode de distribution tout à fait singulier, et dont toutes les explications devront tenir compte. La solution la plus satisfaisante de ce difficile problème est celle qu'a proposée le physicien norvégien Carl Störmer. Développant les calculs de H. Poincaré, Störmer a étudié mathématiquement le mouvement d'un corpuscule électrisé, émané du Soleil et passant au voisinage de la Terre, réduite pour les besoins du calcul à un simple aimant disposé suivant l'axe magnétique. Il est arrivé ainsi à trois équations aux dérivées par-

tielles, dont l'intégration ne peut pas être poussée jusqu'au bout mais dont la discussion conduit à définir trois *régions interdites* aux corpuscules : la première au voisinage de l'Equateur, et les deux autres autour des deux pôles magnétiques ; on arrive ainsi à justifier l'existence des deux ceintures arctique et antarctique où sont localisées les aurores. Comme on peut s'y attendre, les résultats quantitatifs diffèrent avec la nature des

corpuscules considérés ; avec les électrons, les ceintures serrent les pôles de trop près ; des corpuscules positifs, analogues à ceux qui forment les rayons alpha du radium, donnent des résultats plus rapprochés de la réalité.

Mais les calculs de Störmer ne nous donnent encore qu'une image assez lointaine de la réalité ; en raison des simplifications nécessaires, ils ne s'appliquent qu'à des

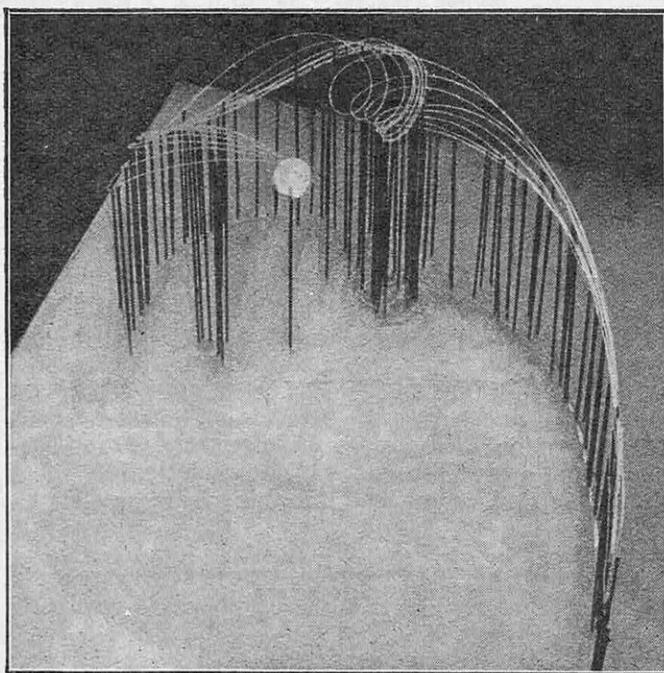


FIG. 10. — REPRÉSENTATION DES TRAJECTOIRES AU VOISINAGE DE LA TERRE D'UN FAISCEAU DE CORPUSCULES ÉMIS PAR LE SOLEIL, TELLES QUE LES A CALCULÉES LE PROFESSEUR NORVÉGIEN STÖRMER

rayons qui passent assez loin de la Terre ; et alors on peut se demander ce qui arrive aux altitudes, moindres que 1 000 km, où est confinée l'aurore. L'opinion qui prévaut aujourd'hui est que l'illumination de la haute atmosphère est due, non aux *corpuscules primaires*, émanés directement du Soleil, mais à des *corpuscules secondaires*, probablement des électrons, qui sont engendrés par les premiers lors de leurs rencontres avec les molécules gazeuses de la très haute atmosphère, et peut-être même avec les aiguilles de glace des cirrus. Ces électrons secondaires de faible vitesse et par suite très sensibles au champ magnétique terrestre, jouissent de propriétés qui ont été, jadis, mises en évidence par de belles expériences de Villard : ils s'enroulent autour du tube de force magnétique qu'ils rencontrent, comme une jambière autour du mollet (fig. 11), en illuminant le tube de force d'une lueur continue ; mais cette lueur ne des-

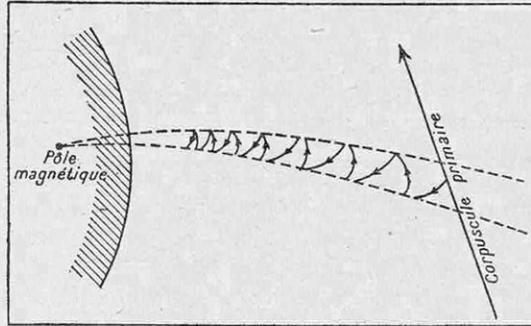


FIG. 11. — ON ADMET AUJOURD'HUI QUE L'ILLUMINATION DE LA HAUTE ATMOSPHÈRE EST DUE A DES CORPUSCULES SECONDAIRES

Les corpuscules secondaires, électrons engendrés par la rencontre des corpuscules primaires avec les molécules gazeuses de la très haute atmosphère, et peut-être même avec les aiguilles de glace des cirrus, sont très sensibles au champ magnétique. Ils s'enroulent autour du tube de force magnétique comme un ruban sur son mandrin effilé.

scend pas jusqu'à l'extrémité du tube ; comme un ruban enroulé sur un mandrin effilé, elle donne des spires de plus en plus serrées à mesure qu'on approche de ce pôle, puis leur inclinaison change et elles remontent en s'éloignant du sol. Ainsi seraient constitués les rayons de l'aurore, plus lumineux dans leur partie inférieure puisque les spires corpusculaires y sont plus serrées ; l'ensemble de ces rayons forme une panoplie de lumière dont le centre est au pôle magnétique et dont les parties inférieures, plus rapprochées et plus lumineuses, laissent l'impression d'un arc de lumière centré sur l'axe magnétique du Globe (fig. 9). Tel est

l'aspect que Nordenskjöld apercevait, presque toutes les nuits, pendant son célèbre hivernage de la *Véga*.

Certes, les phénomènes de la Nature sont toujours infiniment plus compliqués que la représentation donnée par la science. Un fait, en tout cas, semble acquis : c'est qu'il paraît impossible d'expliquer les aurores polaires autrement que par l'action, directe ou indirecte, de corpuscules émanés du Soleil ; mais nous ne connaissons ni le signe élec-

trique de ces corpuscules, ni leurs masses matérielles, ni leur vitesse de propagation ; et ce n'est là que le début de notre ignorance. L'étude détaillée et continue de l'aurore est un des moyens que la nature nous offre pour résoudre ces problèmes ; nulle part elle n'est poursuivie avec plus de continuité et de précision qu'en Norvège, où Störmer a établi un réseau de neuf stations, permettant d'obtenir des photographies simultanées de chaque aurore avec des bases

comprises entre 20 et 400 km, ce qui permet de situer rigoureusement le phénomène.

L'observation, attentive mais passive, des aurores est heureusement complétée aujourd'hui par celle des ondes électriques réfléchies dans la haute atmosphère ; il s'agit là d'un phénomène que le savant peut provoquer, au lieu de le subir passivement, dont il peut varier les conditions de façon à séparer les divers éléments du problème. A mon sens, c'est surtout à cette méthode que nos successeurs devront la solution des problèmes que l'aurore illustre, sans nous donner tous les moyens de les résoudre.

L. HOULLEVIGUE

Devant les abus de la monoculture et ceux non moins graves des engrais variés et coûteux, préconisés dans un but intéressé par les fabricants de produits chimiques, rappelons cet avertissement d'un professeur de l'Université de Bordeaux : « La Terre n'est pas une cornue ; c'est un organisme vivant qui ne réagit pas exclusivement suivant des lois chimiques, mais bien suivant celles, beaucoup plus complexes, de la biologie. »

LA POLITIQUE DES AÉROPORTS DANS LE MONDE

Par Victor JOUGLA

Le problème de l'infrastructure aéronautique se présente sous deux aspects : équipement des routes aériennes, d'une part, tant au point de vue de la protection météorologique (diffusion des prévisions météorologiques et des renseignements de navigation) que de la signalisation (balisage lumineux et hertzien, radiogoniométrie, guidage dans la brume, atterrissage sans visibilité) ; d'autre part, aménagement des aéroports, terrestres et maritimes. C'est ainsi qu'en dix ans la « physionomie » des grands aérodromes de l'ancien et du nouveau monde a plus changé qu'en un siècle celle des ports maritimes. Le rythme des départs et des arrivées sur certaines « plaques tournantes » du réseau aérien ne cesse de grandir et le tonnage des navires aériens suit une progression analogue en fonction du trafic. Voici déjà les avions de 15 à 20 tonnes ; demain, les appareils de l'aviation marchande atteindront 50 tonnes, et nécessiteront, bien entendu, des plates-formes spécialement aménagées à leur intention, des pistes assez longues pour assurer la sécurité d'envol et d'atterrissage, tout en étant assez robustes pour supporter les efforts statiques et dynamiques qui en résultent. Dans ce domaine, les Américains sont, là encore, à la tête du progrès ; certains vont jusqu'à prévoir la fondation de villes nouvelles, autour des aéroports établis en pleine campagne. De l'infrastructure dépend, pour une large part, le développement international et intercontinental des lignes aériennes équipées et desservies par les appareils les plus rapides, les plus confortables, les plus sûrs.

VOILÀ trente ans que le premier avion, celui de Wright, nous étonna par un vol d'une heure. Il évoluait sur un « champ de manœuvres » militaire, à Auvours, tandis que Blériot, Latham, Farman, Delagrèze essayaient leurs appareils sur le « terrain » d'Issy-les-Moulineaux. Tels furent les premiers « aérodromes ». Aujourd'hui, l'Allemagne reconstruit l'aéroport berlinois de Tempelhof, pourtant remis à neuf il y a trois ans, afin d'en tripler la superficie et la porter à 500 hectares ; cependant l'Angleterre, mécontente de Croydon, offre à sa capitale un second aéroport ultra-moderne à Gatwick ; notre Bourget est en pleine transformation.

On peut dire, sans exagération, qu'en dix ans, les plus grands « aérodromes » — si l'on tient encore à ce mot usé — ont autant changé de physionomie que les ports de Marseille ou du Havre en un siècle, même si l'on considère les nouvelles installations destinées au service des *Normandie*, *Paris*, *Ile-de-France*. Car ces grands paquebots eurent des ancêtres de taille respectable, tandis que les courriers aériens nous tombent du ciel, accrus, tous les ans, d'un tonnage que nul ne prévoyait et dont nul ne peut encore dire à quel plafond il se fixera.

Un grand avion marchand actuel, de 15 à 20 tonnes, qui atterrit à l'incidence réglementaire, impose au terrain le même

effort qu'un camion de 40 à 60 tonnes — et cela, sur un seul essieu. Imaginez ce que deviendrait la pelouse classique des « meetings » soumise en permanence à un tel roulage, quel que soit le diamètre des pneumatiques. On ne peut plus envisager dans ce cas que les pistes en *dur* : béton ou asphalte.

Le trafic aérien, d'autre part, croît en volume dans la même proportion que le tonnage des unités volantes. Les départs et les arrivées s'effectuent à un rythme qui rivalisera bientôt avec celui des trains dans les grandes gares.

Cette évolution ultra-rapide pose un problème que les autorités d'aucun pays ne méconnaissent, certes, mais que chaque nation résout suivant son tempérament : les unes, avec prudence, au jour le jour ; les autres, avec une audace qui anticipe délibérément. Ce problème, c'est celui de l'*infrastructure*.

Il comporte deux aspects principaux : l'équipement des *aéroports* et l'équipement des *routes*.

De ce dernier, qui consiste à doter les routes de l'air de la signalisation qu'exige tout trafic intense et régulier, nous rappelons seulement les principes : balisage lumineux et hertzien, radiogoniométrie, renseignements météorologiques, guidage dans la

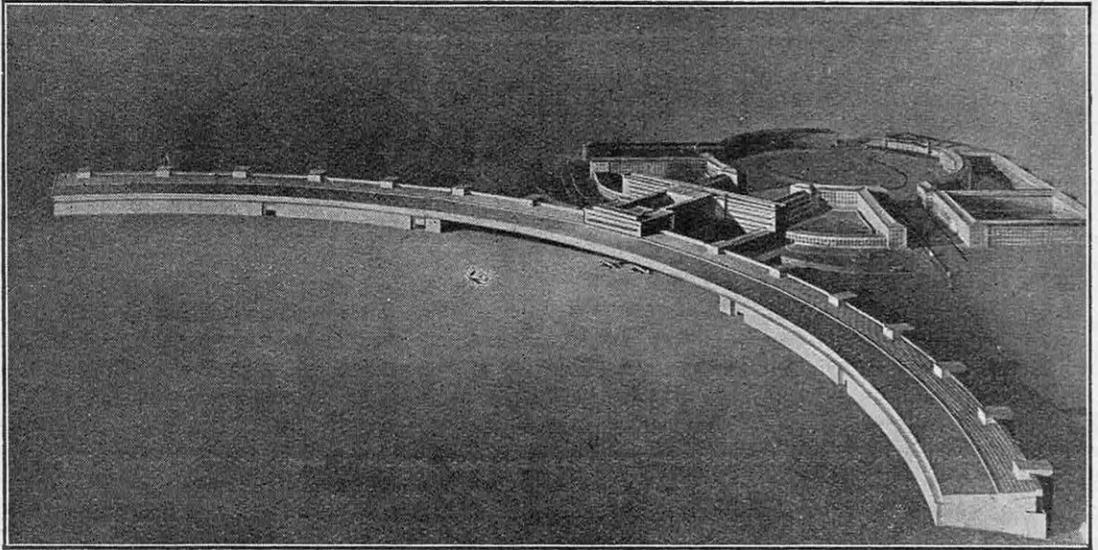


FIG. 1. — LE NOUVEL AÉROPORT BERLINOIS, QUI SERA TERMINÉ CETTE ANNÉE

La maquette ci-dessus représente : l'aérogare (à droite, second plan) comprenant les services d'accès et de contrôle des voyageurs, qui arrivent par un métro souterrain, et (au premier plan) les hangars disposés en un vaste quart de cercle continu. Les avions arrivant entrent dans ces hangars avec leurs passagers, qui n'en descendent que pour entrer dans la gare. Les partants sortent également chargés, prêts à l'envol.

brume, dont les progrès ont fait l'objet de maints articles dans cette revue, au fur et à mesure de leur apparition. Nous insistons, par contre, sur la question des aéroports, parce que les décisions prises aujourd'hui, dans ce domaine, pèseront sur l'avenir

de longues années durant. Il est infiniment plus aisé, en effet, de perfectionner la signalisation que de corriger une « plate-forme », ses « pistes » et ses bâtiments, dont le plan intéresse des centaines d'hectares de terrains coûteux voisins des grandes villes.

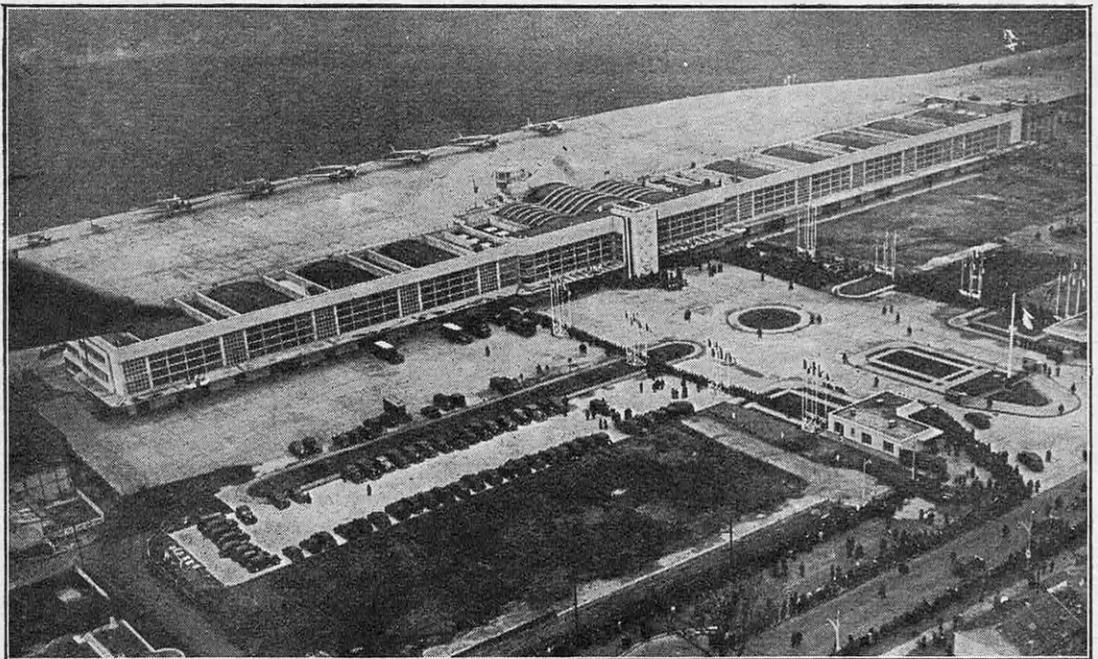


FIG. 2. — L'AÉROGARE DU BOURGET AVEC SA PISTE D'EMBARQUEMENT ET DE DÉBARQUEMENT SUR LE FRONT DES HANGARS, DISPOSÉS EN LIGNE DROITE

L'infrastructure devrait devancer le progrès des appareils

« Pour des raisons qui s'expliquent très bien, mais que l'on peut désormais écarter puisqu'on les connaît, l'infrastructure aérienne, *auxiliaire vital de l'aéronautique*, n'a pu suivre les foudroyants progrès de l'aviation. *Cependant, elle devrait devancer le matériel...* »

Qui parle ainsi ? Un ancien ministre de l'Air, M. Laurent Eynac, dans la préface d'un ouvrage remarquable qu'un architecte spécialisé, M. Urbain Cassan, consacre à l'étude de ce qu'il nomme la « doctrine ». Et, puisqu'il s'agit de « penser l'avenir », comment éviter de le faire en dehors d'une « doctrine » ? Il s'agit de deviner les besoins futurs ; par conséquent, de les prévoir, en tenant compte des faits acquis. Une doctrine n'est pas autre chose qu'une telle tentative de prévision rationnelle.

On ne saurait trop encourager ce travail de l'esprit : qu'il s'agisse de circulation routière, urbaine, ferroviaire, maritime, toujours, *historiquement*, l'infrastructure s'est révélée en retard sur le mouvement qu'elle devait « servir ». Haussmann trace à Paris le boulevard de Strasbourg, sous l'Empire : « Ce sera un désert ! » lui objecte-t-on. Aujourd'hui, les boulevards d'Haussmann sont engorgés. Les voies ferrées tracées pour réaliser des vitesses de 50 km/h doivent maintenant supporter les rapides à 120 km/h. Les « autoroutes » allemandes et italiennes

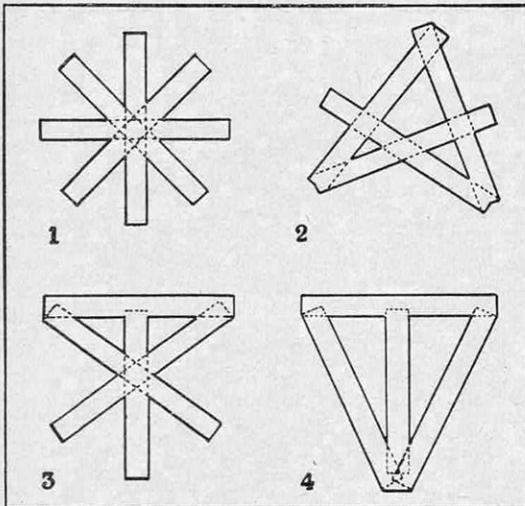
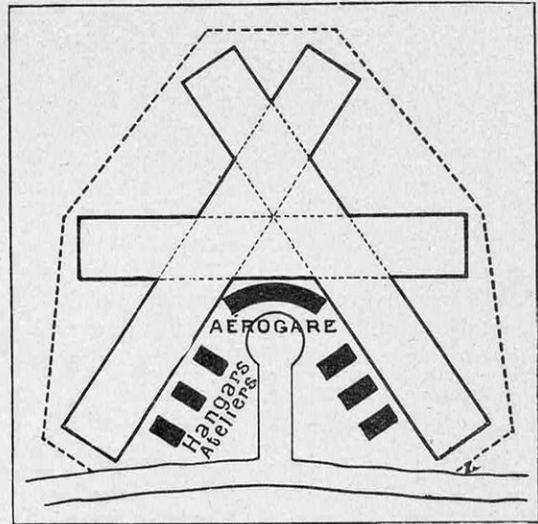


FIG. 3. — DIVERSES ORIENTATIONS SCHEMATIQUES DE PISTES D'ATTERRISSAGES

Ces quatre exemples montrent quelle variété peut prendre l'orientation des pistes suivant les possibilités du terrain et ses « avenues » aériennes.



(Système Duval.)

FIG. 4. — PROTOTYPE D'UN AÉROPORT D'APRÈS UN « PLAN DE MASSE » RATIONNEL. Les bâtiments, formant nécessairement obstacles, entrent « en coin » jusqu'au cœur du terrain, sans gêner l'envol ni l'atterrissage.

— nous attendons les françaises — seront probablement trop étroites, un jour, tout comme les bassins de New York et du Havre l'étaient pour *Normandie*. Et vous voudriez ne pas voir grand en matière d'« aéroport » ?

La hiérarchie et l'ordre de grandeur des aéroports

Voici donc les dimensions superficielles que les techniciens s'accordent à considérer comme des minima à prévoir pour les aires d'envol et d'atterrissage.

Hiérarchisons les terrains, avec M. Cassan.

Un terrain destiné à l'aviation touristique et au « secours » éventuel des grandes lignes ne saurait avoir moins de 50 ha ; 75, si possible.

Les terrains destinés à un trafic commercial régulier doivent disposer de 100 à 150 ha.

Les grands aéroports tableteront sur 300 et 400 ha.

Les aéroports intercontinentaux, sur 600 à 800.

Les déclivités des plates-formes ne devront pas excéder 2 %. Leur « courbure » (s'il est impossible de l'annuler) doit avoir un rayon (vertical) minimum de 3 000 m.

Ces dernières conditions géométriques sont commandées par la *stabilité de roulement* pour une vitesse de décollage ou d'atterrissage de 150 km/h, et, aussi, par le *rendement des hélices*, qui, faible au sol, ne peut être gaspillé dans l'effort supplémentaire de « monter une côte ».

Le contour du terrain doit permettre d'établir au moins trois lignes d'envol, affirmant la plupart des spécialistes, — quatre, précise M. Cassan — faisant entre elles 60° dans le premier cas, et 45° dans le second.

L'orientation de ces lignes doit prendre en considération la fréquence des vents sur l'aéroport, la plus longue étant parallèle au vent de plus grande fréquence. D'où l'importance de la « rose » statistique des vents au lieu considéré. Chaque aéroport possède aujourd'hui la sienne, étudiée sur dix ou quinze ans d'observation quotidienne.

bâtiments autorisés. Les lignes électriques sont détournées ou enterrées. On ménage ainsi des « trouées » qui sont les véritables avenues aériennes du terrain.

Le « plan de masse »

Ce dernier axiome de l'architecture des aéroports nous conduit à un problème capital : le *plan de masse*.

Il serait, en effet, cocasse qu'après avoir imposé aux voisins la servitude *non ædificandi*, l'architecte de l'infrastructure commît l'erreur de construire lui-même une

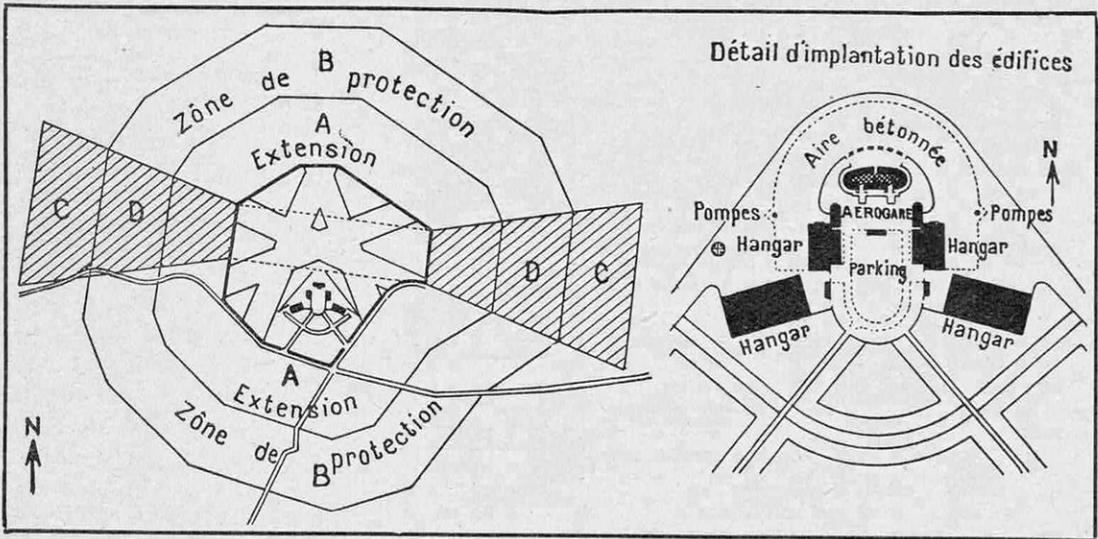


FIG. 5. — L'AÉROPORT DE BIRMINGHAM (ANGLETERRE)

On aperçoit combien est net et respecté le « plan de masse ». Les quatre pistes en service, rigoureusement à 45° , ont leur extension prévue et réservée. La zone de protection est soumise à la servitude *non ædificandi*. Le secteur hachuré est relatif à l'atterrissage sans visibilité (guidage hertzien).

Quand le terrain est neuf, certains techniciens n'hésitent pas à demander l'étude en soufflerie de la réaction des vents dominants sur le terrain projeté, à l'aide d'une maquette géographique (Rongotai, Nouvelle-Zélande).

La longueur des lignes d'envol sera de : 800 m pour le tourisme ; 1 200 m pour les aéroports commerciaux recevant des avions moyens ; 2 000 m pour les aéroports recevant de gros porteurs, de jour, de nuit et par tous temps.

La largeur des bandes d'envol ne doit pas descendre au-dessous de 200 m. Les grands terrains devront se donner 500 m et plus : l'atterrissage guidé par radio, sans visibilité, l'exige impérieusement.

Le prolongement des lignes d'envol doit être dégagé d'obstacles, hors du terrain. C'est pourquoi tous les pays imposent aux propriétés avoisinant les aéroports des servitudes spéciales touchant la hauteur des

« aérogare » qui bouche les dites avenues aériennes. C'est là une question de simple *urbanité* envers les pilotes et (pardonnez-moi le jeu de mots qui vient naturellement) d'*urbanisme* tout court, ainsi que nous verrons un peu plus loin.

La théorie du « plan de masse » est toute simple et peut se résumer ainsi :

Le terrain offert à l'aménagement, après avoir été judicieusement choisi en fonction de toutes les circonstances locales, se présente fatalement comme un polygone. Polygone toujours irrégulier, limité par des routes, — ne seraient-ce que les voies d'accès, — par le cadastre déjà bâti, par les accidents orographiques et parfois par la mer ou par un grand fleuve, qui sont les bienvenus pour l'hydravion.

Sur ce terrain, on trace les bandes d'envol, qui commandent tout le reste. Voici donc le polygone intérieurement découpé, soit en

« étoile », soit en toute autre figure en *L*, en « triangle », etc., dont nos illustrations indiquent quelques exemples. Ensuite, il faut songer aux édifices de service : l'aérogare, destinée à la réception des voyageurs, des marchandises et à leur embarquement le plus commode ; les hangars destinés aux appareils qui doivent entrer et sortir avec la plus grande facilité ; la station-service d'approvisionnement et des *petites* réparations. L'architecte doit *masser* tous ces édifices en un bloc effacé par rapport aux lignes d'envol.

de l'improvisation qui présida à leur aménagement dans la dernière guerre. On a construit les hangars, notamment, au fur et à mesure des besoins, en les implantant sans conception d'ensemble.

Nous apercevons maintenant quel est le sens du redressement à opérer — redressement que personne ne conteste plus, ni dans l'administration, ni, *a fortiori*, dans le monde aéronautique.

Faisons un rapide tour d'horizon hors de France pour voir ce qui se fait à l'étranger.

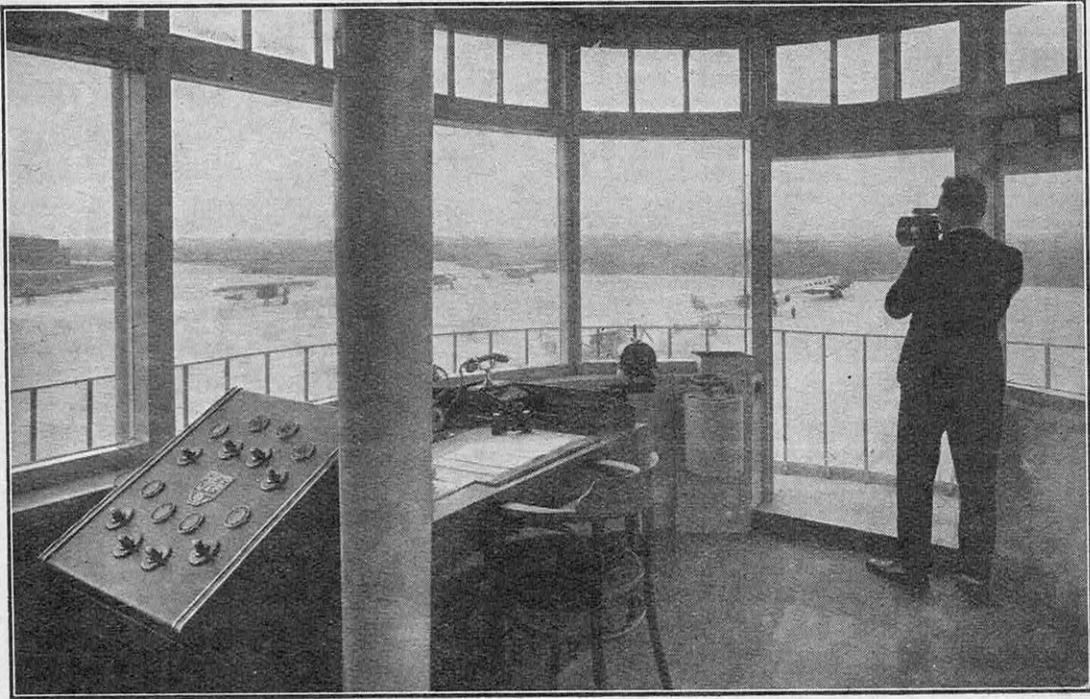


FIG. 6. — L'AÉRODROME D'AMSTERDAM-SCHIPHOL, AVEC SA LARGE PLATE-FORME BÉTONNÉE, TEL QU'IL APPARAÎT VU DE LA CABINE DE CONTRÔLE DU « DISPATCHER » D'AÉROGARE

La solution géométrique est évidente : ce bloc doit affecter la forme d'un « coin » dont la pointe s'insérera toujours dans l'angle mort de deux lignes d'envol et s'avancera le plus possible vers le centre de l'aéroport, — tandis que la base du coin s'étendra du côté de la route d'accès.

Tout aéroport établi sur un terrain vierge sans tenir compte de ce théorème, constitue une monstruosité. Et c'est une faute impardonnable d'établir les édifices de service, par exemple, en un secteur concave tourné vers le centre, à la manière de tribunes. Un aéroport n'est pas un cirque, — c'est le contraire d'un terrain de « meeting ». Malheureusement, presque tous les vieux terrains actuels conservent l'empreinte de leur origine spectaculaire ou sportive — et aussi

Nous jetterons ensuite un regard sur les travaux en cours chez nous.

C'est l'Amérique qui montre le chemin

Tempelhof, nous l'avons dit, est en pleine reconstruction — bien que son aérogare ne date que de trois ans. On déplace même un cimetière pour refondre l'aéroport de Berlin !

Londres crée un aéroport modèle à Gatwick avec accès à l'aérogare (rigoureusement circulaire) par un métro souterrain, ce qui libère les pistes d'envol de toute circulation « rampante ».

Mais allons d'emblée aux deux « chefs-d'œuvre » du genre, suivant l'expression même de M. Urbain Cassan. Ils se trouvent naturellement en Amérique.

L'un n'est autre que l'aéroport de Saint-

Louis, la cité de Lindbergh. Il suffit d'en considérer le plan (fig. 7) pour en comprendre la logique. Quatre pistes d'atterrissage *dédoublees*, formant un octogone étoilé, permettent de s'envoler et d'atterrir en parallèle dans le meilleur sens relativement au vent. La ligne d'atterrissage est signalée par une large flèche constituée de plusieurs *plots* lumineux, installés au ras du sol.

L'accès de l'aérogare s'effectue par dispositif souterrain avec des tourelles à éclipse dont nous reparlerons. Tous les obstacles sont dans les angles morts. Une piste circulaire continue permet aux appareils de passer d'un hangar à l'autre sans traverser la plate-forme.

Une zone de terrain qui demeurait libre, a reçu quatre pistes (parallèles aux précédentes) au service d'une école d'entraînement.

Le second chef-d'œuvre de l'infrastructure américaine se trouve à City of Saint-Paul, sur les rives du

Mississippi, — ce qui a permis l'établissement d'un *plan d'eau* destiné aux hydravions à côté de la plate-forme terrestre. Celle-ci comporte, pour l'instant, quatre pistes formant un triangle équilatéral, avec une médiane. Mais l'espace disponible dépassant les besoins du moment, l'architecte s'est bien gardé d'installer ce triangle au milieu du terrain ; c'est l'un de ses sommets qui occupe le centre de l'espace découvert, en sorte que la figure actuelle pourra, incessamment, se répéter trois fois autour de ce centre. Il en résultera six grandes

pistes formant le triangle définitif avec trois médianes (fig. 8).

Répétez maintenant cette figure triangulaire en la déplaçant parallèlement à elle-même jusqu'à la rive du Mississippi ; incurvez les côtés du triangle suivant une circonférence prenant son centre au sommet opposé, et vous avez le « triangle curviligne » qui, creusé et inondé, représente un plan d'amérissage et d'envol optimum pour les hydravions. La course maximum des appareils se trouve orientée d'après la rose des vents locale et l'hydravion aborde le plan d'eau dans le secteur correspondant au vent du moment. L'aéroport mixte de Saint-Paul, en voie de réalisation, représentera longtemps le modèle du genre.

En Europe, il faut admirer l'aéroport de Bromma-Stockholm, dont les lignes d'envol, toutes en « dur », ont résolu le difficile problème, posé par la nature, d'éviter des collines tout en respectant les vents dominants. Les bâtiments ont été, naturellement, adossés à l'une de ces collines (fig. 9).

Si nous passons à Birmingham (Angleterre), nous y trouvons un aéroport non moins rationnellement conçu, avec quatre pistes orientées à 45° l'une de l'autre, — ce qui permet à l'aviateur de ne jamais prendre le vent à plus de 23°, dans l'hypothèse la plus défavorable. L'aérogare répond strictement au principe du « plan de masse ». Le terrain actuel (au centre) se trouve entouré par une zone d'extension future et

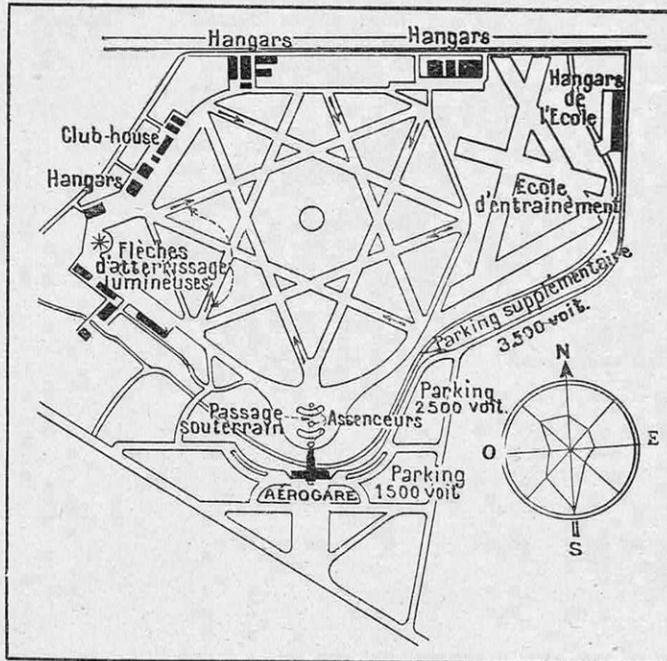


FIG. 7. — UN « CHEF-D'ŒUVRE » D'INFRASTRUCTURE : L'AÉROPORT AMÉRICAIN DE SAINT-LOUIS

Les pistes d'envol et d'atterrissage sont ici distinctes, les dernières étant signalées par des flèches lumineuses. Elles sont réparties entre quatre directions à 45° et réunies par une piste de circulation continue. L'accès de l'aérogare aux avions s'effectue par un souterrain (voir fig. 10). La partie nord-est du terrain a été aménagée en école d'entraînement à quatre pistes également. En bas, à droite : le diagramme de la fréquence des vents suivant la « rose » locale. Ce diagramme est obtenu en portant sur l'orientation intéressée un « vecteur » dont la longueur est proportionnée à la fréquence du vent.

par une zone de protection soumise aux servitudes *non ædificandi*. L'atterrissage en P. S. V. (pilotage sans visibilité) est spécialement protégé sur un large secteur transversal (fig. 5).

Le bloc des édifices (qui font l'objet d'un schéma spécial) constitue le prototype de la formation en coin avançant sur le terrain.

Que ces exemples, empruntés à l'étranger, nous suffisent, et passons en France.

L'équipement du territoire français

Les travaux en cours dans notre pays concernent l'amélioration de nos principaux aéroports, la construction de nouvelles plates-formes et l'équipement des lignes.

La France possède 10 grands aéroports têtes de ligne ou escales principales de lignes aériennes commerciales.

En outre, 127 terrains déjà construits et 240 supplémentaires prévus au programme actuel sont destinés aux escales de secours, à celles des lignes futures, à celles de l'aviation privée, aux écoles de pilotage et à celles de l'aviation populaire. Ainsi toutes les villes de plus de 25 000 habitants, tous les centres importants, à quelque titre que ce

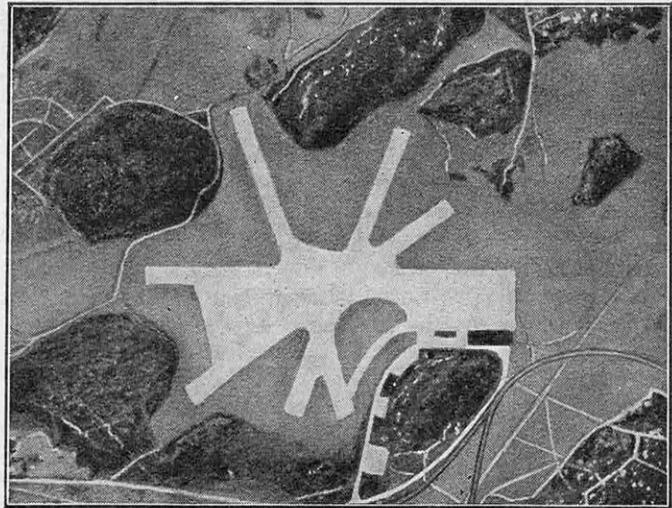


FIG. 9. — L'AÉROPORT DE STOCKHOLM-BROMMA TEL QU'IL SE PRÉSENTE A L'AVIATEUR

Les pistes en dur ressortent en clair ; les collines boisées qu'il s'agit d'éviter laissent, en effet, intactes les « avenues » aériennes.

soit, seront desservis. Dans les régions les plus inhospitalières, un avion pourra trouver, à tout instant, un aérodrôme à 15 mn de vol, s'il marche à 200 km/h, ou à 10 mn, si sa vitesse atteint 300 km/h. Ce programme est fort satisfaisant, quantitativement.

Qualitativement, partout où l'on a pu tailler l'aéroport en terrain vierge ou, du moins, avec une certaine aisance, l'œuvre est réussie. C'est le cas, par exemple, de l'aéroport de Rennes.

Des projets audacieux, et sensés dans leur audace, sont encore à l'étude, tel celui que l'architecte Paul Pugnaire a présenté en vue d'établir l'aéroport de Nice en complétant une œuvre de la nature, le delta du Var à son embouchure : quatre lignes à 45° d'envol, offrant de 1 000 à 1 500 m de course. Comme avenue d'approche, la mer. Comme emplacement, celui qu'a choisi M. Pugnaire est un modèle d'urbanisme : sitôt descendu d'avion, le passager se trouve, pour ainsi dire, mêlé à la vie de la Côte d'Azur. Un tel aérodrôme deviendrait un nouveau centre, un nouveau ganglion de vie en ce pays de tourisme.

Mais ces réussites, en exécution ou en projet, ne peuvent masquer l'imprévoyance ou le défaut d'imagination qui ont trop long-

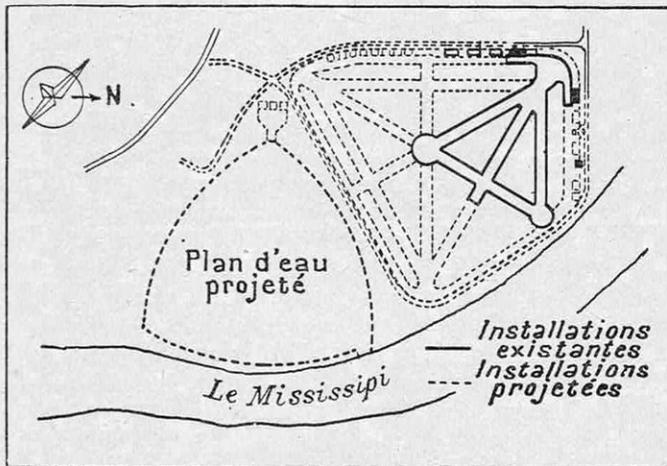


FIG. 8. — L'AÉROPORT MIXTE (AVIONS ET HYDRAVIONS) DE LA « CITY OF SAINT-PAUL » (MISSISSIPPI)

Il s'agit d'un projet réalisé seulement sur la partie en trait gras. Les pistes pointillées indiquent combien est rationnelle l'extension future à six pistes. Le plan d'eau artificiel en bordure du Mississippi est en forme de triangle curviligne équilatère, qui donne une distance d'envol constante quelle que soit la direction du vent.

temps pesé sur le développement de nos grands aéroports. Certes, l'effort actuellement déployé pour étendre la plate-forme du Bourget est méritoire : sa surface sera portée de 180 à 350 hectares. Cependant l'implantation de l'aérogare et des hangars, édifices assez récents, prête à la critique. Il semble que le plan de masse n'a pas joué le rôle qu'il pouvait encore remplir, malgré le lourd handicap du passé.

L'aéroport de Bordeaux demeurera, tant qu'on ne le refondra pas entièrement, le modèle de l'« hybride » en la matière. Deux terrains contigus, l'un civil, l'autre militaire, mais possédant chacun, en ce qui le concerne, des implantations malheureuses, viennent d'être réunis en un seul « aéroport ». Cette union de deux ouvrages ratés ne pouvait produire un chef-d'œuvre.

Mais ne nous laissons pas entraîner sur la pente facile de la critique : nous savons trop que la question financière pèse lourdement sur les faits et gestes de nos techniciens officiels. Souhaitons seulement que la France puisse appliquer un jour aux plus vieux de ses aéroports la méthode de l'Allemagne ou celle de l'Angleterre :

Ou bien *refondre* totalement ce qui doit l'être pour effacer les erreurs du passé ;

Ou bien *doubler* l'aéroport ancien d'un second aéroport, entièrement neuf.

On nous dit que Paris aura son « hydro-base » sur les rives de la Seine. Qu'on adjoigne donc à ce plan d'eau son terrain jumeau, comme à Saint-Paul-du-Mississipi.

L'appareillage propre aux aéroports

Les ports maritimes ont un aspect *sui generis* que la simple vue photographique met en évidence : les grues se profilent dans

le ciel ; les jetées, sur la mer ; les môles, sur le port proprement dit.

La photo aérienne nous donne d'ores et déjà l'esquisse naturelle de l'aéroport *tel qu'il sera*, de plus en plus. Les pistes tranchent par leur couleur claire sur la plate-forme gazonnée ; des ensemencements spéciaux assurent ce contraste même aux lignes d'envol gazonnées. Les bâtiments d'un seul étage, avec leurs vitrages continus, sans toits, en terrasses, semblent craindre de jaillir de terre. Les hangars les plus ration-

nels, non seulement ne sont plus bombés, mais encore prennent la forme d'un double auvent (système Caquot) creusé en V et dont les murs ont disparu, ne sont plus que des portes à éclipse.

Mais ce que la photographie ne montre pas et que l'imagination doit voir quand même, ce sont les galeries souterraines de circulation déjà inaugurées à Londres, en Allemagne, en Amérique. Ces

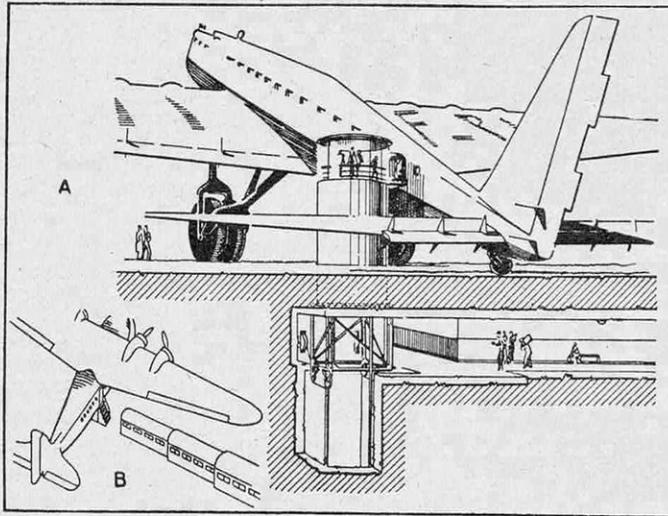


FIG. 10. — GRACE A UN PASSAGE SOUTERRAIN ET A UN ASCENSEUR SPÉCIAL A NIVEAU VARIABLE, LES VOYAGEURS PÉNÈTRENT DE PLAIN-PIED DANS L'AVION

La tourelle porte une calotte métallique qui se raccorde exactement au terrain lorsque l'ascenseur s'escamote. Un tel dispositif a été réalisé à l'aérodrome de Saint-Louis (Etats-Unis). — Dans le coin inférieur gauche, on voit le schéma de la passerelle télescopique utilisée à Gatwick (Angleterre) pour mettre les passagers de l'avion complètement à l'abri des intempéries.

rains conduiront le voyageur à un ascenseur lui-même inséré dans une tourelle à éclipse : la tourelle s'élève juste ce qu'il faut pour atteindre le portillon d'embarquement de l'avion ; elle s'ajuste à la taille de l'appareil, qu'il soit géant ou très moyen. Le voyageur et ses bagages sont embarqués de *plain-pied* sans avoir eu de marches à monter (fig. 10).

Les Anglais ont inauguré des passerelles-télescopes qui conduisent les passagers du quai d'embarquement à l'appareil, en pente douce, à l'abri des intempéries. C'est là une transposition des passerelles d'embarquement pour les grands paquebots. La tourelle et le souterrain sont plus rationnels. L'avenir leur appartient.

Le balisage optique des aéroports exige, lui aussi, un travail souterrain. Ce ne sont

pas seulement les T d'atterrissage diurne ou les flèches lumineuses d'atterrissage nocturne qui doivent être aussi près que possible du sol et avoir, par conséquent, leur machinerie, visible, enterrée ; ce sont des phares rasants (simples bornes plates ne formant pas obstacle au roulement éventuel) qui doivent s'allumer ou s'éteindre au commandement en donnant des millions de bougies ou des phares éclipsables (fig. 11). L'instantanéité d'un service intense exige les mêmes canalisations que le service continu.

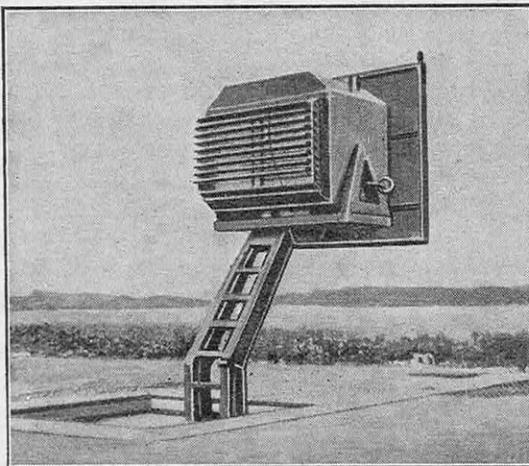
Le balisage hertzien, l'atterrissage guidé sans visibilité, terme naturel de la « route », nous conduiraient à parler de celle-ci. Bien que ce soit hors de notre sujet, rappelons que le problème de la route aérienne, dans la petite presqu'île européenne, est d'ordre franchement international. Le guidage, comme le relèvement, la météo téléphonée par ondes courtes, comme le dispatching, tout cela fonctionne déjà merveilleusement sur le « continent » des Etats « unis » d'Amérique. Or, le retentissement du bon équipement de la route sur le rendement de l'aéroport est évident : l'aéroport doit, plus encore que la cabine d'aiguillage d'une grande gare, posséder à tout instant le tableau de marche des appareils qui viennent à lui comme de ceux qui s'envolent. Les cormorans, qui surpeuplent les rochers du Pacifique, s'envolent et se posent un à un, *mais sans perte de temps*, comme une corde qui se déroule... La route aérienne est un cordon d'avions dont l'enroulement et le déroulement poseront nombre de problèmes ardues aux services futurs de la voie aérienne.

Aéroports et urbanisme

Verra-t-on, en fonction même de ces nécessités grandioses de la circulation aérienne,

des villes entièrement nouvelles se fonder autour d'aéroports préalablement établis en pleine campagne? Des architectes américains n'ont pas craint de l'imaginer et de tracer le devis de semblables cités rayonnant autour d'un très vaste aéroport circulaire (projet Francis Keally).

Entre cette anticipation et le réalisme des besoins immédiats, on peut hésiter. Les anticipateurs se trompent *toujours* quand ils se détachent de ce réalisme. La vérité future nous paraît se dessiner autrement. L'aéroport d'une grande ville constituera



(A. E. G.)

FIG. 11. — VOICI UN MODÈLE RÉCENT DE FEU D'ATTERRISSEMENT ÉCLIPSABLE DONT LA MONTURE SE RACCORDE TRÈS EXACTEMENT AVEC LE TERRAIN QUI L'ENVIRONNE LORSQUE LE BALISAGE LUMINEUX N'EST PAS EN SERVICE

l'un de ses secteurs *spécialisés* — tout comme Marseille-Joliette diffère de Marseille-Prado ; tout comme les « quartiers » entourant les grandes gares de Paris diffèrent de celui des Champs-Élysées. Il est évident que, dans la brousse, c'est la station qui crée la ville. Mais, en pays civilisé, la station ne peut que modifier la ville. C'est la Seine et l'île de la Cité qui ont fait Paris : il s'en est ensuivi naturellement tout l'« urbanisme » du moyen âge, et puis le dessin

du Paris royal : Louvre, Tuileries.

Tout de même, les grands aéroports auxquels a droit une capitale doivent être conçus non pas comme des organismes adaptables à la circulation déjà établie, mais comme devant, tout au contraire, *modifier profondément cette circulation* et, par là même, l'aspect de ce quartier : le quartier « aérien » de la ville avec ses hôtels, ses magasins, ses avenues propres — et son métro-express.

Et c'est par là que le problème des aéroports touche à celui de l'urbanisme. Il faudrait, en conséquence, prévoir très largement, afin de n'avoir pas un jour à démolir en vue d'agrandissements nécessaires.

VICTOR JOUGLA.

COMMENT RÉDUIRE LA « GLISSANCE » DES ROUTES ?

Par Pierre DEVAUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

C'est un truisme de rappeler ici que la sécurité de la circulation routière est fonction et des caractéristiques mécaniques des véhicules dont l'ensemble conditionne précisément leur « tenue de route » et des propriétés de la route elle-même. Parmi celles-ci figurent l'adhérence du revêtement avec les pneumatiques, la régularité du relief millimétrique du sol, le faible bombement, le tracé rationnel des raccordements et des virages, et enfin la visibilité des obstacles. La qualité essentielle d'un revêtement routier consiste dans cette rugosité spéciale nécessaire pour éviter le dérapage. On sait maintenant évaluer expérimentalement son efficacité en mesurant le « coefficient de glissance ». Celui-ci caractérise l'aptitude d'un revêtement déterminé à produire, au contact des pneumatiques, des coefficients de frottement de plus ou moins grande valeur. La préparation de revêtements antidérapants autorisant par tous les temps une utilisation maximum des possibilités de freinage (sans blocage des roues), contribue donc à accroître la sécurité. C'est pour atteindre ce but que la technique routière tend à établir des routes où l'on puisse réaliser des vitesses de plus en plus élevées tout en maintenant une allure régulière. Ainsi, il devient possible d'obtenir un rendement optimum pour la circulation mécanique routière suivant les différentes caractéristiques des véhicules utilisés.

LES progrès considérables des automobiles modernes, dans le double domaine de la *tenue de route* et de la *vitesse*, ont posé aux ingénieurs de curieux problèmes d'*adhérence* que l'on peut résumer ainsi : donner à un véhicule « libre », roulant sur une surface dépourvue de guides, une sécurité voisine de celle des véhicules sur rails.

Quand l'automobile lutte avec le « rapide »

Considérons une automobile et un rapide qui filent à 100 km à l'heure sur leurs voies parallèles. Du côté locomotive, nous trouvons comme éléments de sécurité : la *conicité des bandages*, qui tend à ramener sans cesse les essieux vers l'entre-rail ; le *mentonnet* des roues, ou « boudin », qui, malgré sa faible hauteur (3 cm), s'oppose de façon quasi absolue au déraillement ; un bogie directeur automatique avec dispositifs de rappel ; des suspensions bien étudiées, comportant jusqu'à trois jeux de ressorts superposés et qui ont pour effet de maintenir les roues appliquées contre les rails.

A l'actif de l'automobile, nous trouvons pour toute sécurité l'adhérence des pneus avec la route... adhérence bien précaire, puisqu'un début de pluie suffit parfois à la faire tomber au quart de sa valeur ! L'état de gonflement des pneus, le « bombé » plus

ou moins prononcé de la route, une suspension qui n'est point irréprochable, un chargement dissymétrique, autant d'éléments qui peuvent entrer en ligne de compte et qui ne sont point pour améliorer la « stabilité dynamique » du véhicule.

La direction de la voiture, il est vrai, possède une certaine « chasse », c'est-à-dire que les axes de pivotement des roues avant sont légèrement inclinés comme l'axe d'un guidon de bicyclette ; il en résulte que la direction tend à se remettre en position droite, comme il est facile de s'en assurer en lâchant le volant à la sortie d'un virage : celui-ci revient de lui-même au zéro.

Dans une locomotive, le redressement automatique du bogie directeur, qui existe également, tend à replacer ce bogie dans l'axe de la machine ; or, celle-ci, reposant sur ses roues motrices et arrière, se trouve dans l'axe de la voie. Nous trouvons là un élément de sécurité indéniable.

Il n'en est pas de même pour une automobile ; si, pour une raison quelconque, la voiture se place légèrement en oblique sur la route, la direction tendra toujours à se redresser *par rapport à la voiture* et non *par rapport à la route*, ce qui ne pourra qu'accroître la catastrophe.

Abordons maintenant un virage. Le mécanicien ne ralentit pas, se fiant aux

harmonieux *raccordements paraboliques* qui vont conduire progressivement son train en courbe et au *dévers*, ou inclinaison transversale de la voie, qui va s'opposer efficacement à la force centrifuge. Si nous avons affaire à une voie importante, la courbe du chemin de fer possède du reste un *rayon* considérable, 1 000 ou 1 200 m, en sorte que cette force centrifuge est réduite.

L'automobiliste, lui, ralentit à peine, l'excellente tenue de route des voitures actuelles lui permettant de prendre des virages à grande allure. Et, cependant, quelle différence avec la sécurité de la voie ferrée : le *rayon* de la courbe est bien moindre, ce qui se traduit par d'énormes forces centrifuges ; l'*adhérence* des pneus n'est garantie que jusqu'à une certaine limite, qui peut s'abaisser brusquement, suivant l'état du sol ! Le *relevé* de la route (équivalant au *dévers* de la voie) est, en ce cas, nettement insuffisant.

Ajoutons que le conducteur ne possède point la perfection inflexible du rail et que ses *réflexes*, en cas d'imprévu, ne peuvent intervenir de façon efficace dans la course du véhicule avant un intervalle minimum d'une demi-seconde : à 100 km à l'heure, ceci représente un parcours de 14 m. Il suffit donc qu'une *déviations instable* s'amorce sur ce parcours d'une façon irrémédiable pour que le conducteur ne puisse pas, humainement, réagir à temps.

Au total, la sécurité d'une voiture automobile est fonction de deux séries de données ; d'une part, les qualités *mécaniques* de la voiture, dont l'ensemble constitue précisément la « tenue de route » du modèle ; d'autre part, les qualités de la route elle-

même : adhérence du revêtement avec les pneus, régularité millimétrique du sol, faible bombement, tracé rationnel des *raccordements* et des virages.

Voici les « revêtements » modernes

Avant la guerre, presque toutes les routes étaient constituées par des pierres liées ensemble par du sable ou un peu de terre argileuse ; ce *macadam à l'eau*, très déféctueux, donnait une poussière abondante et se dégradait rapidement.

Depuis 1900, cependant, sous l'impulsion du docteur Guglieminetti, on en vint à essayer des *répandages de goudron*. L'objet de ces *goudronnages* était de faire disparaître la boue et la poussière ; mais on s'aperçut bientôt que le sol acquérait une cohésion très supérieure et se trouvait soustrait à ces fâcheuses infiltrations d'eau qui, neuf fois sur dix, sont à l'origine des dégradations.

L'avantage pécuniaire pour

le budget des Ponts et Chaussées se doublait ainsi d'un avantage « mécanique » précieux pour les automobilistes. Moins perméable, la chaussée ne nécessitait plus qu'un faible bombement pour l'écoulement des eaux de pluie, ce qui facilite la conduite et améliore la sécurité.

Plus tard, on utilisa également le bitume, que le public confond avec le goudron mais qui en est fort différent. Le goudron est un produit « charbonnier », un résidu de la distillation de la houille dans les fours à gaz de ville ou les fours à coke, tandis que le bitume est un produit « pétrolier », résidu de la distillation des pétroles naturels. Tous deux possèdent leurs partisans et leurs détracteurs, et continueront sans doute à être



(Société routière Colas.)

FIG. 1. — LE GRAVILLONAGE A LA PELLE, PROCÉDÉ PRIMITIF, EST UTILISÉ POUR DE PETITES SURFACES, NOTAMMENT DANS LES RUES DE PARIS

Le goudron liquide est répandu sur la chaussée par un camion-citerne muni d'une rampe de pulvérisation ; les petites pierres anguleuses, ou « gravillons », projetées sur le goudron encore liquide, fourniront une bonne surface d'« engrènement » pour les pneus.

utilisés concurremment pendant longtemps.

Bitume et goudron peuvent être répandus sur la chaussée suivant trois procédés. On peut les répandre à chaud, les liquéfier par mélange avec certaines huiles, ce qui permet de les projeter à l'aide de pulvérisateurs sous pression ou de disperseurs centrifuges, ou encore les émulsionner avec de l'eau. Ces émulsions sont préparées, suivant des procédés brevetés, dans une centaine d'usines françaises qui trouvent sur notre réseau routier un large débouché.

Le répandage est fait tous les deux, trois, quatre ou cinq ans, suivant la nature du sol et l'importance du trafic, à raison de 1 kg environ de goudron ou de bitume par mètre carré de chaussée. Cet enduit encore fluide est recouvert d'une couche de « grenaille », petites pierres anguleuses formant tapis antidérapant ; leurs dimensions varient de 3 ou 4 mm jusqu'à 3 ou 4 cm... suivant les préférences des ingénieurs routiers.

Citons comme autres revêtements : le *gros pavage en pierre*, qui dérive directement du dallage des voies romaines et résiste pendant de longues années au plus dur service, mais dont le prix est élevé ; le *pavage en bois*, insonore, malheureusement encore plus onéreux et, de plus, glissant par temps humide ; le *pavage mosaïque*, en petits pavés, dont le prix est plus abordable ; les *asphaltes*, comprimés ou coulés, avec revêtement antidérapant ; le *béton de ciment*, apprécié des automobilistes et dont le prix est relativement peu élevé ; les bétons et macadams *bitumineux*, également économiques, mais qui, en raison même de leur adhérence, satisfaisante, usent davantage les pneumatiques des véhicules.

Qu'est-ce que la « glissance » ?

Pour l'automobiliste, la qualité essentielle d'un revêtement routier est cette « rugosité spéciale » à laquelle le profane donne le nom incorrect d'*adhérence* et qui s'oppose efficacement au dérapage. Les ingénieurs routiers emploient fréquemment une grandeur inverse, la *glissance*, qui peut être chiffrée ; plus la glissance est élevée, moins l'adhérence est bonne et plus grand est le danger de dérapage.

On ignore encore, si singulier que cela paraisse, le mécanisme exact de ce phénomène banal : le *frottement*.

Une curieuse théorie, énoncée par M. Paul Woog, présente le frottement comme une action *électromagnétique* due aux actions réciproques des champs électromagnétiques développés par les molécules de chacun des corps en contact. Avec leurs électrons tournant en cercle autour du noyau central,

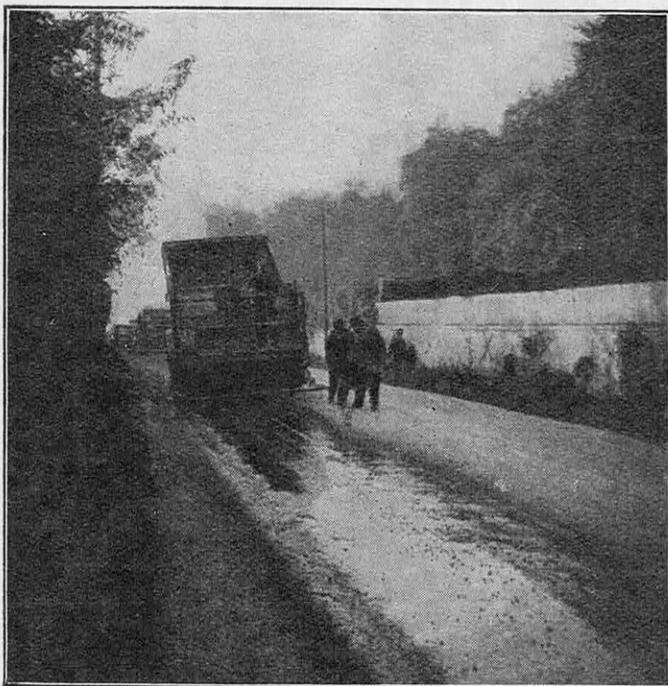


FIG. 2. — LE GRAVILLONAGE AU CAMION PERMET DE TRAITER RAPIDEMENT DES SURFACES ASSEZ ÉTENDUES
Le camion répand le gravillon en reculant, à travers une fente de largeur variable réglée au moyen d'un volant.

atomes et molécules se comporteraient comme autant de spires qui, en traversant les champs magnétiques produits par les atomes de l'autre corps, donneraient lieu à une dissipation d'énergie, autrement dit à un effet de freinage, par un phénomène analogue à celui des classiques *courants de Foucault* dans les machines électriques.

Cette théorie rend compte de toutes les anomalies du frottement *avec liquide interposé*, ce qui est le cas général avec les pneumatiques lorsqu'il pleut, car le pneu diffère des solides usuels par deux caractères : sa *déformabilité élastique* et sa *pression intérieure* sensiblement constante. Il en résulte que la pression de contact avec la chaussée — celle-ci étant régulière ou irrégulière —

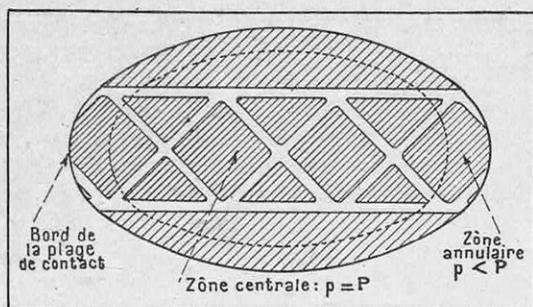


FIG. 3. — EMPREINTE SUR LE SOL D'UN PNEUMATIQUE IMMOBILE

Dans la région centrale de la plage de contact, la pression d'appui sur le sol p est égale à la pression de gonflage P : elle est inférieure à P dans une zone annulaire, à cause de la rigidité de l'ensemble toiles-caoutchouc, et nulle sur le bord extrême.

gulière — est beaucoup plus uniforme que lors du contact de deux corps solides, qui ne se touchent que par quelques points ; la pression de ces points est alors suffisante pour chasser l'eau ou la boue interposée, tandis que le pneumatique ne peut, sauf sur la pointe de quelques aspérités, chasser ce « film » liquide, qui diminue le frottement.

Une amélioration incontestable a, du reste, été apportée dans ce domaine par les pneus à lamelles élastiques. Ces lamelles se couchent sous l'effort, raclant à la manière d'une gomme le film liquide, et font apparaître des points secs où le caoutchouc peut s'accrocher. Leur efficacité est satisfaisante non seulement dans le sens longitudinal, pour le freinage, mais aussi, dans une certaine mesure, contre le dérapage transversal.

Pratiquement, on constate qu'une route très bosselée ou hérissée de nombreux gravillons est plus dérapante qu'une route d'aspect plus lisse mais dont la surface, examinée à la loupe, révèle des myriades d'aspérités droites et aiguës d'environ 0,1 mm de longueur, analogues à des pointes d'aiguilles.

Il semble que ce soit dans ce domaine du dixième de millimètre que se produise l'engrènement entre la route et le pneu, qui permet à ce dernier une bonne adhérence ; cette propriété de « hérissément semi-microscopique » de la chaussée a reçu un nom expressif : on la nomme *raposité*. Il va sans dire que la texture de la gomme du pneu doit être en rapport avec cet engrènement ; les grains de matière inerte, ou « charge », que l'on ajoute au caoutchouc pour lui donner du corps, forment probablement les dents de cet « engrènement » pneu-route et doivent avoir, par suite, des dimensions voisines du dixième de millimètre.

Principe de la roue « oblique »

La mesure expérimentale du coefficient de frottement des revêtements routiers a donné lieu à toute une série de travaux, aussi bien en France qu'à l'étranger.

Rappelons que le coefficient de frottement n'est autre chose que le rapport de la force de traction, nécessaire pour faire glisser un objet, au poids total supporté par la surface de contact. Si, par exemple, il faut exercer un effort de 600 kg pour faire glisser transversalement, sur une chaussée en ciment, un pneu chargé de 1 000 kg, on dira que le coefficient de frottement pneumatique est de $600 : 1\,000 = 0,6$.

Ces mesures sont exécutées au moyen de roues isolées, formant remorques, chargées d'un lest en fonte et remorquées par camion, voiture ou side-car. Notre figure 4 montre le principe de la *roue oblique*, remorquée derrière camion, tel qu'il a été appliqué par M. Boutteville dans le « Stradographe ». Du fait de sa position oblique, la roue suit le camion en dérapant continuellement ; l'effort qu'elle exerce pour se redresser, enregistré par un dynamomètre, permet de calculer très simplement le coefficient de frottement en chaque point du parcours.

Qu'est-ce que la « marche en crabe » ?

Examinons maintenant une roue d'automobile chargée et reposant sur le sol. Dans la *plage de contact*, dont la forme est sensiblement ovale, le pneu, en vertu de son élasticité, est devenu plan, alors qu'il reste arrondi, ou plus exactement *torique*, sur le

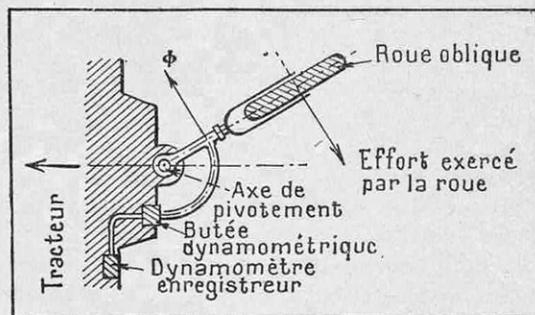


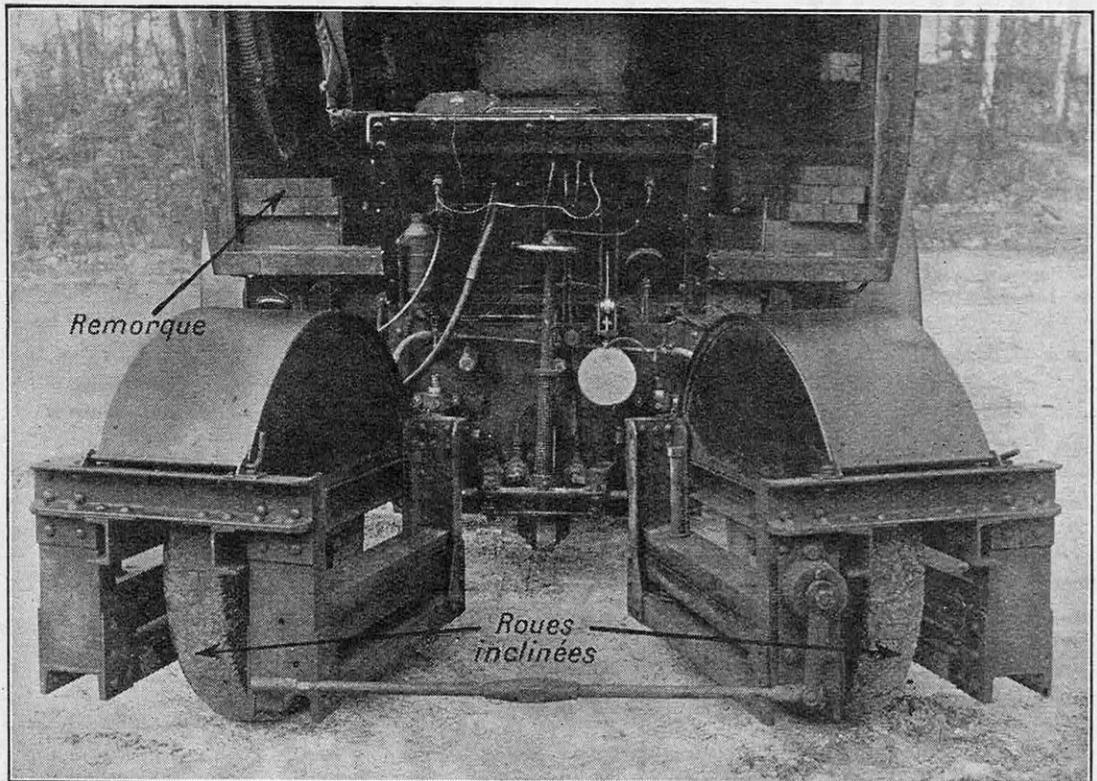
FIG. 4. — PRINCIPE DE LA « ROUE OBLIQUE » POUR LA MESURE CONTINUE DU COEFFICIENT DE FROTTEMENT DES CHAUSSÉES

La roue, supportant une charge déterminée, est remorquée obliquement derrière un tracteur ; elle tend à se redresser en exerçant un effort proportionnel au coefficient de frottement ; cet effort est reçu par une butée dynamométrique à huile, qui le transmet à un dynamomètre enregistreur.

reste du pourtour de la roue. Dans la région plate, la pression d'appui sur le sol est sensiblement égale à la « pression de gonflage » du pneu.

Si l'ensemble formé par le caoutchouc et les toiles était parfaitement souple, la transition du plat à l'arrondi se ferait exactement sur la ligne limitant la plage de contact. Pratiquement, la pression devant varier d'une manière continue il en résulte que, dans le

Ceci explique d'autre part le phénomène bien particulier de la « marche en crabe ». Supposons qu'une voiture avance sur une route bombée ; les pneus, soumis à un effort transversal qui sollicite la voiture vers le bas-côté de la route, vont *céder* légèrement mais continuellement, en sorte que la voiture finirait par aller au fossé tout en ayant ses roues parallèles à l'axe de la route. Pour se maintenir sur la chaussée, le conducteur



(Photographie Reddon et Gratzmuller.)

FIG. 5. — VUE ARRIÈRE DU « STRADOGRAPHE », MONTRANT LES ROUES OBLIQUES DESTINÉES A MESURER LE COEFFICIENT DE FROTTEMENT DES REVÊTEMENTS ROUTIERS

L'emploi des deux roues obliques a pour but de rétablir la symétrie, ce qui facilite la traction.

bord de la plage de contact, la pression d'appui sur le sol est *plus faible* qu'au centre.

Appliquons maintenant à la roue un effort transversal croissant. Le pneu va se déformer, commençant à se *dérouler* sur le sol ; mais bien avant qu'il ait cédé d'un bloc par dérapage, des crissements révélateurs seront venus nous avertir que le tour de la plage de contact, moins fortement appliquée contre le sol, commence déjà à glisser. Tout le monde connaît ce bruit violent produit par les pneus dans un virage pris un peu vite, alors même que la trace des pneus sur le sol ne révèle aucun dérapage proprement dit.

est obligé de braquer légèrement sa direction, la voiture avançant par suite « en crabe ».

Cette position paradoxale, d'autant plus accusée que le sol est plus glissant, peut être facilement constatée par d'autres automobilistes qui suivent la voiture. Elle est moins facilement perçue par le conducteur, qui ne possède sur son volant aucun repère lui signalant que celui-ci n'est pas au zéro.

La « marche en crabe » se présente, bien entendu, dans les virages, où la force centrifuge tend à faire chasser latéralement le véhicule. Elle existe même en alignement droit, dans les conditions de conduite

les plus banales, car il ne faut pas oublier que le conducteur donne continuellement de petits coups de volant pour empêcher la voiture de dévier à droite ou à gauche. Celle-ci avance donc par une série de légers virages à peine indiqués, durant lesquels les roues présentent nécessairement un peu de « marche en crabe ».

Comment s'amorcent les dérapages

Le dérapage exclusivement transversal se produit quand la voiture, marchant en

assurément la voiture de sa direction, mais la trajectoire reste stable, c'est-à-dire que la voiture continue sa course sans pivoter sur elle-même. Au contraire, le *blocage des roues arrière*, rendant l'arrière de la voiture complètement libre, amorce un *tête-à-queue* violent que le conducteur, bien souvent, ne réussit pas à enrayer. Ainsi, l'inoffensive et imperceptible « marche en crabe » du véhicule se transforme subitement en un pivotement mortel.

La seule défense efficace, dans ce cas, peut

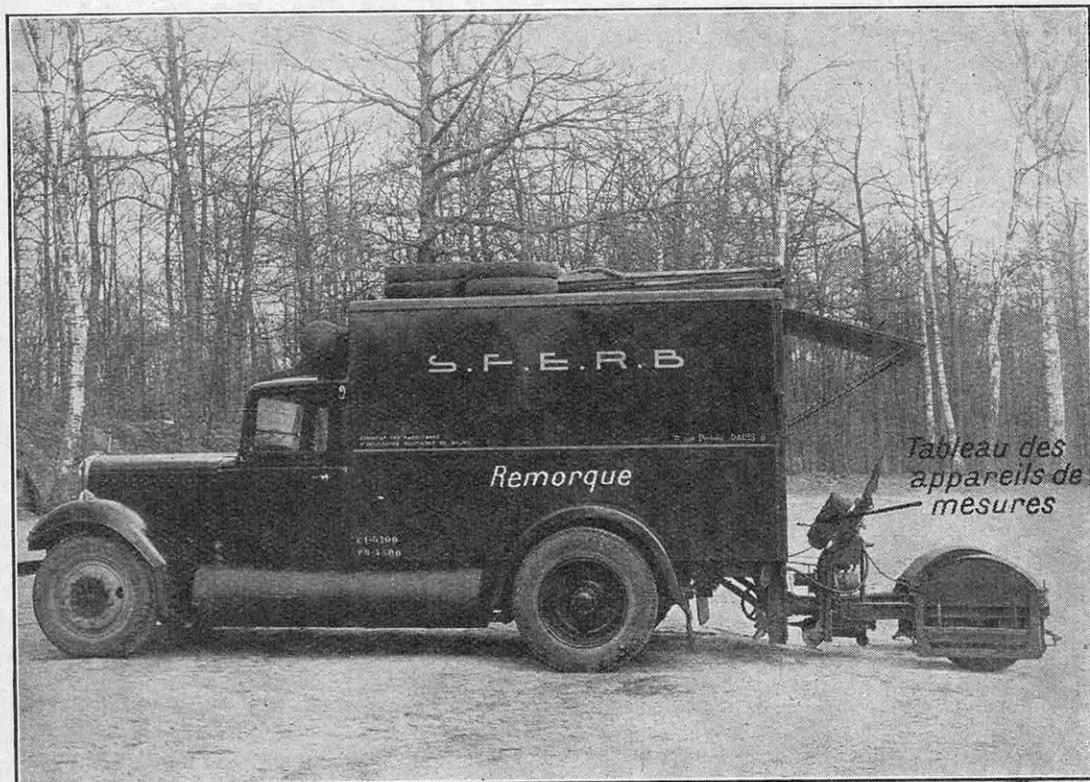


FIG. 6. — LE « STRADOGAPHE » ATTELÉ DERRIÈRE SON FOURGON-TRACTEUR

« roue libre », débrayée ou au point mort, se trouve soumise à un effort transversal qui excède la résistance des pneus au glissement.

Le dérapage peut être *exclusivement longitudinal* quand, lors du blocage d'une ou plusieurs roues, ces dernières décrivent sur le sol une trace continue dans leur plan. Ces roues fonctionnent alors comme un patin de traîneau, c'est-à-dire qu'elles n'ont plus aucun effet directeur.

Un cas fréquent, lors d'un coup de frein énergétique, est le blocage complet du train de roues avant ou du train de roues arrière ; ces deux alternatives sont, du reste, de gravité bien inégale.

Le blocage des deux roues avant prive

être obtenue en débloquant les roues arrière et même en appuyant un peu sur la pédale de l'accélérateur.

Tels sont les origines et les effets de la *glissance* des routes, cause directe des dérapages ; grâce aux progrès de la « râposité » des revêtements routiers, au perfectionnement des gommages, à la création des pneus à basse pression, cette glissance a été réduite au minimum. Un autre élément de sécurité reste évidemment indispensable : la prévoyance du conducteur. Suivant le mot de M. Baudry de Saunier : « Ne pas se mettre devant des problèmes qui ne comportent pas de solution. »

PIERRE DEVAUX.

CAPOTAGE DES MOTEURS ET PROPULSION DES AVIONS RAPIDES

Par A. VERDURAND

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

On sait que le courant d'air qui traverse les radiateurs des moteurs à refroidissement par liquide et les capots des moteurs à refroidissement par air absorbe l'énergie thermique que tout moteur évacue par l'intermédiaire des parois des cylindres. Jusqu'ici, cette énergie était dissipée dans l'atmosphère. En outre, le frottement de l'air au contact des alvéoles du radiateur ou des ailettes des cylindres produit une sorte de freinage qui tend à ralentir le vol de l'avion en augmentant sa « traînée » (1). On est parvenu maintenant à réduire notablement ce freinage de l'avion par le courant d'air de refroidissement (2). Sur les appareils à très grande vitesse si répandus aujourd'hui, on peut escompter la récupération d'une partie de l'énergie thermique actuellement dissipée dans l'air de refroidissement. Dans ce but, le capot du moteur doit être transformé en un véritable « moteur à réaction » (3), qui engendre un effort propulsif en utilisant précisément la poussée produite par le courant d'air chaud éjecté par la fente arrière du capot ainsi modifié. Une telle masse gazeuse à haute température constitue donc une importante source d'énergie que peuvent utiliser les grands avions, par exemple, pour les liaisons rapides et lointaines de l'avenir.

LE courant d'air qui s'engouffre à grande vitesse dans l'orifice antérieur du capot d'un moteur refroidi par l'air est canalisé autour des cylindres par des « déflecteurs » cylindriques, qui le conduisent à l'arrière du moteur. De là, l'air est canalisé par le capot jusqu'à la fente postérieure de celui-ci, par où il s'échappe dans l'atmosphère.

Imaginons qu'on canalise l'air à partir de l'entrée du capot jusqu'à l'entrée des déflecteurs par des canalisations convergentes qui le freinent et qui, par conséquent, le compriment en même temps. C'est de l'air comprimé, animé d'une faible

vitesse, qui va circuler autour des cylindres. Là il s'échauffe. Sa pression et sa température vont augmenter. Tout se passe jusqu'ici comme dans le deuxième temps d'un moteur à explosion à la fin duquel l'air com-

(1) La « traînée » est la composante horizontale de la résistance offerte par l'air au déplacement de l'avion. La composante verticale constitue la « portance » de l'avion.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 245, page 336.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 232, page 321.

primé s'est chargé d'une certaine quantité d'énergie thermique. Dans les deux cas, ce temps de la compression et de l'absorption d'énergie thermique est suivi d'une détente pendant laquelle l'énergie thermique se transforme en énergie mécanique. Dans le

cas du moteur à réaction, imaginons que les orifices de sortie des déflecteurs de cylindres soient reliés à la fente arrière du capot moteur par des tuyères divergentes qui lui permettent de se détendre jusqu'à une pression égale à la pression qui règne derrière cette fente. En se détendant, cet air va transformer son énergie thermique en énergie cinétique.

Pour cela, les molécules d'air comprimé vont prendre appui sur les parois de la tuyère et, de là, vont s'élaner vers la sortie avec une vitesse d'autant plus élevée que la détente pourra être plus complète. Imaginons que ces tuyères soient dessinées de telle façon que toutes les molécules d'air aient, à la sortie, des vitesses parallèles à la paroi externe de la nacelle du moteur; chacune d'elles, pour recevoir cette impulsion, aura dû

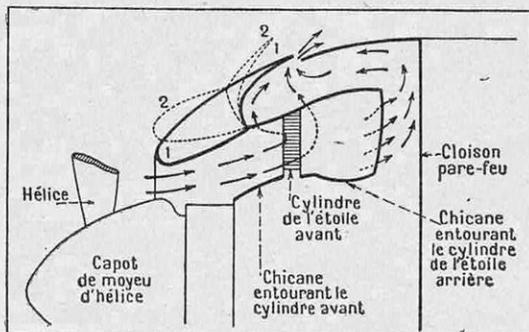


FIG. 1. — CAPOT BREVETÉ A FENTES RÉGLABLES, SYSTÈME P. E. MERCIER, POUR MOTEUR EN DOUBLE ÉTOILE

prendre sur la paroi de la tuyère un appui qui la projette d'avant en arrière : par réaction, la paroi aura donc subi dans le même temps une poussée d'arrière en avant, c'est-à-dire dans le sens de la marche de l'avion.

Comment doit être dessiné le « capotage à réaction »

Ayant ainsi analysé le mécanisme de ce moteur à réaction, il nous est facile de déduire de cette analyse les conditions à observer pour lui assurer un bon rendement. Partons de l'entrée de l'air dans le capot :

1° Il faut que les canalisations qui le conduisent aux déflecteurs se rétrécissent progressivement de façon à le comprimer en lui faisant perdre sa vitesse. Il faut aussi que les déflecteurs épousent d'aussi près que possible les contours du cylindre. *L'air qui circulera autour des cylindres sera ainsi comprimé au maximum*, ce qui assure au moteur le meilleur rendement thermodynamique. Et ceci réduit en même temps au minimum les pertes internes par frottement, puisque cet air comprimé circulera à faible vitesse autour des ailettes ;

2° *Il faut réduire le débit d'air* de façon à ce que la température des ailettes soit aussi élevée que le permet la sécurité de fonctionnement du moteur. Plus cette température sera élevée et meilleur sera le rendement thermodynamique du moteur à réaction constitué par le capot du moteur à explosions ;

3° *Il faut que l'air soit conduit à la fente arrière d'éjection par des tuyères divergentes, qui assurent sa détente complète* jusqu'à la pression extérieure sans engendrer de tourbillons internes, et en dirigeant l'air éjecté parallèlement au sens de marche de l'avion, mais en direction opposée ;

4° *Il faut que la vitesse de l'avion soit aussi élevée que possible*. En effet, une grande vitesse aura d'abord pour effet d'augmenter la pression de l'air amené autour des cylindres. Ensuite, elle est indispensable pour assurer une détente complète. Prenons, en effet, le cas-limite où l'avion serait arrêté. L'air éjecté du capot à grande vitesse irait se heurter à un mur d'air immobile qui le refou-

lerait brutalement dans un sens perpendiculaire à l'axe de marche de l'avion. De ce fait, la vitesse dans la tuyère serait réduite dans d'énormes proportions en même temps que l'effort de réaction qui est un effort de propulsion de l'avion. Presque tout le travail mécanique serait perdu dans les tourbillons extérieurs engendrés par la résistance passive de l'air au repos. Prenons maintenant l'autre cas-limite où le vide absolu régnerait derrière la fente arrière du capot. Aucune

contre-pression ne viendrait freiner la détente de l'air de refroidissement. L'effort de réaction contre les parois des tuyères d'éjection atteindrait ainsi sa valeur maximum. A défaut de ce vide absolu, les conditions de détente les plus favorables seront obtenues sur un avion volant à très grande vitesse, puisque la vitesse de détente pourra atteindre la vitesse d'écoulement de l'air extérieur sans rencontrer de contre-pression qui la freine ;

5° *Il faut voler aussi haut que possible*, d'abord parce que la vitesse de l'avion s'en trouvera accrue, ce qui augmentera la poussée de réaction, comme nous venons de le voir. En outre, la pression atmosphérique et la température étant plus faibles, la détente de l'air de refroidissement sera plus complète et, par conséquent, le rendement thermodynamique de la réaction sera augmenté.

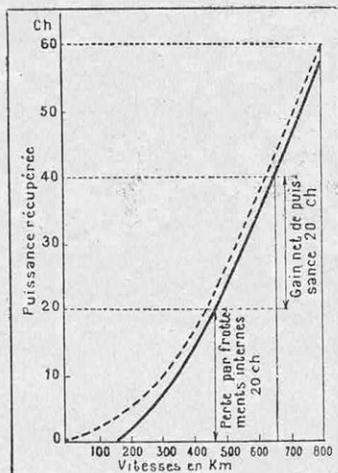


FIG. 2. — COMMENT VARIE AVEC LA VITESSE LA PUISSANCE EFFECTIVEMENT RÉCUPÉRABLE, THÉORIQUÉMENT (POINTILLÉ) ET PRACTIQUÉMENT (TRAIT PLEIN), SUR UN AVION ÉQUIPÉ D'UN MOTEUR DE 1 000 CHEVAUX DONT LE COURANT D'AIR DE REFROIDISSEMENT ABSORBE ENVIRON 2 %, SOIT 20 CH

L'énergie récupérable par réaction croît comme le carré de la vitesse

Tout ceci nous montre l'influence favorable de la vitesse sur la grandeur de l'effort de réaction. Mais elle a un autre effet favorable ; il ne faut pas oublier que *la puissance produite* par le moteur à réaction est égale au produit de deux facteurs, dont l'un est l'effort de réaction et l'autre est la vitesse de vol de l'avion. Cette remarque nous permet de prévoir que *la puissance récupérée croîtra à peu près comme le carré de la vitesse*. C'est, en effet, ce qui ressort des courbes de la figure 2, qui ont été établies par M. Meredith, ingénieur du *Royal Aircraft Establishment*. Ces courbes montrent les résultats que l'on peut escompter sur un

avion de 1 000 ch volant à 4 000 m d'altitude. On a porté en abscisses les vitesses de l'avion et en ordonnées les puissances récupérées. La courbe en traits interrompus indique le maximum théoriquement récupérable. Elle correspond au cas où la compression autour des cylindres serait telle que la vitesse de circulation soit presque nulle. Le maximum de rendement thermodynamique serait atteint, en même temps que les pertes par frottement interne seraient nulles. La courbe en traits pleins correspond au cas pratique où la température des cylindres serait de l'ordre de 180°, et où la vitesse de l'air autour des cylindres engendrerait une perte par frottement de l'ordre de 2 %, soit 20 ch, ce qui est réalisable avec les capots modernes. On voit qu'au-dessus de 200 km/h la puissance récupérée par réaction devient sensible et vient compenser en partie les 20 ch

perdus par frottements internes. A 480 km/h, la puissance récupérée est égale à la puissance perdue par frottements internes. A 640 km/h, on a un gain brut de 40 ch et un gain net de 20 ch. Il faut, d'ailleurs, remarquer que cette vitesse est de l'ordre de celles qui sont pratiquement réalisables sur les avions modernes. C'est ainsi que le *Messerschmidt-109*, qui a atteint au sol la vitesse maxima de 611 km/h, pourrait atteindre la vitesse de 800 km/h à 7 000 m, avec un moteur à compresseur. On voit par là que la récupération de puissance perdue par l'air de refroidissement deviendra intéressante sur les avions à grande vitesse volant à grande

altitude. Il faut remarquer d'ailleurs que les 40 ch récupérés à 640 km/h doivent être comparés aux 800 ch effectifs du moteur de

1 000 ch qui actionne une hélice dont le rendement est de 80 %. Cette récupération atteint donc 5 % à 640 km/h et 7,5 % à 800 km/h.

Quel est le maximum de puissance ainsi récupérable ?

Sur un moteur de 1 000 ch, la chaleur évacuée par les parois de cylindres équivaut à 500 ch. Supposons que l'élévation de température de l'air de refroidissement soit de l'ordre de 100°. Le rendement thermodynamique calculé

d'après le cycle de Carnot permet de prévoir qu'on pourrait récupérer au maximum 135 ch en se plaçant dans les conditions théoriques les plus favorables.

Remarquons qu'on pourrait utiliser de façon analogue la détente des gaz d'échappement sur les avions à très grande vitesse.

Sur un moteur de 1 000 ch, la chaleur perdue par les gaz d'échappement équivaut à 1 700 ch. Mais les difficultés pratiques présentées par ce problème de récupération seraient grandes, car la détente à réaliser exigerait des tuyères de très grandes dimensions. Il n'est pourtant pas impossible qu'on en étudie l'emploi sur les grands avions de l'avenir, en raison de la source très importante d'énergie que représente cette masse

gazeuse à haute température. D'ailleurs, une partie de son énergie peut être récupérée au moyen du turbo-compresseur Rateau, qui équipe les avions de chasse américains du type « Northrop ». A. VERDURAND.

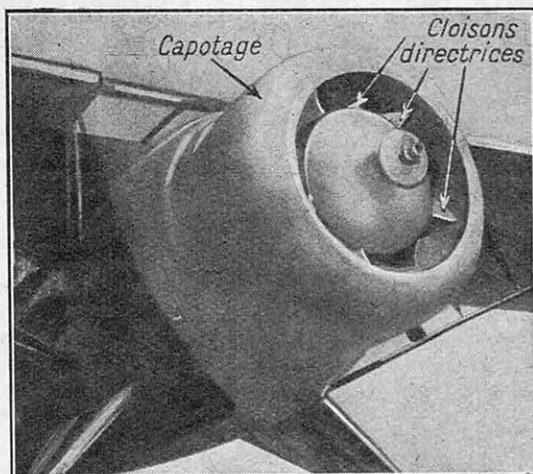


FIG. 3. — CAPOT DE L'AVION AMÉRICAIN « DON LUSCOMB » ÉQUIPÉ DE TUYÈRES CONVERGENTES À SA PARTIE ANTÉRIEURE

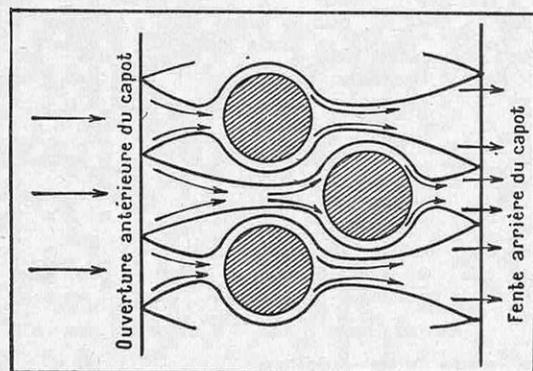


FIG. 4. — COUPE DE TROIS CYLINDRES D'UN MOTEUR EN DOUBLE ÉTOILE AVEC CARÉNAGES EN FORME DE TUYÈRES

A l'avant, les tuyères sont convergentes pour comprimer l'air de refroidissement ; à l'arrière, elles divergent au contraire et l'air se détend avant de s'échapper par la fente arrière du capot.

PRENONS L'ÉCOUTE

L'ARMÉE ALLEMANDE EN 1938

L'armée allemande possède maintenant sept divisions blindées « Panzerdivisionen » (1) — destinées, suivant les conceptions de l'État-Major du III^e Reich, à « disloquer », dès le début des hostilités, non seulement le dispositif défensif de l'ennemi, mais aussi à bouleverser sa mobilisation. Aussi ces grandes unités « mécaniques » comprennent-elles chacune une masse de chars d'assaut de différents tonnages et puissamment armés (mitrailleuses et canons semi-automatiques de calibre 37 à 40). En 1938, on compte donc près de 400 de ces engins de combat par division, pour 3 régiments de tanks. Chaque division cuirassée comprend en outre 2 régiments d'infanterie « portée » en véhicules blindés. Chacun de ces régiments comporte 9 compagnies, 3 compagnies de mitrailleuses, 1 de mortiers, 1 de canons anti-chars (calibre d'environ 37 mm). La division est complétée par 2 régiments d'artillerie motorisée, 3 compagnies du génie, 1 bataillon de troupes de transmission, 1 formation du service de santé. Toutes ces unités ou formations sont transportées en camions protégés. Si l'on additionne les engins de combat existant dans chacune de ces sept divisions, on obtient au total un chiffre imposant de l'ordre de 2 000 chars de combat, rien que pour l'ensemble des « Panzerdivisionen » actuellement constituées. Il y a lieu d'ajouter que l'infanterie de ces divisions représente, à elle seule, au total, 14 régiments abondamment dotés en mitrailleuses (légères et lourdes, de calibre de 7 mm approximativement à 14 mm environ). Ainsi ces formations disposeront globalement de plus de 5 600 armes automatiques, sans compter bien entendu celles constituant l'armement des chars. L'artillerie disposera de près de 900 pièces de calibres différents (tir courbe et tir tendu). Le personnel appelé à « servir » ce matériel perfectionné est spécialement recruté parmi d'anciens militaires ayant repris du service (2) dans ces unités nouvelles essentiellement destinées à intervenir immédiatement et toujours prêtes par suite à l'attaque brusquée, suivant la conception du général von Seeckt. Ce stratège estimait, en effet, qu'une attaque par surprise d'une centaine de chars suffisamment blindés et puissamment armés, avançant sur 1 000 à 1 200 m de front, devait anéantir toute résistance adverse. Ce n'est là, évidemment, qu'une hypothèse car les résultats enregistrés à ce jour au cours du conflit espagnol n'ont pas suffisamment permis de se rendre compte de ce que serait l'action des « tanks » sur un champ de bataille étendu et défendu suivant les conceptions des États-Majors des grandes armées modernes. En tout cas, les enseignements de la guerre dans la péninsule ibérique ont récemment et indubitablement démontré que les chars légers construits en Allemagne (moins de 8 t) n'avaient abouti qu'à des mécomptes : si leur vitesse était élevée, par contre leur armement et surtout leur protection étaient insuffisants (3). Soyez

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 204.

(2) Le Reich pousse activement la formation des cadres de son armée qui laissent encore, paraît-il, à désirer (qualité et quantité). Quant aux nouveaux matériels d'artillerie, leur construction serait en retard sur les prévisions, ce qui retarde l'instruction des unités encore dotées d'anciens matériels.

(3) La construction des engins blindés est dominée en effet par quatre principaux problèmes qui exigent des solutions parfois opposées : le blindage, le poids, la vitesse, l'armement. Dans une étude ultérieure, nous comparerons les différents « compromis » auxquels ont abouti les divers constructeurs dans les principaux pays d'Europe et d'Amérique.

certaines que l'Etat-Major du III^e Reich et ses ingénieurs des fabrications de guerre auront mis à profit de telles constatations : demain, les formations, mécanisées dès 1938, seront équipées de matériels blindés (de 15 à 20 t pour les chars moyens) sérieusement améliorés au point de vue blindage, puissance et précision du « feu ». Quoi qu'il en soit, il importe que l'armée française — qui ne dispose encore que d'une douzaine (à peine) de régiments de chars (d'après le document publié par la S. D. N. en 1937) — puisse bientôt opposer aux sept « Panzerdivisionen » un matériel en qualité et en quantité aux mains de combattants entraînés, et susceptible d'affronter les 21 régiments de tanks allemands du *plus récent modèle*, dont le total doit dépasser, au cours de cette année même, le chiffre de 2 000, qui a été atteint en 1937. L'armée allemande, avec ses 52 divisions (dont 7 cuirassées), représente donc, dès aujourd'hui, une force (1) de plus de 1 million d'hommes (sur le pied de paix), alors qu'elle ne comprenait que 42 divisions en 1914, c'est-à-dire 850 000 hommes seulement. Citons encore, pour mémoire, les 31 divisions de réserve du Reich, sans compter les « unités » qui ne figurent pas officiellement au plan de mobilisation. De tout cela, il résulte donc que l'Allemagne possède, en 1938, au moins 4 millions de citoyens ayant reçu plus ou moins complètement (avant le rétablissement du service obligatoire) l'instruction militaire dans les différentes armes.

Il y a lieu de tenir compte, depuis le 11 mars dernier, des troupes autrichiennes qui, après l'« Anschluss », sont incorporées dans l'armée de la plus grande Allemagne. Ce surcroît d'effectifs et de puissance matérielle vient encore renforcer la puissance germanique.

LE PLAN QUADRIENNAL DU III^e REICH ET L'APPROVISIONNEMENT EN COMBUSTIBLES LIQUIDES

Lorsqu'on parcourt les périodiques de langue allemande, on est frappé par le grand nombre d'études consacrées au plan quadriennal régissant la production du III^e Reich. En ce qui concerne notamment les combustibles liquides, les récentes statistiques publiées par l'Office statistique de Berlin (Annuaire de 1937) nous montrent que le nombre des fabriques de carburants et lubrifiants est passé de 29 à 44 en moins de quatre ans ! Ces usines traitent aussi bien le pétrole importé que les matières premières nationales destinées à obtenir des produits de synthèse. Mais, pour ces derniers, il y a lieu de remarquer que la houille, les lignites, les goudrons sont de plus en plus utilisés en vue de réduire le plus possible les importations d'huiles minérales de provenance étrangère. Il n'en est pas moins vrai que l'Allemagne a encore grand besoin, dans de fortes proportions, de s'approvisionner au dehors en naphte et dérivés pour préparer notamment son essence d'aviation et autres carburants, lubrifiants nécessaires à ses armées et à ses flottes. Sur ce point, les statistiques ne nous renseignent pas pour les quantités de combustibles liquides (bruts) achetées aux pays producteurs. Cependant, comme le Commerce extérieur de l'Allemagne publie périodiquement des tableaux fort complets, où figurent, entre autres renseignements, les tonnages des matières entrant en Allemagne à l'importation, on y relève que 60 % environ du pétrole brut traité et plus de 80 % des produits de transformation de l'industrie pétrolière proviennent d'autres pays où le Reich continue à s'approvisionner régulièrement et abondamment. Il est vrai que, d'année en année, ces importations diminueront et cela au fur et à mesure que le vaste programme de fabrications, arrêté il y a plus d'un an, se développera conformément aux prévisions de ce plan quadriennal, qui vient d'entrer dans sa seconde

(1) Notre collaborateur, le docteur Klotz, ancien officier de la Marine impériale allemande, a fourni à ce sujet des renseignements dignes d'être pris en considération. Nous ajouterons également qu'au cours des récentes opérations en Espagne, on a bien constaté l'abondance des armes automatiques de part et d'autre, mais une réelle insuffisance d'artillerie pour les détruire, d'où une résistance plus aisément prolongée de l'infanterie, qui, sans cette insuffisance, serait efficacement contrebalancée et fréquemment contrainte à lâcher pied.

année de mise en application. Un certain nombre d'installations déjà sont en voie d'achèvement (procédés d'hydrogénation notamment) qui contribueront largement et assez prochainement à la fourniture de combustibles liquides d'origine nationale si indispensables à l'économie allemande. A ce propos, il y a lieu de remarquer que l'industrie allemande exige certains produits (demi-finis et finis) qu'elle ne pourra pas de sitôt se procurer sur son propre territoire. Or, ce sont ceux qui sont précisément nécessaires à l'approvisionnement de ses forces aériennes. Quoi qu'il en soit, actuellement l'industrie allemande des carburants est en plein essor (1) : en quatre ans, les salaires (heures de travail) ont, en effet, plus que doublé et le tonnage des produits transformés est passé de 1 million 200 000 t en 1934 à plus de 2 millions 800 000 en 1936 ; les produits « finis » s'élevaient simultanément de 1 million à plus de 2 300 000 t. Ces chiffres se passent de tout commentaire.

LA CONSTRUCTION EN 1938 DES PROTOTYPES DE L'AVIATION MILITAIRE FRANÇAISE

L'institution d'une caisse d'investissement pour la Défense nationale et la réorganisation de l'Administration Centrale du ministère de l'Air va sans doute permettre à notre production industrielle — intensifiée — de « sortir » plus rapidement les nouveaux matériels destinés à nos forces aériennes. L'aviation française possède en effet actuellement des *prototypes* dont les caractéristiques peuvent supporter aisément la comparaison avec celles des appareils les plus estimés en service dans les armées étrangères. Nous citerons notamment le monoplace de combat *Morane-405*, le triplace (bimoteur) dit « de commandement à la chasse » *Potez-63*. L'un et l'autre de ces appareils, très rapides, ont réalisé des vitesses de l'ordre de 490 km/h et sont puissamment armés. D'autre part, le récent bombardier (bimoteur) léger *Lioré-45* peut transporter à 500 km/h une charge de projectiles relativement élevée dans un grand rayon d'action (de l'ordre de 2 500 km). Il en est de même pour l'*Amiot-340*, équipé de ses nouveaux moteurs, qui dépasse dès maintenant 500 km/h. L'important est de poursuivre rapidement la construction en grande série, tout en s'inspirant des progrès réalisés par la construction aéronautique en Europe comme en Amérique. La « Royal Air Force » ne vient-elle pas de prouver sa supériorité en formant une escadrille de nouveaux avions de chasse du dernier modèle (*Hawker Hurricane*), qui ont dépassé, en vol de groupe, 600 km/h. Ce sont des performances que nous aurons à méditer lorsque nous serons autorisés à publier les renseignements techniques concernant les nouveaux appareils britanniques.

QUELS SONT LES « PETITS BATIMENTS D'UN TYPE NOUVEAU » QUE VEUT CONSTRUIRE LA MARINE AMÉRICAINE ?

Dans la demande de crédit qu'il vient de déposer pour le réarmement naval des Etats-Unis, le président Roosevelt a demandé 15 millions de dollars pour « construire un certain nombre de petits bâtiments d'un type nouveau, étant entendu qu'il s'agit là d'une construction expérimentale à la lumière des nouveaux progrès des autres marines de guerre ». Autant qu'on peut le savoir, il s'agirait de croiseurs légers à très grande vitesse, du genre des derniers contre-torpilleurs français de 3 000 t, qui ont atteint 45 nœuds, ou des croiseurs italiens de 5 000 t de la classe des *Condottieri*, qui ont réalisé 42 nœuds.

Les marines anglo-saxonnes nous avaient habitué à un certain mépris pour les types de navires construits en dehors d'elles, et l'on ne trouverait pas beaucoup d'exemples, croyons-nous, d'un type de navire de guerre développé par les marines latines et adopté ensuite par les marines anglo-saxonnes. En l'espèce, celles-ci,

(1) Cette industrie comprend principalement les traitements du brut, des résidus, des goudrons de lignites, des goudrons de houille, des huiles de goudron, de l'essence brute et demi-finie et autres matières dérivées.

pendant longtemps, n'ont jugé nécessaire aucun type de navire de déplacement compris entre les conducteurs de flottille de 1 800 t et les croiseurs de 10 000 t. La marine anglaise a introduit la première, il y a quelques années, un type de croiseur de 5 000 t auquel elle a renoncé depuis et qui différait d'ailleurs complètement, sous le rapport de la vitesse, des contre-torpilleurs français de 3 000 t et des croiseurs italiens de 5 000 t, plus rapides que lui de 8 à 10 nœuds.

La marine américaine, en particulier, a longtemps objecté, au cours des discussions sur la limitation des armements navals, que l'étendue de ses théâtres d'opérations éventuels lui interdisait d'accepter des croiseurs de moins de 10 000 t. Il n'en sera que plus intéressant de suivre son changement de doctrine.

LES NOUVELLES SOUFFLERIES AÉRODYNAMIQUES A BASSES TEMPÉRATURES

Les installations aérodynamiques destinées aux essais de la construction aéronautique, en Europe et en Amérique, se perfectionnent peu à peu pour répondre aux problèmes multiples et complexes que pose la navigation aérienne, sans cesse en voie d'évolution. *La Science et la Vie* a consacré aux « souffleries » ordinaires plusieurs études (1) à ce sujet, qui n'ont rien perdu de leur actualité. Mais voici qu'en Allemagne, au Centre d'essais et recherches de Göttingen (réputé dans le monde entier pour son organisation scientifique et technique), une nouvelle soufflerie vient d'être construite en vue d'étudier spécialement la façon dont se comportent moteurs, cellules, instruments de bord aux basses températures atteignant jusqu'à -30° C. Des dispositifs fort ingénieux permettent maintenant d'y réaliser artificiellement pluies et brouillards, afin que les appareils aux essais se trouvent dans des conditions aussi voisines que possible de celles rencontrées dans les vols atmosphériques et stratosphériques. Chacun sait l'importance des phénomènes physiques qui se produisent dans l'air, à différentes altitudes et aux diverses saisons, dans les régions traversées par les différentes lignes aériennes du globe. Parmi les graves conséquences qui en résultent figure, en effet, au premier plan le givrage, cause de fréquents accidents auxquels il n'est pas encore possible, en dépit des nouveaux dispositifs adoptés, de remédier d'une façon absolue. C'est pour examiner notamment les conditions mêmes du givrage et les procédés de dégivrage que la Station d'essais de Göttingen a été spécialement équipée. Elle sera également utilisée pour les recherches météorologiques, vaste domaine de la physique du globe, où les savants ont encore tant de problèmes délicats à résoudre afin de perfectionner les méthodes de navigation aérienne. C'est dans le même but qu'en Amérique le non moins réputé Centre d'études aéronautiques du N. A. C. A. (à Langley-Field), qui possède l'une des plus grandes souffleries du monde, vient d'y adjoindre récemment une installation comparable à celle réalisée en Allemagne pour l'étude des avions évoluant aux basses températures. C'est là une source nouvelle d'enseignements pour la science et d'un réel intérêt pour la locomotion aérienne.

L'AVIATION AGRICOLE AUX ÉTATS-UNIS

Aux États-Unis, l'aviation agricole rend de réels services aux cultivateurs, et c'est maintenant une profession, pour certains pilotes en acrobatie aérienne, de procéder au sulfatage des vignobles, de protéger les plantations horticoles (roses-jaunes) contre les méfaits des parasites. En Californie notamment, on utilise aussi ces avions pour effectuer les semailles sur grands espaces après y avoir réparti systématiquement les engrais appropriés en quantités voulues. Ces opérations s'effectuent avec une telle rapidité et une telle précision par rapport aux anciennes méthodes qu'on gagne ainsi un temps considérable. Non seulement on réalise, en effet, une économie de temps, mais encore, malgré les dépenses occasionnées par

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

le procédé aérien, l'exploitant y trouve son compte en réduisant ses frais à l'hectare. Dans un pays aussi fécond que l'Amérique (particulièrement prospère pour la culture en grand du coton dans les Etats du Sud), on cherche sans cesse à appliquer de nouveaux procédés mécaniques qui conviennent particulièrement aux immenses étendues. C'est ainsi que, suivant les régions, les cultures cotonnières, les plantations d'orangers, les vergers, les champs de céréales, ont eu recours à l'aviation pour abrégier la durée des principaux travaux agricoles. M. Lamure, qui a visité récemment certaines de ces exploitations américaines, a affirmé qu'en moins de huit heures de « survol » un aviateur-agriculteur semait 12 000 kg de froment, alors que le cultivateur par l'antique méthode ne parvenait que difficilement à semer 800 kg dans sa journée (pendant toute la durée du jour, à l'époque des semailles). Mais, pour la défense des cultures contre les parasites, l'aviateur fait, là encore, beaucoup mieux que le paysan : quatre heures de sulfatage « aérien » aboutissent au même résultat que trente jours de travail effectué par deux ouvriers opérant manuellement sur le sol à « désinfecter ». Chaque avion est pourvu d'un dispositif quasi automatique qui répartit uniformément soit les produits chimiques, soit les semences sur les espaces délimités sur les cartes dressées par les exploitants agricoles. Pour les opérations de sulfatage, certaines précautions sont à prendre évidemment, afin d'éviter que la poudre ne s'enflamme dans certaines conditions provoquées par l'électricité atmosphérique. De plus, pour que les différentes opérations nécessitées par l'agriculture soient correctement effectuées, l'aviateur doit toujours voler à très basse altitude, ce qui exige du pilote une véritable virtuosité pour parcourir à quelques mètres du sol et à grande vitesse (plus de 200 km/h) les immenses cultures qui réclament ses soins aux diverses saisons auxquelles correspondent les travaux des champs variés et alternés. Voilà encore une nouvelle utilisation de l'aéronautique qui, tout en simplifiant le travail de l'homme, rend de grands services à l'agriculteur sans cesse à l'affût des plus récents progrès de la science appliquée à l'agronomie.

LA SITUATION DES INDUSTRIES DE L'AUTOMOBILE EN FRANCE EST ALARMANTE

L'année 1937 n'aura pas été particulièrement favorable à l'industrie et au commerce de l'automobile en France, ni au point de vue du marché intérieur ni à celui du marché extérieur, et cela en dépit des dévaluations successives qui auraient dû favoriser l'exportation. En effet, la diminution sensible des véhicules (de tourisme et industriels) immatriculés au cours de l'an dernier est symptomatique à cet égard : près de 5 500 voitures à usage personnel de moins enregistrées en 1937, par rapport à 1936 ; 700 véhicules industriels et commerciaux de construction française de moins immatriculés pendant la même période. Au total, on compte donc, d'une année à l'autre, 184 998 unités pour tous véhicules à traction mécanique routière de différentes catégories contre 190 168 précédemment. En ce qui concerne les importations étrangères en France, on a, par contre, enregistré 8 264 véhicules (en 1937) contre 7 209 (en 1936), et cela en dépit des prix plus élevés (résultant notamment des variations de change) par les Etats-Unis, l'Angleterre, l'Allemagne, qui sont les principaux importateurs d'automobiles dans notre pays. La valeur de ces importations pour les voitures dites « de tourisme » représente ainsi, en 1937, près de 17 millions de francs contre 10 500 000 environ en 1936. Pour les véhicules dits « industriels ou commerciaux », l'accroissement est encore plus sensible : 13 millions 100 000 francs en 1937 contre 2 millions de francs en 1936. Mentionnons, en outre, les châssis non carrossés qui, à eux seuls, figurent pour plus de 9 millions de francs, soit environ neuf fois plus qu'au cours de l'année précédente. Si l'on traduit globalement la situation des importations d'une année à l'autre, pour ces véhicules automobiles de toutes catégories, on obtient un total impressionnant dépassant 45 millions de francs contre moins de 18 millions. Pour mémoire, nous

signalerons aussi les importations non négligeables en pièces détachées et accessoires (provenant notamment d'Amérique), ce qui porte le chiffre total de ces importations à plus de 167 millions de francs, contre 81 millions (environ) l'année précédente ! Pour atténuer les ombres de ce tableau assez sombre, il y a lieu, par contre, d'ajouter que nos exportations vers les autres pays (non compris l'empire colonial français) représentaient en 1937, par rapport à 1936, un accroissement dans le rapport (*ad valorem*) de 1 à 1,7, ce qui est peu puisque les importations étrangères en France ont plus que doublé. Devant une telle situation de notre commerce automobile, il n'est pas étonnant que notre production demeure actuellement peu active. Le marché intérieur pour véhicules neufs ne s'est pas développé ; mais celui de la voiture dite « de seconde main » (occasion) a pris, par contre, plus d'extension. Ceci se conçoit aisément si l'on envisage la situation économique de notre pays en 1936 et en 1937. On était en droit, d'autre part, d'escompter un nombre de véhicules de construction française plus élevé à l'exportation, par suite des cours du franc en baisse continue à partir du second semestre de 1936. Il n'en a rien été : les uns estiment que les tarifs douaniers ont nui à cet essor ; mais alors comment s'expliquer que l'Allemagne et les Etats-Unis ont exporté en Europe plus d'automobiles en 1937 qu'en 1936, et cela malgré une hausse des prix, alors que les nôtres, calculés en francs dévalués, étaient plus avantageux que ceux traduits en devises étrangères. Cet état de fait est à méditer par ceux — économistes et producteurs — qui doivent se préoccuper immédiatement de l'avenir de l'une des plus grosses industries françaises, qui fut jadis particulièrement prospère. Il ne faudrait pas, en effet, se contenter d'attribuer la cause de cette déchéance, par exemple, aux charges fiscales sur les carburants, aux tarifs prohibitifs des assurances contre les accidents, aux frais d'entretien et de garage, etc. Si l'on compare impartialement ces dépenses, en France, à celles correspondantes pour une voiture à peu près semblable en circulation dans certaines nations d'Europe, on constate qu'elles ne sont pas si différentes (à part quelques pays). Il y a donc, à notre avis, d'autres facteurs qui interviennent au premier chef et qui relèvent de la politique des constructeurs français. Ceux-ci répondent-ils bien tous aux besoins des diverses clientèles de notre pays qui sont cependant de plus en plus convaincues des avantages de la locomotion mécanique routière dans les différents domaines de leur activité professionnelle et sociale ? Mais cela est un autre point de vue sur lequel nous reviendrons en détail.

VERS DES PAQUEBOTS AÉRIENS DE 500 TONNES

A l'Institut de Recherches Aéronautiques des Etats-Unis (*N. A. C. A.*), dont nous avons exposé en détail ici l'organisation scientifique et technique (1), on se préoccupe actuellement de l'établissement de cellules de grande capacité, pesant jusqu'à près de 120 t — pour l'instant — afin d'assurer à l'aviation de transport le meilleur rendement commercial possible, en vue, notamment, des liaisons aériennes intercontinentales à grande distance. C'est ainsi que M. I. R. Metcalf, directeur du *N. A. C. A.*, fait poursuivre activement des recherches pour établir le rapport optimum de la charge utile transportée au poids total de l'appareil en vol, afin de déterminer quel sera le tonnage le plus « adéquat » qu'il y aurait lieu d'adopter en tenant compte des conditions d'utilisation dans un trafic aérien déterminé. Ces « géants de l'air » devraient, en effet, traverser, selon lui, les océans à des vitesses pas très éloignées de 650-700 km/h, en naviguant, bien entendu, à haute altitude. Aussi prévoit-il déjà la fabrication — à plus ou moins brève échéance — de moteurs de grande puissance utilisant des carburants spécialement étudiés (indice d'octane élevé, etc.) pour les alimenter en obtenant le rendement maximum. Il envisage, d'ores et déjà, des puissances unitaires de l'ordre de 2 000 ch ! Le problème si délicat des hélices fait aussi l'objet d'études spéciales, pour savoir s'il y a lieu d'adopter,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 247, page 68.

pour la propulsion de ces futurs paquebots aériens, des hélices propulsives de préférence. Dans ce cas, la transmission s'effectuerait au moyen d'arbres intermédiaires pour les actionner, les moteurs étant alors « noyés » dans les ailes mêmes et non plus sur le « bord de fuite » trop peu résistant pour des moteurs aussi puissants que ceux envisagés pour ces appareils géants.

Des expériences, exécutées avec un appareil monoplan bimoteur « Allison » de 2 000 ch (au total), avec un dispositif *propulsif* de ce genre, aurait-il, donné de très bons résultats. Dès 1938, on envisage en Amérique la construction d'avions ou hydravions de très grande capacité pesant 500 t, qui seront un jour utilisés pour l'exploitation des très longs itinéraires où la sécurité des passagers sera au moins comparable à celle des autres moyens de transport par locomotion mécanique sur terre comme sur mer.

A ce moment, les Compagnies de navigation maritime auront fort à faire pour lutter avec succès contre la concurrence de ces paquebots aériens beaucoup plus rapides, très confortables, sûrs et réguliers, et qui coûteront en outre moins cher non seulement à construire que des *Normandie*, mais dont les tarifs de passage seront beaucoup plus avantageux que ceux pratiqués par les compagnies de navigation maritime. Nous verrons cela d'ici dix ans...

RAVITAILLEMENT EN MATÉRIEL ET EN MUNITIONS DES ARMÉES EN CAMPAGNE

Les récents combats sur les fronts d'Espagne confirment chaque jour davantage que la consommation d'armes et munitions est si intense que le ravitaillement ne peut plus suivre. Les formations en ligne doivent alors attendre ces matériels et ces munitions, canons, avions, chars pendant un certain temps. Ainsi les armées perdent leur temps entre deux attaques. Avec des mitrailleuses qui tirent 600 projectiles à la minute, avec des fusils tels que le « Schmeisser » allemand (de 9 mm à 30 coups), avec les canons antichars et antiaériens, telles les pièces de 20 mm livrées par une firme suisse spécialisée en quantités énormes aux troupes gouvernementales (1), on peut aisément concevoir l'ordre de « grandeur » des approvisionnements à prévoir pour répondre aux besoins des différentes « armes » pourvues de matériels modernes. Rappelons que les chars de combat *légers* (6 t), mal protégés, trop rapides pour assurer un tir efficace (45 km/h), ont démontré leur inutilité et leur vulnérabilité dans les conditions où on les utilisait.

Il n'en aurait pas été de même si les belligérants avaient eu en possession des engins comparables aux tanks *lourds* anglais (près de 75 t), armés de pièces à tir courbe de 155 mm et à tir tendu de 75 mm, et de 5 mitrailleuses de 13 mm environ avec une protection blindée sur 50 mm d'épaisseur (acier spécial). C'est là un puissant engin de rupture qui doit pouvoir être très efficace dans les opérations stratégiques d'envergure. Sa vitesse est du reste modérée, par suite de son poids, et aussi pour pouvoir permettre à son équipage de 13 hommes de manœuvrer et de tirer dans les meilleures conditions possibles.

Nous aurons du reste l'occasion d'en parler à nouveau lorsque nous étudierons l'évolution de l'arme blindée en 1938. Nous reparlerons aussi de l'aviation dans le ciel espagnol afin de justifier les conséquences de cette constatation : le rapport des vitesses entre l'avion de chasse et l'avion de bombardement est aujourd'hui de 118 à 100 seulement, alors qu'il y a un an à peine, il était de 152 à 100. Aussi des appareils qui se déplacent à quelque 500 km/h rendent-ils particulièrement difficile

(1) L'industrie de l'armement en Suisse est actuellement particulièrement prospère, par suite des fournitures effectuées notamment au gouvernement espagnol. C'est ainsi qu'une firme suisse ne cesse de livrer à des prix avantageux des matériels ultra-modernes, tel que le canon antichars de 20 mm, léger, si maniable, dont le projectile perforé à 300 m un blindage de 40 mm d'acier sous un angle de tir de 90°. Les industriels des pays dits « neutres » trouvent ainsi leur compte dans les conflits armés qui se prolongent sur divers continents et aussi dans ceux qui menacent à l'horizon.

le combat aérien, puisque le mitrailleur (ou le canonnier) ne dispose que de 4/10 de seconde, dans le premier cas, pour tirer efficacement d'une distance de moins de 100 m. Avec le canon automatique genre Oerlikon, de 20 mm, cette distance peut atteindre 700 m, et le tireur dispose alors de près de 3 secondes. L'avion-canon constitue l'arme de l'aviation par excellence et les divers modèles, mis au point tout dernièrement par certaines nations, rendent cette arme particulièrement redoutable pour les « bombardiers ».

VOICI LE NOUVEAU DIRIGEABLE « L. Z.-130 » GONFLÉ A L'HÉLIUM

Ainsi que *La Science et la Vie* l'a annoncé immédiatement après la catastrophe du dirigeable *Hindenburg* (1), en mai 1937, la Compagnie Zeppelin n'avait pas renoncé à poursuivre la construction du nouveau dirigeable *L. Z.-130*, de 246 m de longueur et de 41 m de diamètre, entièrement en alliages d'aluminium et aciers spéciaux. Il sera propulsé par quatre moteurs à combustion interne, de 4 000 ch chacun, pour réaliser une vitesse de croisière (moyenne) de 125 km/h. Pour son gonflement, il faudra près de 200 000 m³ d'hélium ; il pourra transporter 40 passagers en vingt cabines offrant tout le confort des paquebots. L'effort a porté notamment sur l'obtention du minimum de poids pour les moindres détails. Sa construction s'achève actuellement à Friedrichshafen, et les essais sont déjà prévus pour le courant de l'été de 1938. Si, comme il est à supposer, les résultats sont satisfaisants, le plus grand dirigeable construit à ce jour va entreprendre la traversée de l'Atlantique-Nord en vue de concurrencer — par certains avantages — la liaison Europe-Amérique établie par voie aérienne en utilisant les avions et les hydravions. Nous avons exposé ici (2) les avantages et inconvénients respectifs des deux modes de locomotion, soit par aéronefs plus légers, soit par plus lourds que l'air. Le *L. Z.-130* sera bien entendu, cette fois, gonflé à l'hélium, pour éviter le retour des catastrophes enregistrées avec les engins sustentés par l'hydrogène.

L'Allemagne n'est pas seule à utiliser des dirigeables : l'U. R. S. S. possède également une flotte d'aéronefs, qui comprend actuellement une demi-douzaine d'unités de différentes dimensions ; l'un d'eux fut détruit dernièrement par percussioin contre une montagne recouverte de neige. Ainsi, contrairement à certaines opinions assez courantes en France, le dirigeable est loin d'être abandonné pour la navigation aérienne par certaines grandes nations, qui ne manquent pas d'y avoir recours non seulement pour le trafic commercial, mais encore pour diverses applications. Nous y reviendrons lorsque le *L. Z.-130* sera mis en service.

LES CHANTIERS NAVALS DU MONDE ONT LANCÉ PLUS DE NAVIRES EN 1937 QU'EN 1936 ; SEULE, LA FRANCE EST EN RÉGRESSION

Le *Lloyd Register* (toujours intéressant à consulter enfin d'année) nous informe que le tonnage des navires de commerce lancés en 1937, dans le monde entier, s'élève à 2 millions 690 580 t, soit une augmentation de 27 % par rapport à 1936. La Grande-Bretagne arrive en tête avec 920 822 t (en accroissement de près de 8 %). Puis viennent : le Japon, avec 451 121 t (soit 156 260 t de plus qu'en 1936) ; l'Allemagne, avec 435 606 t (soit 55 625 t de plus qu'en 1936) ; l'U. S. A., avec 239 445 t (soit 127 560 t de plus qu'en 1936). Parmi les autres principaux pays constructeurs qui ont lancé dans leurs chantiers maritimes des bâtiments pour leur marine marchande il faut encore citer la Hollande (183 509 t) ; la Suède (161 009 t), également en augmentation. La France n'a construit que 21 918 t, encore en diminution de près de 22 000 t par rapport à l'année précédente. Cette constatation est inquiétante pour la prospérité de nos industries des constructions navales privées et l'avenir même de notre pavillon sur les mers du globe.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 241, page 76. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 249, page 213.

LE MÉCANISME DU VOL « BATTU » RÉVÉLÉ PAR LA CINÉMATOGRAPHIE

Par Henry GIRERD

INGÉNIEUR CIVIL DE L'AÉRONAUTIQUE
DOCTEUR ÈS SCIENCES, ASSISTANT AU COLLÈGE DE FRANCE

L'observation directe du vol des oiseaux ne permet pas d'analyser complètement le mouvement de leurs ailes, dont les battements se succèdent (même pour les plus grandes espèces), à cadence beaucoup trop rapide. Mais la cinématographie (après les études du siècle dernier, grâce à la chronophotographie de Marey) permet maintenant, en décomposant ce mouvement, de mettre en évidence le mécanisme si simple en apparence, mais en réalité extrêmement complexe, réalisant à la fois et la sustentation et la propulsion de l'oiseau. Pour mener à bien cette tâche, le laboratoire spécialisé du Collège de France a fait appel aux résultats les plus récents de la technique aérodynamique pour mesurer avec précision les vitesses des courants d'air, obtenir l'enregistrement des variations de pression sur l'extrados et l'intrados de l'aile pendant les phases successives du battement, observer les systèmes tourbillonnaires (rendus visibles par la fumée) engendrés par le vol de l'oiseau. C'est ainsi que, tout récemment, on a pu mettre au point un dispositif — unique au monde — de cinématographies simultanées dans les trois dimensions de l'espace. Ainsi il devient possible d'établir graphiquement, avec une exactitude jusqu'ici inconnue, les positions de l'oiseau et ses attitudes successives dans les différentes phases de son vol : décollage, vol ascendant, atterrissage. On peut donc désormais interpréter les modalités particulièrement complexes du vol battu. Peut-être même qu'un jour l'homme volant pourra réussir mécaniquement (comme pour le vol à voile utilisant l'énergie interne des courants aériens d'origine dynamique ou thermique) à égaler sinon à « surclasser » l'oiseau dans son vol battu. Les recherches exposées dans l'article ci-dessous auront alors, pour une large part, contribué à cette nouvelle conquête de la science appliquée au vol humain, grâce aux progrès de la cinématographie qui autorisent les prises de vue dans les trois dimensions de l'espace.

LE vol des oiseaux a été de tout temps un sujet d'étonnement et d'admiration pour les observateurs. Que l'oiseau vole en battant des ailes ou que, durant des heures entières, il se sustente sans donner un battement, les chercheurs se sont demandé quelles étaient et les causes du vol à voile, et les modalités des battements que l'observation directe ne permet pas d'étudier.

Sans revenir ici sur le vol à voile, utilisation de l'énergie interne du vent, soit de l'énergie thermique dans le vol en orbe des grands voiliers africains, soit de l'énergie dynamique du vent dévié vers le haut par les obstacles, nous rappellerons que ce mode de vol, si mystérieux tant que les sir Hiram Maxim ou les Mouillard n'en eurent point découvert les causes, a pu être imité par l'homme qui, volant dans les courants ascendants d'origine dynamique et thermique, a même surpassé son maître en utilisant, comme Kronfeld, les courants ascendants d'origine thermique des fronts d'orage.

Le vol battu a été, lui aussi, l'objet des observations de très nombreux savants et une bibliographie de la question représen-

terait, par la seule énumération de ceux qui s'occupèrent de la question, plusieurs pages de cette revue. Signalons seulement que les difficultés de l'observation directe du vol battu, provenant de l'impossibilité qu'éprouve l'œil humain de percevoir les mouvements très rapides, ont conduit aussi bien Léonard de Vinci que, il y a à peine cinquante ans, le docteur Alix — pour ne citer que ceux-là — à chercher dans les dispositions anatomiques de l'oiseau la forme du battement.

Pratiquée seule, l'étude anatomique de l'oiseau conduit à des conclusions erronées

Les oiseaux sont caractérisés par leurs membres antérieurs qui, avec leurs plumes, sont manifestement les organes essentiels du vol. Sans insister sur l'anatomie des ailes, recherchons les muscles commandant leurs mouvements (fig. 1). Le plus important en poids et en volume est le *grand pectoral* (1). Sa

(1) Il est inséré sur l'humérus par un très large ligament, et par une ligne très longue sur la ceinture scapulaire et le bréchet, cet éperon du sternum.

disposition anatomique, ses insertions en font manifestement un muscle abaisseur et, si on ne regarde que l'orientation moyenne de ses fibres, un muscle qui abaisse l'aile du haut vers le bas, en la tirant de l'avant vers l'arrière.

En dessous du grand pectoral, dans l'angle du bréchet et du sternum, s'insère le *petit pectoral* (1). C'est un muscle releveur, ainsi que l'on peut s'en assurer sur l'animal fraîchement tué en faisant jouer ce muscle dont le poids et le volume sont très inférieurs à ceux du grand pectoral.

Les autres muscles qui s'insèrent sur l'humérus semblent jouer surtout un rôle dans les rotations de l'humérus autour de son axe longitudinal, ou dans les mouvements de repli de l'aile le long du corps quand l'oiseau est au repos.

On voit que la disposition relative des muscles et de l'articulation huméro-scapulaire a conduit sans erreur de logique les anatomistes à dire que l'aile agit comme une rame. Portée en avant de la tête quand elle est en haut (on ne voit pourtant pas très bien par quels muscles), elle s'abaisse, tirée tout à la fois vers le bas et l'arrière par le grand pectoral.

Le docteur Marey, professeur au Collège de France, devait, le premier, montrer qu'en réalité l'aile de l'oiseau s'abaisse en étant portée *en avant* et non en arrière, comme le voudrait l'étude purement anatomique (2). Pour cela, après la prodigieuse complexité du pantographe à air, il inventa la chronophotographie, puis la cinématographie.

Les successeurs de Marey — et parmi eux le docteur Magnan, lui aussi professeur au Collège de France — ont poursuivi, en utilisant des instruments de plus en plus perfectionnés, les études de Marey, et c'est en quelque sorte l'ensemble de nos connaissances actuelles sur la question que nous allons exposer aujourd'hui.

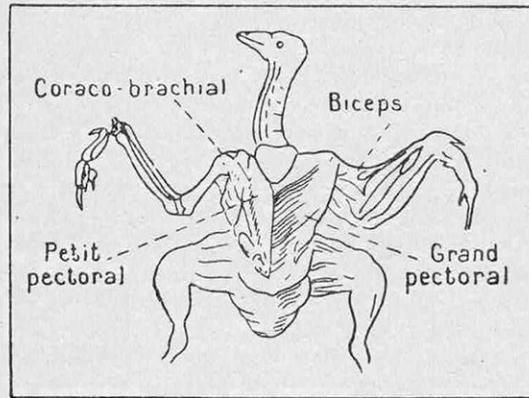
(1) Dont l'extrémité supérieure vient, par un ligament long passant dans un orifice spécial de l'articulation ou, plus exactement, de la symphyse omoplate-coracoïde-clavicule, s'insérer sur l'humérus à peu près sur la même génératrice que le grand pectoral.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 14, page 253.

La cinématographie dans les trois dimensions de l'espace précise et décompose le mécanisme du battement

En utilisant des appareils de prise de vues à grande vitesse permettant de prendre jusqu'à 240 vues par seconde, on a pu déterminer avec précision le nombre de battements des différentes espèces d'oiseaux. Cette détermination a mis en évidence la loi qui lie l'envergure au nombre de battements. Le produit de l'envergure par le nombre de battements est une constante pour une espèce déterminée, et même pour un groupe déterminé (1). Ainsi un petit oiseau ayant

20 cm d'envergure donne 20 battements par seconde. Le produit est 400. Un pigeon de 60 cm d'envergure donne 6 et 7 battements par seconde : le produit est aussi aux environs de 400. Cette loi permet de prévoir le nombre de battements d'un oiseau dont on connaît l'envergure. Un oiseau de 2 m d'envergure donnerait 2 battements par seconde et, si l'on cherchait à imaginer un appareil à ailes battantes



(D'après L. James.)

FIG. 1. — SCHÉMA MONTRANT LA DISPOSITION ANATOMIQUE DES MUSCLES DES MEMBRES ANTÉRIEURS DU PIGEON

semblables sur ce point aux oiseaux, on trouverait que, pour donner 1 battement par seconde, il faut une envergure de 4 m. Ceci peut être un guide précieux pour ceux que préoccupent la question du vol battu mécanique et les inciter à ne pas prévoir un très grand nombre de battements par seconde si l'envergure est importante.

Le professeur Marey avait constaté qu'une série unique d'images cinématographiques d'un oiseau en vol ne permettait pas une étude complète du vol, les attitudes des ailes les faisant voir, sur certaines images, dans des positions très difficiles à étudier. Il avait préconisé, sans pouvoir la réaliser, une installation permettant la cinématographie simultanée dans trois directions perpendiculaires. J'ai pu, dans le laboratoire du docteur Magnan, au Collège de France, réaliser, avec le docteur Perrilliat-Botouet, un dispositif répondant à ce désir.

(1) Des enregistrements récents montrent que cette loi du docteur Magnan ne peut être considérée que comme une première approximation.

L'oiseau étudié vole dans un espace vu directement par l'appareil de prise de vues et dans deux autres directions par le même appareil, après que les rayons lumineux issus de l'oiseau se sont réfléchis sur des miroirs plans convenablement orientés.

On obtient ainsi trois images simultanées de l'oiseau. Après une épure de restitution, elles permettent de déterminer avec une très grande précision les positions exactes de l'oiseau en vol. Sans faire de restitution, les images obtenues donnent une très suffisante approximation des attitudes de l'oiseau.

La série de photographies reproduite ici montre que l'oiseau abaisse ses ailes depuis une position où elles sont collées par leurs faces dorsales. Cette abaissement se fait avec un certain angle sur la trajectoire de l'aile, le bord arrondi de l'aile se trouvant en avant du bord effilé. Quand l'aile atteint approximativement la position horizontale, l'aile bâtarde, ce bouquet de plumes situé à l'articulation de la main, se sépare de l'aile vers l'avant, puis l'aile tout entière est portée en avant et, tout en se tournant pour que son plan devienne vertical, effectue la phase que le docteur Magnan a appelée l'encerclement, phase qui se termine par le croisement, en avant de la tête de l'oiseau, des grandes rémiges.

Ce mouvement d'encerclement est possible à cause de la disposition de l'articulation du bras sur l'avant-bras, articulation en charnière, dont l'axe de rotation ne devient

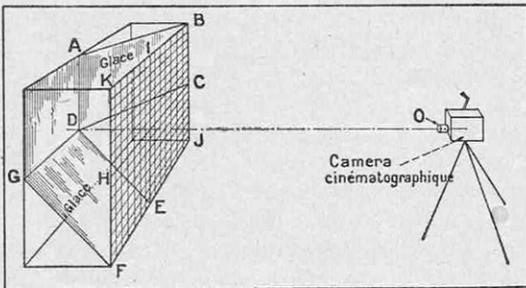


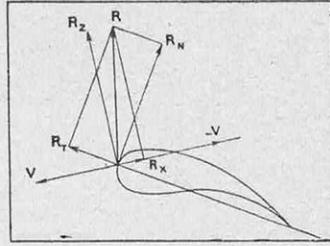
FIG. 2. — PRINCIPE DE LA CINÉMATOGRAPHIE SIMULTANÉE DU VOL D'UN OISEAU DANS TROIS DIRECTIONS RECTANGULAIRES

L'axe optique de l'appareil cinématographique demeure horizontal, en O D. L'oiseau est placé derrière un cadre repère K B J F à mailles carrées de 50 mm de côté. Il peut voler dans le volume A I K H G D en étant vu simultanément dans trois directions perpendiculaires deux à deux, grâce, d'une part, à la glace verticale A B C D dont les côtés horizontaux font 45° avec l'axe optique, d'autre part, à la glace oblique D E F D dont les arêtes horizontales sont perpendiculaires à l'axe optique et les deux autres côtés font 45° avec ce axe.

FIG. 3. — LA « POLAIRE » D'UNE AILE SUIVANT LILIENTHAL

L'aile est animée d'une vitesse V (la vitesse du vent relatif est $-V$). La force

aérodynamique résultant de ce mouvement est R . Suivant la méthode classique, on la décompose en deux composantes : l'une, R_x , suivant la direction du vent relatif ; l'autre, R_z , perpendiculaire à cette dernière. On retrouve ainsi la traînée (ou résistance à l'avancement) et la portance. Mais il est possible d'effectuer cette décomposition, comme l'a proposé l'aérodynamicien Lilienthal, suivant des directions liées à l'aile et d'obtenir ainsi : R_T , suivant la corde de l'aile, et R_N , normale à cette corde. La composante R_T tend à tirer l'aile vers l'avant, ce qui explique le mouvement mis en évidence par le cinéma.



vertical que si l'humérus est à peu près horizontal. Mais nous avons vu que les muscles de l'oiseau insérés très en arrière de l'articulation huméro-scapulaire ne pouvaient provoquer cet encerclement. L'explication de ce mouvement est probablement donnée par la considération de la « polaire » de Lilienthal (fig. 3).

On sait que le célèbre précurseur allemand avait étudié les composantes aérodynamiques des ailes en liant ses axes de référence non pas au vent relatif, comme il est admis aujourd'hui de le faire, mais, au contraire, à l'aile. Dans ce système de représentation, on constate que, dans un très grand domaine d'incidences, il existe une « auto-propulsion » de l'aile (dans le sens particulier qu'il faut donner à ce terme à ce propos), c'est-à-dire que l'aile se trouve portée en avant. Il est d'ailleurs facile de se rendre compte de ce phénomène en abaissant violemment une aile empaillée. On constate une très vive propulsion, de même en utilisant une aile artificielle, même à bord d'attaque très peu marqué.

L'encerclement terminé, le petit pectoral entre en jeu. Il provoque d'abord la rotation de l'humérus, ce qui fait prendre aux ailes une forme en conque très caractéristique dans les vues par-dessous ; puis il oblige l'aile à se relever en se pliant à ses différentes jointures et en donnant aux rémiges une disposition en persiennes, qui est très curieuse. Enfin, l'aile se déploie à nouveau complètement au-dessus du corps de l'oiseau, prête à recommencer un battement.

Il faut rendre un admiratif hommage

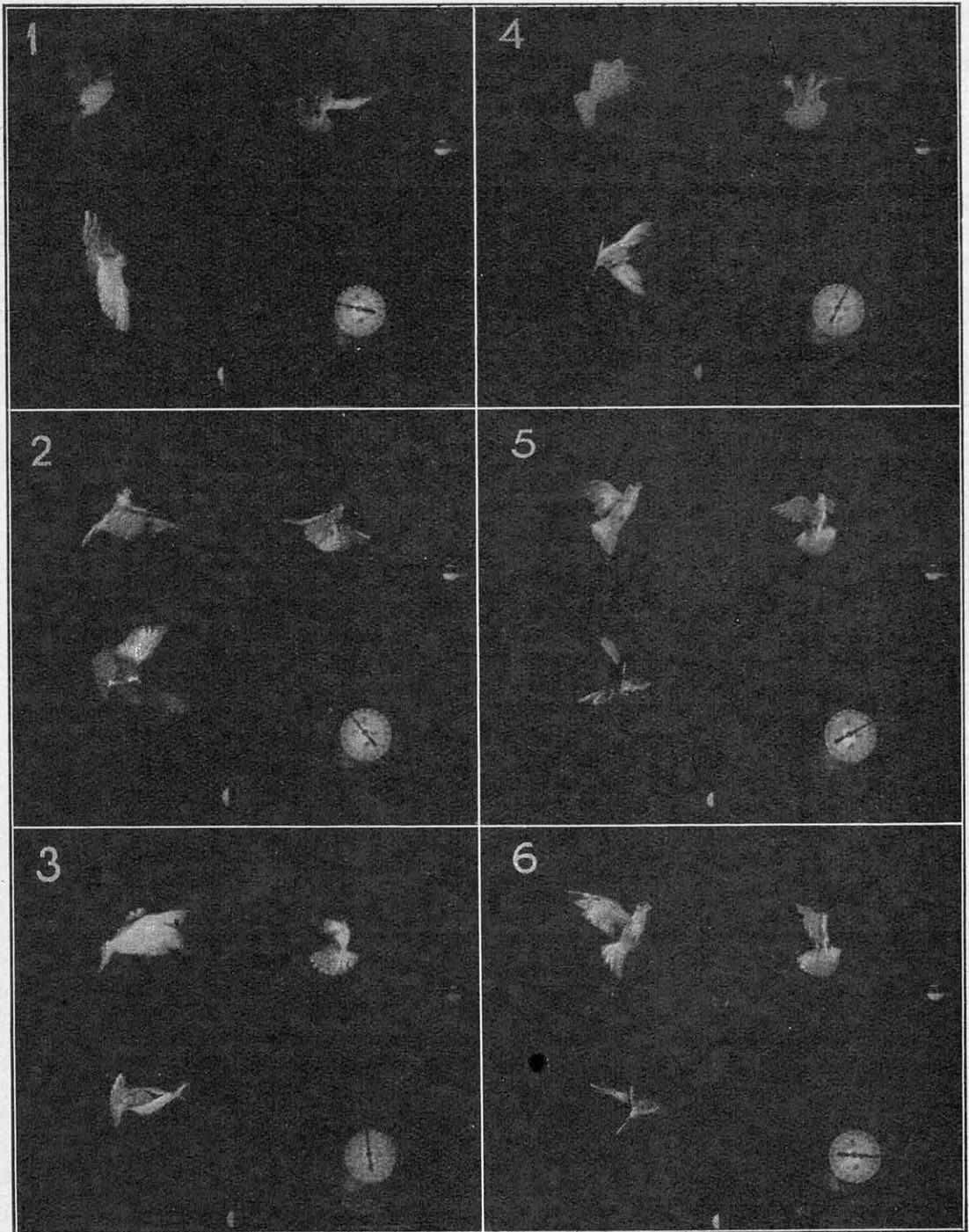


FIG. 4. — LES ATTITUDES SUCCESSIVES D'UN PIGEON EN VOL RÉVÉLÉES PAR LA CINÉMATOGRAPHIE SIMULTANÉE DANS TROIS DIRECTIONS PERPENDICULAIRES DEUX A DEUX

Les six photographies ci-dessus sont extraites d'un des premiers films obtenus au Collège de France par la nouvelle technique de cinématographie simultanée dans trois directions perpendiculaires. La vue directe (supérieure gauche) montre l'animal de profil. La vue dans la glace verticale supérieure droite montre l'oiseau vu de face. La vue dans la glace inférieure (inférieure gauche), l'animal vu par-dessous. La roue phonique tourne à la vitesse de 5 tours/s. En 1, les ailes, durant l'abaissement, sont complètement étalées. On remarquera la position de l'aile bâtarde. En 2, l'abaissement s'accompagne d'une propulsion en avant des ailes toujours précédées de l'aile bâtarde. En 3, l'encerclement peut aller jusqu'au croisement des ailes en avant du corps de l'oiseau, ce qui donne une idée de la violence du mouvement. En 4, la relevée s'effectue en imprimant à l'aile des rotations complexes donnant une forme en persienne très caractéristique. En 5, les ailes se relèvent de plus en plus pour se toucher complètement par leur face (externe au repos) dans la vue 6.

à Marey, qui, dès les premiers balbutiements de la cinématographie et de la chronophotographie, avait déjà mis en évidence ces différentes attitudes de l'oiseau. Les cinématographies simultanées à trois directions, que nous avons réalisées, n'apportent que des précisions supplémentaires dans un domaine remarquablement défriché par Marey.

Parmi ces détails, je signalerai la mise en évidence de l'aile bâtarde, ce paquet de plumes situé à la hauteur de l'articulation métacarpienne et qui, dans l'abaissée et le début de l'encerclement, s'écarte en avant du bord d'attaque, semblant jouer le rôle de l'aile à fente utilisée en aviation (1).

Grâce à la précision des clichés obtenus dans trois directions, on peut envisager de tracer avec une grande rigueur l'épure à trois projections des différentes attitudes d'un oiseau en vol. En particulier, les différentes positions de la queue dans les différentes phases du vol : décollage, vol ascendant, vol horizontal sont assez facilement interprétables.

De même, on peut constater que l'angle formé par les deux positions extrêmes des ailes, au-dessus du corps et en avant de la tête, est très peu variable d'un mode de vol à un autre pour un oiseau donné.

L'étude cinématographique a également permis de mettre en évidence que l'animal aspire de l'air en avant de lui pour le rejeter en arrière. Le mécanisme de cette aspiration et de ce refoulement a fait l'objet de nombreuses recherches que l'on peut rassembler sous le nom d'étude du champ aérodynamique autour d'un oiseau en vol.

Cette étude peut être divisée en trois parties qui sont : l'étude anémométrique proprement dite, ayant permis de déterminer les vitesses autour d'un oiseau, au point fixe ou en vol ; la mesure des pressions ; la « visualisation » des mouvements de l'air autour d'un oiseau.

Comment on mesure la vitesse de l'air autour d'un oiseau en vol

La détermination des vitesses autour de l'oiseau a été effectuée par le docteur Magnan et ses collaborateurs, en utilisant un fil de platine chauffé à une température convenable et dont les variations de tem-

pérature sont une fonction assez complexe de la vitesse du vent.

L'utilisation des fils chauds comme anémomètres présente l'avantage considérable de n'introduire dans le courant d'air étudié qu'un obstacle extrêmement réduit, les fils utilisés ayant 5/100 à 10/100 de mm de diamètre ; mais une très grosse difficulté tient au fait que la sensibilité du fil chaud, c'est-à-dire la réponse qu'il donne à une variation donnée de la vitesse du vent, est très rapidement décroissante avec cette vitesse.

On constate, en effet, que, si l'on mesure l'intensité qui passe dans un fil chaud, cette intensité est une fonction du quatrième degré de la vitesse du vent. Pour des études aérologiques, le docteur Magnan et ses collabo-

rateurs (1), MM. Huguenard et Planiol, ont réalisé toute une série de systèmes de compensation qui ont permis d'obtenir des courbes de réponse rectilignes. Sans entrer dans le détail de ces dispositifs, signalons qu'il faut utiliser un appareil récepteur dont la courbe propre soit, elle aussi, du quatrième degré pour compenser celle du fil chaud. L'utilisation d'un « shunt » convenable, ou des parties courbes des caractéristiques grille ou filament des lampes à trois électrodes,

a permis d'obtenir des courbes de tarage rectilignes. Ce problème de l'anémométrie à fils chauds a été étudié en vue d'applications multiples par un grand nombre de chercheurs, soit en France, soit en Angleterre, soit en Hollande.

L'application à l'étude du vol battu a été surtout faite pour les insectes et MM. A. et Cl. Magnan ont montré que, pour ces animaux, le courant d'air émis était, à une certaine distance de l'insecte, à vitesse constante. Pour les oiseaux, ce courant d'air subit, au contraire, des variations de vitesse qui ont la même période que le battement des ailes. (Perrilliat-Botouet.)

Enfin, il a été possible de placer un fil chaud sur l'aile même d'un pigeon et de suivre pendant le vol les variations de la vitesse relative de l'aile par rapport à l'air. Il est manifeste que la courbe ainsi obtenue doit présenter deux maxima, d'intensité différente, par battements : maxima correspondant l'un à l'abaissée et l'autre à la relevée des ailes de pigeon. (Cl. Magnan.)

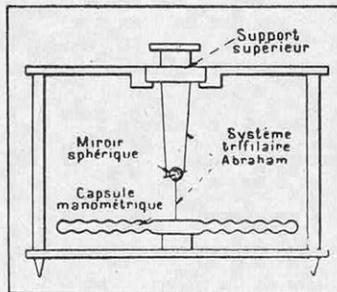


FIG. 5. — SCHEMA DU DISPOSITIF A TROIS FILS POUR L'AMPLIFICATION DES VARIATIONS RAPIDES DE PRESSION

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 376.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 76, page 302.

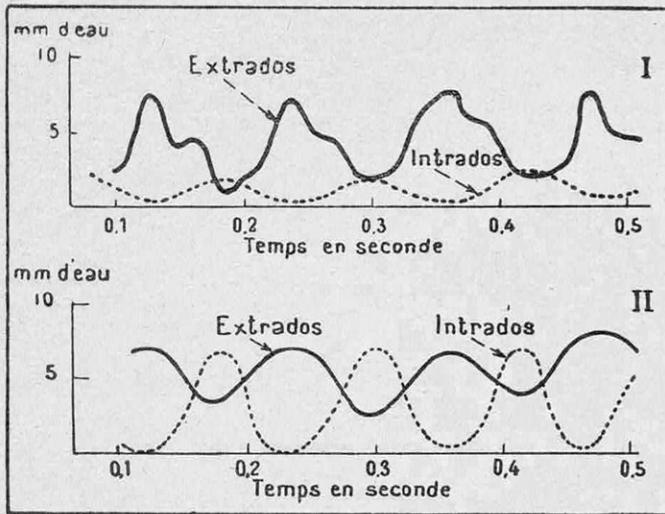


FIG. 6. — DIAGRAMMES DES PRESSIONS RELEVÉES SUR LES DEUX FACES DE L'AILE D'UN PIGEON

La courbe du haut, relevée pendant le vol normal, montre que la variation de pression en un point de l'extrados suit une courbe ayant même période que le coup d'aile, mais avec deux maxima. Les maxima de l'intrados correspondent aux minima de l'extrados. La courbe du bas a été relevée lorsque le pigeon tenu par les pattes cherchait à s'échapper par des efforts violents. Dans ce cas, les maxima de l'extrados et de l'intrados ont sensiblement même valeur. Les valeurs portées en ordonnées sont des dépressions par rapport à la pression atmosphérique, aussi bien en ce qui concerne l'extrados que l'intrados.

La répartition des pressions sur l'extrados et l'intrados de l'aile d'un oiseau

Nous nous sommes proposés, le docteur Magnan et moi, de rechercher les variations de pressions correspondant aux différentes phases du battement, et nous avons, pour cela, réalisé un micromanomètre à enregistrement photographique comportant une coquille d'argent à grande sensibilité, du type utilisé couramment dans les indicateurs de vitesse pour avion. En général, les déformations de ces coquilles sont amplifiées par un système de pignon et râtelier qui présente non seulement une inertie mécanique trop grande pour permettre à l'aiguille de suivre de rapides variations de pressions, mais qui, par le jeu nécessaire à leur fonctionnement, présentent, en outre, une certaine hésitation autour du zéro.

Nous avons utilisé, pour amplifier les déformations de la coquille, le dispositif trifilaire de la

figure 5 que j'avais mis au point avant d'apprendre qu'il était considéré comme classique par les élèves de M. Abraham, professeur à l'École normale supérieure.

Le calcul et l'expérience montrent qu'il est possible, par ce dispositif, de mesurer des variations de longueur extrêmement faibles. (Il m'a été possible de mesurer, avec ce dispositif, les variations de longueur d'une tige de cuivre de 25 cm de long, quand la température de la pièce varie de quelques degrés, et même d'enregistrer la contraction de certains échantillons d'Invar pour des températures croissantes.) Dans le cas qui nous occupe, le dispositif trifilaire permet de réaliser très facilement un moyen d'amplification extrêmement puissant, surtout si l'on peut mesurer les rotations par la méthode du miroir de Poggen-dorf. Il apporte, en outre, le moyen de réaliser un dispositif élastique — donc sans jeu — pouvant suivre de très faibles périodes et dont l'amortissement critique peut être facilement réalisé.

Nous avons pu, à l'aide de semblables micromanomètres, non seulement enregistrer les variations de pressions dynamiques et statiques à l'aide d'un tube de Pitot (simple tube ouvert à une extrémité et dont l'autre est reliée par un tube en caoutchouc

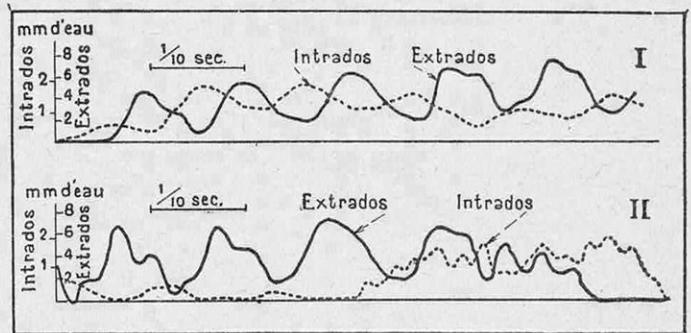


FIG. 7. — DIAGRAMME DES PRESSIONS RELEVÉES SUR LES AILES D'UN PIGEON PENDANT L'ENVOL, LE VOL HORIZONTAL ET L'ATTERRISSAGE

Le début du diagramme I se rapporte à l'envol du pigeon qui court au sol avant de décoller; la dépression d'intrados est très importante. Dans le vol normal, on retrouve les deux maxima de la dépression d'extrados, observés sur la figure 6. La fin de la courbe II, caractérisée par un accroissement de la dépression d'intrados, correspond à l'atterrissage.

au manomètre) placé entre les ailes d'un pigeon battant des ailes au point fixe, mais encore, en plaçant des orifices de prise de pression sur les ailes du pigeon, enregistrer, au point fixe d'abord, puis en vol, les variations de pressions sur l'extrados et sur l'intrados de l'aile.

Pour cela, nous avons cousu sur l'aile un brassard métallique épousant aussi complètement que possible la forme de l'aile et nous avons relié l'orifice de prise de pression à un des manomètres. Nous avons constaté sur les enregistrements l'existence d'une période propre liée à la fréquence des battements, et que les courbes obtenues, tant au point fixe qu'en vol, ne faisaient apparaître que des dépressions tant sur l'extrados de l'aile que sur l'intrados.

Enfin, pour préciser, nous avons enregistré simultanément et les attitudes successives de l'oiseau par cinématographie et les courbes de variation de pression. Quelle que soit la position de l'orifice de prise de pression sur l'aile de l'oiseau, nous n'avons enregistré aucune surpression et uniquement des dépressions. Il est très difficile d'expliquer ce résultat en appliquant les lois classiques de l'aérodynamique, qui voudraient qu'il existe, sur toute surface se déplaçant dans un fluide, une zone de surpression. Peut-être cette zone de surpression est-elle, dans le cas du vol des oiseaux, si faible qu'elle a échappé à nos investigations ?

Il résulte de cette étude que l'oiseau est entouré, pendant toutes les phases du battement, par une dépression qui est la cause même de sa sustentation et de sa propulsion.

Cette dépression atteint son maximum sur l'extrados de l'aile pendant l'abaissement et sur l'intrados (ou face ventrale de l'aile) pendant la relevée. Dans les cas de vol durant lesquels le pigeon a une faible vitesse de déplacement : décollage, atterrissage, la dépression d'intrados atteint le tiers de la dépression d'extrados.

Dès que le pigeon possède une certaine vitesse de vol horizontal, on constate la disparition des dépressions d'intrados et

l'apparition d'un second maximum dans les dépressions d'extrados. Il semble donc que le mode de vol, tout au moins en ce qui concerne les vitesses relatives de l'aile, soit différent, suivant que l'animal est à faible vitesse — le corps très incliné sur l'horizontale ou, au contraire, quand il est à pleine vitesse — le corps presque horizontal.

Les enregistrements cinématographiques montrent pourtant que, même dans ce cas de

vol, les ailes ont, par rapport au corps, un mouvement relatif tout à fait comparable à celui du décollage ou de l'atterrissage. La considération de la vitesse relative par rapport à l'air immobile explique les différences entre les enregistrements de pression dans l'un et l'autre cas.

La « visualisation » par la fumée de tabac des mouvements de l'air autour d'un oiseau battant des ailes

L'étude de l'écoulement de l'air autour d'un obstacle placé dans une soufflerie aérodynamique a été tenté par de très nombreux expérimentateurs, et il semble que le procédé qui donne le plus de satis-

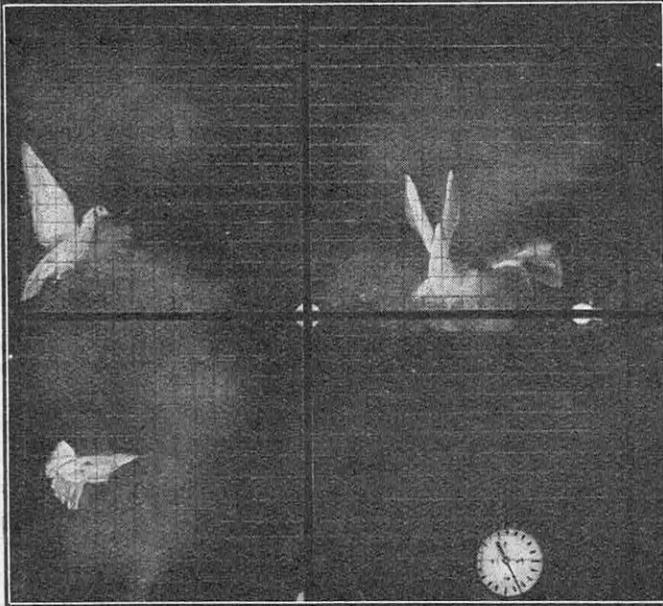


FIG. 8. — COMMENT ON ÉTUDIE, PAR LA CINÉMATOGRAPHIE SIMULTANÉE DANS LES TROIS DIMENSIONS DE L'ESPACE (PERPENDICULAIRES DEUX À DEUX), LES MOUVEMENTS DE L'AIR AUTOUR D'UN OISEAU EN VOL. *L'oiseau vole dans de la fumée de tabac qui visualise l'écoulement des filets d'air autour de l'oiseau et les tourbillons qui prennent naissance en arrière et sur ses côtés.*

faction est celui qui utilise des fumées de chlorhydrate d'ammoniaque et un éclairage très intense obtenu par tube au néon. Ce procédé, mis au point par M. Valensi, de l'Institut de Mécanique des Fluides de Marseille, a permis une remarquable étude des hélices et des interactions ailes-fuselage-empennages sur maquettes (1).

Ce procédé, à cause de sa toxicité, ne peut être utilisé pour l'étude des oiseaux, et c'est aux fumées de tabac que le docteur Magnan, puis le docteur Perrilliat et moi, avons donné notre préférence.

Malheureusement ces fumées ne sont pas très denses et, surtout, l'éclairage dont nous disposons étant insuffisant, nous n'avons pu encore pousser cette étude aussi complètement que nous l'aurions voulu.

Deux phases successives ont été réalisées. D'une part, l'étude de l'écoulement autour de l'animal tenu à la main, par les pattes, et battant des ailes pour s'échapper. Il est manifeste, d'après les enregistrements cinéma-

(1) Un procédé plus récent, dû à MM. Redon et Vinsonneau, utilise des bulles de savon qui permettent une étude beaucoup plus précise des vitesses.

tographiques, que l'oiseau aspire l'air, qui est situé en avant de lui, et le rejette violemment en arrière et en dessous de son corps. Si l'on fait jaillir une colonne de fumée en avant du corps de l'oiseau, cette colonne est très vivement rabattue en arrière.

La seconde phase est l'étude des mouvements de l'air autour de l'oiseau en vol. Nous avons pu faire voler un oiseau dans un nuage de fumée et étudier les mouvements de l'air ainsi rendus visibles. Les cinématographies, à trois directions simultanées ainsi obtenues, permettent de voir que l'air est aspiré en avant de l'oiseau et sur les côtés pour converger vers le corps de l'oiseau, puis est chassé violemment dans la direction que matérialise la queue de l'animal.

Cet écoulement est discontinu ; il a comme période celle des battements de l'oiseau, et, avec une complexité très grande, on voit se former un certain nombre de systèmes de tourbillons soit latéralement, soit en arrière de l'oiseau. L'étude de ces tourbillons nous donnera sans doute bientôt des précisions plus grandes sur le vol des oiseaux.

HENRY GIRERD.

Parmi les grandes puissances navales d'Europe, l'Italie et l'Allemagne poursuivent activement la réalisation d'un programme imposant de constructions neuves qui, d'ici 1941-42, pourrait considérablement modifier la relativité des tonnages des marines militaires des grandes nations occidentales. La répartition des forces en Méditerranée constitue, à ce point de vue, l'un des problèmes les plus actuels de la défense nationale et pour la France, et pour la Grande-Bretagne. Au début de l'année 1938, on pouvait évaluer le tonnage de la flotte italienne à 429 000 t en chiffre rond (4 cuirassés, 22 croiseurs, 114 destroyers, 81 sous-marins et, en construction, 4 cuirassés, 42 destroyers, 30 sous-marins). La flotte française opposait près de 511 000 t en chiffre rond (6 cuirassés, 1 porte-avions, 19 croiseurs, 68 destroyers, 75 sous-marins et, en construction, 3 cuirassés, 2 porte-avions, 2 croiseurs, 10 torpilleurs, 11 sous-marins). Quant à l'Angleterre, son tonnage total atteignait près de 1 300 000 t (15 cuirassés, 6 porte-avions, 59 croiseurs, 169 destroyers, 54 sous-marins et, en construction, 5 cuirassés, 5 porte-avions, 17 croiseurs, 33 destroyers, 18 sous-marins). Tel était, au début de cette année, l'inventaire des forces navales des puissances intéressées à sauvegarder leurs routes impériales dans le bassin méditerranéen. Or, en 1914, la France possédait près de 450 000 t de plus que l'Italie pour ses bâtiments de combat. Elle n'accuse maintenant qu'un excédent de 80 000 t environ. Au train où vont nos constructions navales, il se pourrait que cet écart ne fût même bientôt plus à notre avantage. Transport des troupes d'Afrique, transport du pétrole de l'Irak dépendent évidemment de cette liberté de navigation en Méditerranée, en cas de conflit armé. Mais, même à côté du problème capital des forces (tonnage des flottes), se dresse celui, aussi important, de l'équipement des bases navales et aériennes...

CHIRURGIE DU CŒUR, CHIRURGIE DU CERVEAU

Par Jean LABADIÉ

Depuis que l'asepsie rigoureuse du champ opératoire et la création d'une gamme savamment graduée d'anesthésiques lui permettent de tenir des heures durant, sans inconvénients majeurs, son patient sous le scalpel, le chirurgien risque et réussit des interventions de plus en plus audacieuses. Telles sont celles qui concernent cœur et cerveau. Le battement du premier a longtemps été considéré comme le signe même de la vie, et son arrêt comme une manifestation probante de la mort. Cependant, aujourd'hui, on sait (lorsque aucun des centres moteurs autonomes du cœur n'est en cause) réparer le tissu musculaire cardiaque et rétablir le rythme de ses pulsations momentanément suspendu. Quant au tissu nerveux, qui semblait, il y a encore quelques années, défier toute intervention, la virtuosité opératoire du chirurgien moderne permet non seulement de reconstituer par la greffe les tronçons de nerfs accidentellement détruits, mais encore d'éliminer la plupart des accidents pathologiques qui peuvent intéresser les centres nerveux en général et le cerveau en particulier. L'observation et l'interprétation de certains signes cliniques font avec précision l'emplacement des tumeurs à extraire et contribuent à guider avec précision le praticien dans ses délicates explorations à travers l'encéphale. Ainsi une technique neurochirurgicale — à la fois minutieuse et rigoureuse — a pu être mise au point pour la chirurgie curative du cerveau au cours de ces dernières années.

Les plus audacieuses réussites des chirurgiens se multiplient et ne cessent pas de nous étonner. Aux praticiens du siècle dernier, le cœur et le cerveau apparaissaient comme des organes sacrés, tabernacles où siègent, en effet, les fonctions vitales hiérarchiquement les plus élevées. Prétendre y toucher, n'était-ce point sacrilège? Le battement du cœur symbolise la vie dans sa manifestation la plus intime comme la plus absolue. Comment, dans ces conditions, imaginer qu'un cœur blessé pût s'arrêter de battre le temps de se faire recoudre par le chirurgien et puis se remettre en marche? C'était là, aux yeux des médecins de naguère, vouloir opérer un mort et le ressusciter ensuite; bref, un miracle. D'autre part, quel chirurgien eût osé porter le scalpel au centre même de l'encéphale, comme le font, aujourd'hui, avec succès, les spécialistes qui vont opérer une tumeur de l'hypophyse?

Nous n'insisterons pas sur la chirurgie du cœur. Elle ne peut réussir que par un concours fortuit de circonstances heureuses, sans lequel l'habileté la plus consommée du praticien demeurerait impuissante. Nous nous appesantirons, au contraire, sur celle des nerfs et du cerveau qui relève d'une méthode de plus en plus précise et rigoureuse et, par là même, de la science,

La prestigieuse opération réalisée à l'hôpital Saint-Antoine

Le 11 février, à 20 h 30, l'ambulance de Police-secours amène un blessé grave. L'homme avait tenté de se suicider en se plongeant à deux reprises une lame dans la région du cœur. L'interne-chirurgien de garde met aussitôt le blessé sur la table d'opération, pratique un volet dans la cage thoracique et découvre le cœur dont le volume apparent a quintuplé (le sac péricardique étant plein de sang). La plaie entaillait l'oreillette gauche sur 2 cm, au voisinage immédiat des grosses artères. C'est là que la paroi du cœur est la plus mince; il s'ensuit une extrême difficulté pour poser les points de suture. La mince paroi de l'oreille palpité légèrement: ce sont les derniers signes de vie de l'organe.

Le chirurgien prend le cœur dans sa main gauche, tandis que ses aides s'efforcent d'immobiliser sa base avec des écarteurs. Les contractions, brusquement, cessent. Est-ce la mort? Non point. C'est un répit que l'opérateur saisit au vol pour piquer trois points de suture — en vingt secondes.

Aussitôt, il faut rendre le cœur à la vie, ranimer ses contractions. Le massage, conjugué avec l'inhalation pulmonaire de carbogène (oxygène mêlé d'acide carbonique)

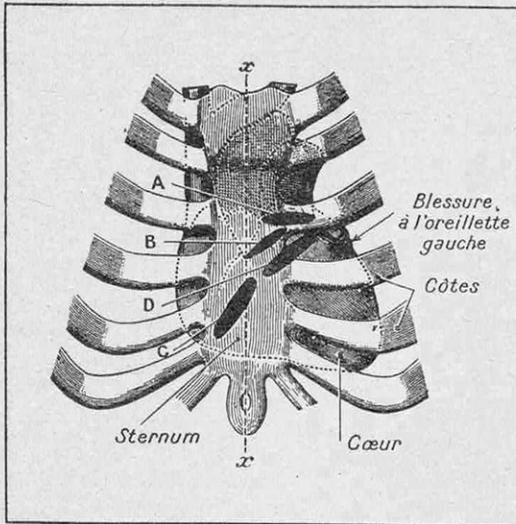


FIG. 1. — LE CŒUR VU SCHEMATIQUEMENT A TRAVERS LA CAGE THORACIQUE

Les taches noires oblongues indiquent la projection géométrique des orifices d'entrée et de sortie des gros vaisseaux sanguins. On peut, d'après ce schéma, imaginer la blessure que produit une lame dont les chemins possibles sont limités. La blessure qui nous occupe dans cet article provenait d'un coup indiqué par la flèche.

y réussissent. Le cœur se ranime, mais le sang jaillit encore. La suture, si délicate à réaliser, est imparfaite. On laisse donc le cœur « mourir » à nouveau — le temps de poser trois autres points de catgut. Et l'on recommence ainsi, trois fois de suite. L'opé-

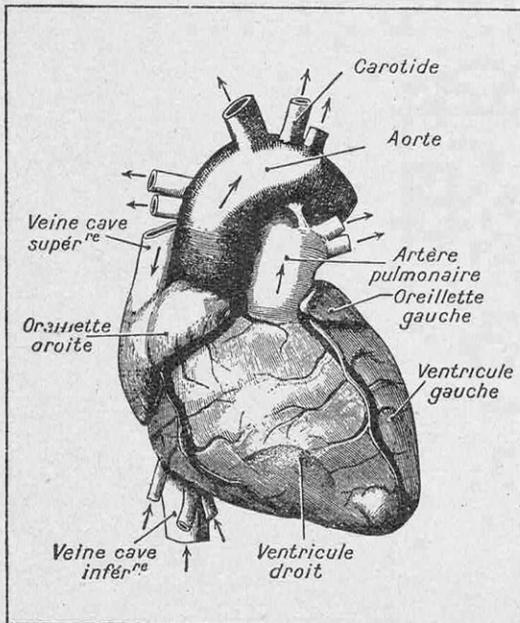


FIG. 2. — ASPECT EXTÉRIEUR DU CŒUR HUMAIN AVEC SES ARTÈRES ET SES VEINES

ration dure une heure, jusqu'au moment où, le volet thoracique refermé, le malade est emporté dans son lit non sans avoir reçu une transfusion de 500 g de sang.

Quelques jours plus tard, il sortait de l'hôpital.

Considérée comme une « expérience » réussie, l'opération de Saint-Antoine nous conduit aux réflexions suivantes.

D'abord, si la blessure avait touché le système nerveux autonome, le nœud de Tavera et les fibres de Hiss, — qui, situés en plein myocarde, commandent à ses pulsations de façon automatique, — aucune intervention chirurgicale n'eût été possible. D'autre

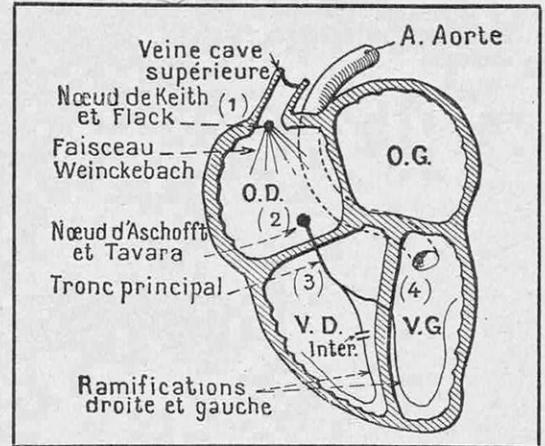


FIG. 3. — COUPE TRÈS SCHEMATIQUE DU CŒUR

Cette coupe est destinée seulement à situer le réseau nerveux propre à l'organe (neuro-myocardique) : nœuds de Keith et Flack, d'Aschoff et de Tavera, desquels divergent les fibres. Les contractions rythmées de l'organe sont automatiquement assurées par ce système.

part, ce même système nerveux, spécifiquement cardiaque, semble s'être mis en veilleuse, à quatre reprises, dans les syncopes totales qui permirent au chirurgien de poser les points de suture. Dans ces conditions, il semble bien que la circulation sanguine continue durant un certain temps, en dehors de la fonction cardiaque proprement dite. Aussi bien, existe-t-il une école (professeur Laubry) qui admet l'existence de ce qu'on pourrait appeler un « cœur périphérique ». Expliquons-nous.

La masse du liquide sanguin contenue dans les vaisseaux périphériques y est soumise à une circulation que la pression fournie par le cœur (considéré comme simple « pompe » aspirante et foulante) ne suffirait pas à assurer. On connaît la fonction nerveuse « vaso-motrice » qui soumet précisément les muscles lisses des artères, depuis

les plus grosses jusqu'aux capillaires, au degré de contraction qu'exigent les circonstances physiologiques. Que les nerfs vaso-moteurs soient coordonnés, c'est l'évidence. Que cette coordination se traduise par une sorte de pulsation *périodique* accordée avec celle du cœur; qu'elle soit pour celle-ci un auxiliaire permanent, et qu'elle puisse la suppléer en cas de défaillance, voilà une thèse qui, certes, mérite considération. Aux spécialistes de la discuter par la seule méthode convenable : l'expérimentation.

En tout cas, nous voici ramenés, tout naturellement, à la prééminence du système nerveux dans toute fonction vitale, fût-elle la plus essentielle en apparence.

On conçoit dès lors que la chirurgie du système nerveux soulève des problèmes fondamentaux extrêmement délicats.

Comment se reconstituent les nerfs sectionnés

Longtemps, on crut que le tissu nerveux défait l'intervention du chirurgien. Ce tissu a ceci de particulier qu'il ne se régénère pas, à l'instar des autres tissus vivants, par prolifération cellulaire. La cellule nerveuse ne se multiplie nullement par « karyocinèse », comme font la plupart des cellules organiques dans la croissance de l'individu ou la régénération de ses plaies. La cellule nerveuse constitue un ensemble formé d'un « centre » cellulaire et de prolongements (fibres) qui grandit homothétiquement, comme disent les mathématiciens, c'est-à-dire semblable à lui-même et conservant son identité fonctionnelle, depuis la naissance jusqu'à la mort.

Les fibres nerveuses se réunissent en faisceaux pareils à des câbles : les nerfs. Ces conducteurs nerveux sont d'ailleurs constitués à la manière des câbles téléphoniques porteurs de plusieurs lignes. Les lignes téléphoniques du câble sont isolées les unes des autres; tout de même, les fibres nerveu-

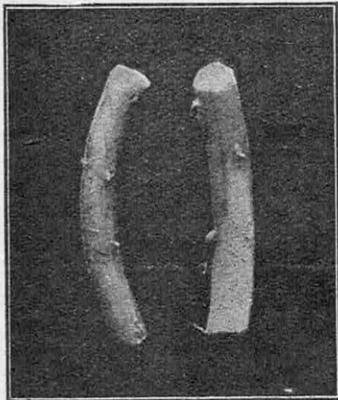


FIG. 4. — LES TRONÇONS DE MOELLE ÉPINIÈRE DE CHAT QU'UTILISE LE PROFESSEUR GOSSET POUR PRATIQUER LA GREFFE NERVEUSE

ses élémentaires sont constituées d'une *gaine* (myéline) au centre de laquelle s'allonge le conducteur proprement dit : le *cylindraxe*.

Un nerf sectionné peut-il, dans ces conditions, être réparé, réajusté?

Le chirurgien ne saurait prétendre, comme l'électricien, refaire la connexion des fibres une à une. Tout ce qu'il peut, c'est ramener les deux bouts du câble au contact et recoudre l'ensemble de la gaine périphérique. C'est ce qu'il fait.

Pendant, les deux tronçons présentent une différence. L'un des deux — celui qui demeure relié aux centres (moelle et cerveau), le *tronçon central* — demeure vivant et prouve cette vitalité par la formation d'une sorte de tumeur (névrome) à son extrémité. Les cylindraxes poussent et, ne trouvant plus le *guide* de la gaine myélinique, se pelotonnent à la manière d'un fil de matière visqueuse jaillissant hors d'une filière. L'autre tronçon, le *périphérique*, ne présente rien de semblable : il n'est plus, lui, qu'une gaine inerte, morte.

Or, voici le miracle de la nature. Quand, ayant avivé les cylindraxes du tronçon central, par résection du névrome, le chirurgien



FIG. 5. — LA MOELLE DE CHAT CONSERVÉE, ENTOURÉE DE SON REVÊTEMENT OSSEUX, DANS UNE SOLUTION DE FORMOL 20 %

La technique d'extraction du cordon médullaire (photo précédente) est extrêmement délicate et ne doit comporter aucune éraflure. On aperçoit, sur la photo de la figure 6, les sections très nettes des nerfs secondaires avec leurs « moignons » volontairement respectés.

a soudé celui-ci au tronçon périphérique, les cylindraxes vivants recommencent à pousser et se faufilent dans la gaine du tronçon périphérique.

Chacun s'y fraie un chemin. Tant et si bien qu'au bout de quelques mois, le nerf recousu retrouve peu à peu sa fonction motrice. La paralysie consécutive à la section a disparu.

Le mécanisme de régénération d'un nerf « greffé »

L'opération précédente suppose que les deux tronçons sont matériellement intacts, ce qui permet au praticien de joindre les deux bouts. La persistance de la réussite tient, d'autre part, à l'habileté du chirurgien qui, malgré tout, aboutit à un raccourcissement fatal des tronçons par la préparation des bouts (résection), surtout quand l'intervention est tardive.

Mais, s'il y a destruction du nerf sur une longueur considérable — ce qui est le cas habituel dans les accidents par traumatisme violent dont notre civilisation, à base de machinisme, d'automobiles, de motocyclettes et d'aviation, nous gratifie généreusement — faut-il renoncer à tout espoir de régénération?

Tel est le problème que le chirurgien A. Gosset vient de traiter avec succès sur un sujet humain, après l'avoir préalablement étudié sur l'animal.

In anima vili, il est aisé de prendre un tronçon nerveux à un individu sacrifié et de le reporter, par greffe, dans une section lacunaire pratiquée au scalpel sur le nerf similaire d'un autre animal, un chien, par exemple. La régénération s'effectue aux deux points de suture pour les mêmes motifs que ci-dessus. Mais on ne peut décemment prélever sur un être humain le matériau destiné à réparer le nerf d'un autre homme.

Il fallait trouver ce matériau dans l'arsenal gratuit offert par nos frères inférieurs.

Le professeur Nageotte, du Collège de France, proposa d'utiliser comme greffons des nerfs prélevés sur des fœtus de veaux (conservés dans l'alcool). Sur trente greffes ainsi tentées, on eut deux ou trois succès. Le malheur, c'est que l'échec n'apparaît qu'au bout d'un an et demi ou de deux ans. Temps perdu qui ne se rattrape jamais, la seconde intervention devenant plus difficile que la première.

Le professeur Gosset imagina de prélever sur l'opéré lui-même un segment de *nerf sensible* comme greffon du nerf moteur blessé : on aime mieux généralement être condamné à l'insensibilité d'une région de

l'épiderme que de garder un membre paralysé. Quelques succès ne suffisaient pas à généraliser ce pis aller.

Mais encore la greffe de *nerf sur nerf* offre un inconvénient. Tout nerf contient du tissu fibreux qui empêche la progression des cylindraxes.

C'est au tissu nerveux le plus pur qu'il fallait s'adresser. Le professeur Gosset et Yvan Bertrand, son collaborateur, pensèrent à la moelle épinière : le chat et le lapin furent aussitôt mis à contribution. Et l'on restaura par cette méthode le nerf *crural* d'un chien. La moelle épinière ne contenant pas de tissus conjonctifs, mais seulement les éléments « nobles » du tissu nerveux, la restauration du circuit se révéla parfaite. Les cylindraxes du tronçon central rejoignirent intégralement les gaines du tronçon périphérique, à la vitesse de 2 millimètres par jour.

Le passage s'avérait plus rapide que dans la suture bout à bout !

La greffe sur nerf humain

C'est en présence de ce succès — obtenu, comme on voit, par science et méthode — que le professeur Gosset résolut d'opérer, à la première occasion, sur un homme.

L'accidenté (un motocycliste) parut à la Salpêtrière avec une plaie déjà ancienne, cicatrisée, du bras et comportant la *disparition de 12 cm du nerf radial* (il en résultait évidemment une paralysie de la main que le blessé ne pouvait fermer). Une moelle de chat soigneusement extirpée de son enveloppe osseuse vertébrale (suivant une technique très difficile, car l'organe doit rester absolument intact) fournit le greffon réparateur. En trois mois, l'homme recouvra l'usage de sa main.

S'il s'était agi d'une section pure et simple, suturée bout à bout, la guérison n'eût été atteinte qu'en un an — en mettant les choses au mieux — et sa persistance eût été précaire.

Presque aussitôt, le docteur Sauvage, assistant du professeur Gosset, opérait semblablement un *nerf médian* (à la hauteur du poignet) avec une moelle de lapin. L'usage des doigts (pouce, index, auriculaire) est réapparu avec la même promptitude.

L'expérience Gosset dépasse le domaine de la chirurgie

Si les lecteurs se souviennent des récents travaux concernant la propagation de l'influx nerveux, que je leur ai présentés ici (1), ils ne seront pas étonnés des déductions

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

d'ordre scientifique que les biologistes tireront probablement de la réussite chirurgicale du professeur Gosset, considérée en tant qu'expérience pure.

La connexion de la matière des cylindrax et de celle des gaines apparaît, en effet, comme le problème central de la physiologie nerveuse. Nous avons vu que les deux espèces de matière sont, en effet, *polarisées* électriquement et que, précisément, la propagation de l'influx nerveux est assimilable non à un courant ordinaire, mais à un *court-circuit* se propageant de proche en proche entre la gaine et le cylindrax.

Le fait que le cylindrax progresse mieux dans tel milieu que dans tel autre, permet aux biochimistes de chercher l'explication de ce fait dans la nature réciproque des molécules (lipoïdes) mises en présence dans la reconstitution expérimentale du tissu nerveux.

Un mot encore pour appuyer cette remarque. Les moelles-greffons, que les chirurgiens de la Salpêtrière destinent à leurs opérations, sont conservées par eux dans une solution de formol à 20 %, et cela, s'il le faut, durant trois mois. C'est dire que la matière du greffon ainsi préparé est bien *morte*. Il ne s'agit donc plus ici de « greffe », au sens biologique. C'est l'être vivant qui fournit la matière biochimique destinée à assurer le cheminement des cylindrax. Mais, on le voit, c'est une *structure* purement physico-chimique, biologiquement inerte, qu'ap-

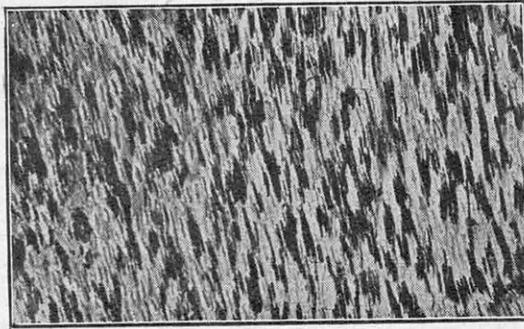
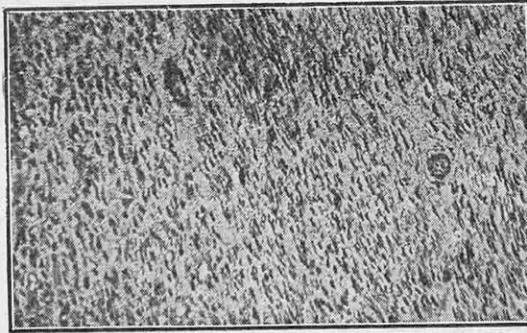


FIG. 6, 7, 8. — MICROPHOTOGRAPHIES MONTRANT TROIS ÉTAPES PRINCIPALES DE LA RÉGÉNÉRATION D'UN NERF, A TRAVERS LA GREFFE

En haut : Coupe d'un nerf normalement « neurotisé », c'est-à-dire parcouru par les cylindrax dont on aperçoit les sections anatomiques sous la forme d'innombrables points noirs. — Au milieu : coupe du tronçon constituant le greffon. On aperçoit quelques cellules nerveuses ratatinées, mortes, au sein de la masse « myélinique ». — En bas : coupe du bout « périphérique » du nerf régénéré. D'innombrables cylindrax néoformés, parfois groupés en faisceaux, sont venus s'y insérer à partir du bout « central ».

porte la moelle du chat après un aussi long séjour dans le formol. Le phénomène n'en est que plus curieux.

La chirurgie du cerveau

Voici maintenant un autre aspect non moins important — plus important, pratiquement — de la neurochirurgie. Il s'agit de la chirurgie qui consiste à préserver le fonctionnement des centres nerveux eux-mêmes, dont le principal est représenté, vous n'en doutez pas, par le cerveau.

Mises à part les fractures du crâne, les accidents *pathologiques* dont peut avoir à souffrir le cerveau se ramènent presque toujours à une tumeur parasite, dont le développement met en jeu l'existence de ses fonctions les plus essentielles — et toutes sont essentielles ! En sorte que la chirurgie curative du cerveau représente sans contredit le sommet de l'art neurochirurgical.

Il ne s'agit plus ici de « greffer », mais, au contraire, d'opérer sans toucher au mécanisme ultra-complexe que la vie s'est donnée dans ce chef-d'œuvre :

l'*encéphale* (1), organe

central vers lequel convergent et duquel divergent toutes les fonctions sensori-motrices dont l'ensemble constitue l'être vivant.

Nous ne prétendons nullement résumer ici l'anatomie ni moins encore la physiologie

(1) Nous limitons notre sujet à la chirurgie humaine. Les biologistes ont réussi cette « greffe » extraordinaire : la transplantation d'une tête entière d'un insecte à un autre, les deux individus survivant avec toutes leurs « facultés ».

du cerveau. Il nous suffira d'un seul exemple pour montrer les difficultés et les espoirs de la neurochirurgie. Nous choisissons l'une des opérations les plus difficiles déjà réalisées avec succès. C'est l'ablation d'une tumeur intéressant la glande « hypophyse ».

La coupe ci-jointe de l'encéphale montre la position anatomique de cette glande, à la base du cerveau (corps pituitaire).

Les fonctions de cet organe de « sécrétion interne » se révèlent *chaque jour* plus nombreuses. Gros comme un pois, divisé en deux lobes (antérieur et postérieur), le corps pituitaire — c'est ainsi qu'on dénomme encore l'hypophyse à cause de sa complexité — est inséré dans un alvéole osseux en forme de selle turque : la « selle turque ».

Les sécrétions de cette petite glande commandent la *croissance* de l'individu et ses fonctions *générales*. De plus, ses sécrétions, qui se répandent dans le torrent circulatoire et dans le liquide céphalo-rachidien, intéressent *directement* tout le système nerveux. On suppose qu'elles comportent des substances propres (*stimulines*), qui non seulement sont analogues aux stimulines repérées dans les sécrétions de la glande thyroïde et des surrénales (1), mais encore que les stimulines de l'hypophyse influent sur la sécrétion de ces dernières glandes. En sorte que ce n'est plus la thyroïde qui a droit au titre de « chef d'orchestre » des glandes endocrines que lui avait attribué le grand spécialiste Léopold Levy, *mais bien le corps pituitaire*. La contraction des muscles lisses de l'intestin, des vaisseaux sanguins lui est subordonnée. La bonne marche des contractions de l'utérus dans l'accouchement en dépend. C'est elle qui freine les hémorragies, les hémoptysies.

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

Si nous ajoutons que le corps pituitaire entretient des relations de voisinage immédiat avec les *centres optiques* du cerveau, dans lesquels on prétend situer le « foyer » émetteur des mystérieuses « ondes cérébrales » de Hans Berger (1), nous comprenons quel retentissement sur l'ensemble de l'organisme peut avoir la moindre tumeur affectant cette glande.

Ne pas opérer, c'est la mort. Opérer, ce peut être aussi la mort, si le chirurgien commet des erreurs d'aiguillage dans le cheminement délicat que suit son scalpel.

Comment procède-t-il ?

Il pratique un « volet » sur le front du patient. Le crâne ouvert, il soulève le cerveau antérieur (sans rien déchirer), et, profitant de la « scissure » qui sépare les deux lobes frontaux, le praticien recherche le minuscule organe — comme au fond d'un puits dont les parois sont intangibles.

Le grand souci du chirurgien est d'étancher l'hémorra-

gie des vaisseaux capillaires, qu'il ne peut éviter. Pour cela, point de pinces hémostatiques, cela va sans dire. Il tamponne et attend, puis reprend son cheminement. Le *bistouri électrique* coagulant (à courants de haute fréquence) l'aide considérablement. Mais quel danger, à la moindre fausse manœuvre !...

Si nous généralisons l'aspect de ce genre d'opérations, nous trouverions — quel que soit le cheminement — des difficultés analogues. L'opération d'une tumeur (angiome) du cervelet, d'un œdème de la base du cerveau, des tumeurs du troisième ventricule, qui entraînent la léthargie et des troubles de la conscience, constituent autant d'« expéditions » délicates à travers le « monde » cérébral.

Ce monde commence, certes, à être suffi-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 243, page 218.

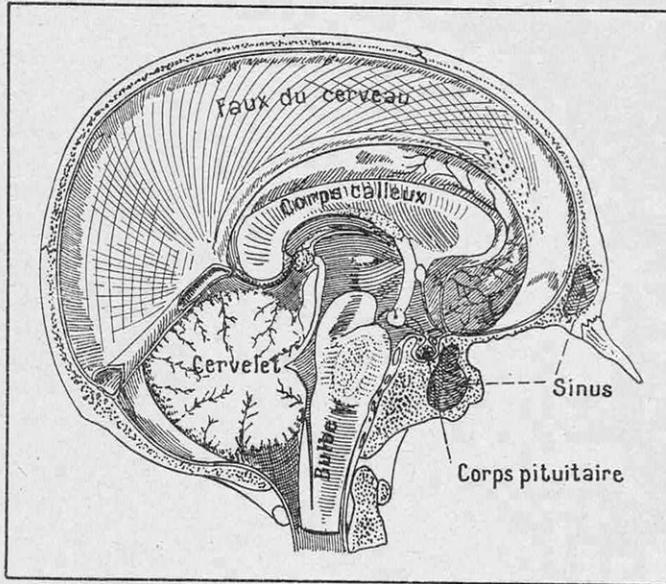


FIG. 9. — COUPE DE L'ENCÉPHALE

Cette coupe montre la complexité générale de l'encéphale et l'emplacement du « corps pituitaire » dont les tumeurs présentent la suprême difficulté opératoire, pour leur ablation.

samment exploré pour que l'expédition de délivrance du scalpel ne fasse pas fausse route. Mais encore faut-il que le praticien soit muni, au départ, d'une carte géographique sûre.

Cette carte, c'est le *neurologue* qui, seul, peut la lui donner.

La neurochirurgie exige que le chirurgien soit lui-même neurologue

La carte itinéraire comporte deux sortes de renseignements : les uns, d'ordre gé-

voyage à travers l'encéphale, sans être muni d'une science neurologique spécialisée, part à l'aventure ; il ferait mieux de s'abstenir. Mais, en admettant qu'il possède les connaissances anatomo-pathologiques suffisantes, son habileté sera encore vaine si le diagnostic préalable n'est pas suffisamment précis. Fourvoyé, ne rencontrant pas le mal au point indiqué, il doit s'arrêter. C'est l'échec.

Une intervention préalable, la « ventriculographie » (fig. 10), aide utilement le praticien.

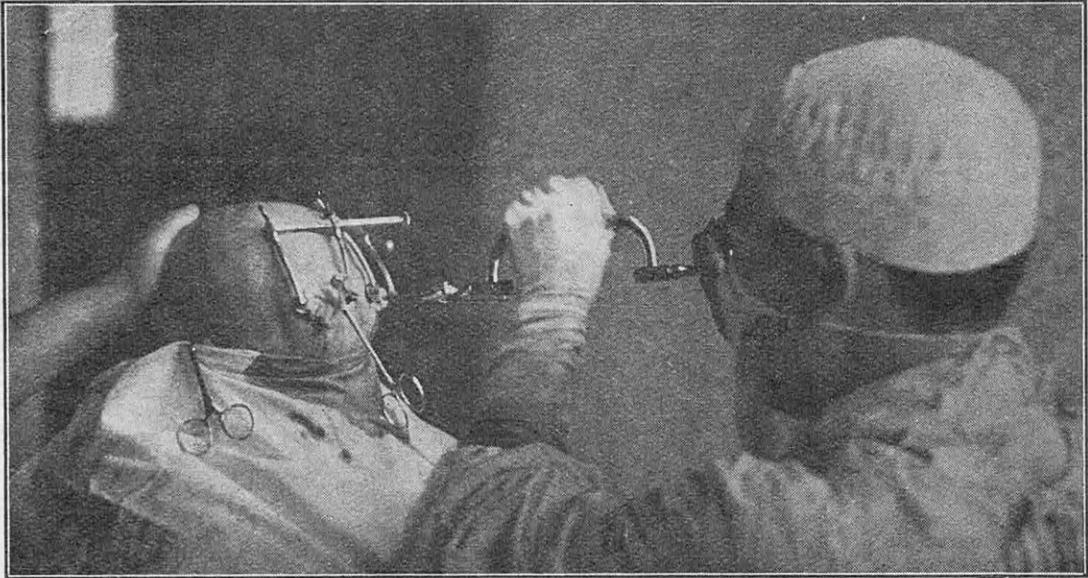


FIG. 10. — DÉBUT DE L'OPÉRATION DE LA VENTRICULOGRAPHIE

Après avoir perforé deux trous dans l'occiput, le chirurgien y enfonce deux aiguilles par où s'écoule le liquide céphalo-rachidien contenu dans les ventricules. On envoie ensuite de l'air pour regonfler les ventricules, et leur examen radiographique permet de situer la tumeur ou l'abcès cérébral.

ral, les autres, particuliers à l'objectif visé.

Il est facile de poursuivre cette analogie.

Un aviateur qui entreprend un raid emporte avec lui une carte sur laquelle est tracée sa route en même temps qu'y sont portés les obstacles situés sur cette route. Les obstacles sont fixes, immuables : ce sont, en l'espèce, les points vitaux que le scalpel doit éviter à tout prix. La route s'insinue à travers ces obstacles, mais elle doit aboutir à un point précis, *qui doit être repéré d'avance*. S'il connaît à la perfection la géographie du cerveau, le chirurgien possède la première partie de la carte. Mais il n'est en possession de la seconde que si le *diagnostic* a fixé le but précis auquel doit aboutir l'expédition.

La conclusion qui s'impose est celle-ci : le chirurgien qui entreprend ce redoutable

C'est pour toutes ces raisons que le « chirurgien général » ne peut attaquer la neurochirurgie sans une spécialisation préalable.

C'est ce qu'ont compris les premiers les Américains (Peet, Cushing). Et c'est pourquoi l'école américaine fait aujourd'hui la leçon au monde en pareille matière. Aussi bien, chez nous, un de Martel, habile chirurgien, s'efforce à la neurologie, tandis qu'un grand élève du neurologue Babinski, le docteur Clovis Vincent, s'efforce à la chirurgie. Il en est de même, par exemple, d'un autre maître, le docteur Petit-Dutaillis.

Une chaire de « neurochirurgie », dont l'inauguration est en instance à l'École de Médecine de Paris, réalisera finalement la conjonction officielle des deux efforts. Nous la devons, est-il annoncé, à la munificence d'un mécène américain.

L'avenir et la fécondité scientifique de la neurochirurgie

Ils'agit donc que le praticien soit capable de diagnostiquer lui-même le mal et de le situer.

Et ceci ne peut s'obtenir que par l'observation et l'interprétation de signes cliniques extrêmement subtils. Tel trouble oculaire, tel tic à peine visible pour commencer, peuvent déceler une tumeur naissante, mais seulement à l'observation du neurologue très averti. Celui-ci peut seul, également, distinguer les vrais signes d'accidents neurologiques appelant l'intervention de signes cliniques concernant des affections non nerveuses.

D'autre part, comment un chirurgien non spécialisé, si habile soit-il, pourrait-il acquérir l'*habitude*, si nécessaire en l'occurrence, que seule peut conférer la pratique d'opérations similaires faites *en série*. Telle opération se trouve également réussie en apparence par deux praticiens différents : cependant l'un des opérés éprouve des troubles ultérieurs, l'autre non. En ce cas, c'est l'opérateur — non l'opération et moins encore l'opéré — qui doit rendre compte de cette malheureuse différence entre les deux interventions.

Une dernière considération. Le neurochirurgien spécialisé devient sinon un expérimentateur, mais un *observateur* au service de la science neurologique. Le domaine dans lequel il voyage est si riche que sa géographie est loin d'être terminée. Et quel autre moyen existe-t-il de la compléter, que l'exploration ? Personne autre que le neurochirurgien ne peut assurer cette exploration, ce complément de découverte.

Ainsi, l'art neurochirurgical rejoint, sans

l'avoir recherchée, la recherche du laboratoire, tout comme la pratique industrielle conduit souvent à des découvertes purement scientifiques intéressant la physique et la chimie.

L'expérimentation du laboratoire apporte, de son côté, à la neurochirurgie et à la neurologie un appareil merveilleux déjà nommé,

— sur la description duquel nous ne reviendrons pas, — le détecteur des ondes cérébrales de Hans Berger. On ne sait pas encore, au juste, quels seront ses services tant au point de vue du diagnostic que de celui de l'exploration des diverses fonctions nerveuses. Mais, nous l'avons dit, l'appareil de Berger réagit d'ores et déjà à des troubles nerveux caractérisés : la crise épileptique produit un véritable « orage » des ondes de Berger. La paralysie générale doit également influencer l'appareil. Un appareil de Berger est installé depuis peu à la Salpêtrière, qui fut le berceau de l'école neurologique française du grand Charcot, dont les tendances étaient plutôt « mentales ».

Avec Babinski, cette école s'est confinée dans l'étude des seuls phénomènes « physiques » du système nerveux. Et

nous savons que l'un des plus éminents neurologistes et neurochirurgiens français actuels, le docteur Clovis Vincent, chef des services à la Pitié, est un élève de Babinski. Lui aussi prend en mains l'appareil de Berger.

Nul ne peut prévoir où s'arrêtera l'exploration du monde cérébral. Elle est déjà fort avancée et, cependant, aux yeux des spécialistes, semble à peine débuter. Il en est toujours ainsi dans la voie du progrès.

JEAN LABADIÉ.

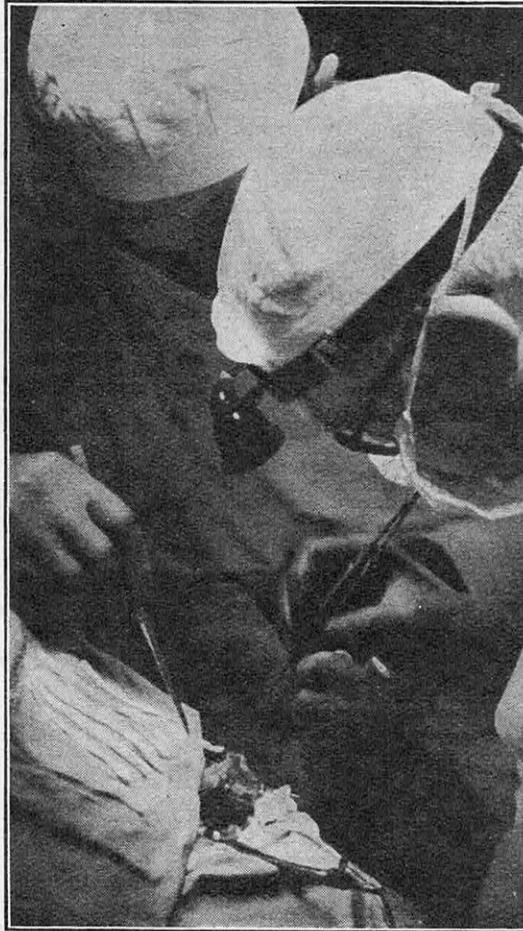


FIG. 11. — LE DOCTEUR CLOVIS VINCENT OPÉRANT UNE TUMEUR DU CERVELET, DANS SON SERVICE DE « LA PITIÉ »

LA FRANCE SE PRÉOCCUPE DE SON RAVITAILLEMENT EN PYRITES

Par Georges BOURREY

Les gouvernements se préoccupent activement d'assurer leur ravitaillement (au cours d'un conflit éventuel) en matières premières dites « stratégiques ». Nous avons déjà examiné, sous cet angle, le problème des carburants (1) et combustibles, celui des approvisionnements en blé (2), celui des principaux produits nécessaires à la fabrication des poudres et explosifs (3), indispensables à la fabrication de l'acide sulfurique (4). Depuis que l'Espagne n'exporte plus en France (décret du général Franco du 4 février 1937) les pyrites en provenance notamment des riches gisements de Huelva (les plus importants actuellement en exploitation dans le monde), notre pays se trouve privé des deux tiers environ de ses approvisionnements normaux de cette matière première essentielle, qui est à la base même de la grande industrie chimique (acide sulfurique et engrais) et de la fabrication des explosifs (Service des Poudres). Une fois nos stocks épuisés (ceux constitués et sur notre territoire et au Portugal), le problème de notre ravitaillement est devenu plus ardu encore. En 1936, la France importait près de 346 800 t de pyrites espagnoles; en 1937, elle ne pouvait plus déjà s'en procurer que 98 000 t environ... Aussi le gouvernement français fut-il contraint d'accroître ses achats au Portugal en pyrites de moins bonne qualité et à des prix élevés; mais on était bien heureux de trouver cette ressource dans les circonstances difficiles rencontrées depuis le décret de prohibition du général Franco des exportations vers la France. C'est alors que les importations portugaises passèrent rapidement de 114 000 t environ à près de 350 000 t en un an! L'Italie, de son côté, intensifie ses fournitures de minerais sulfurés, dont le tonnage s'élève pendant la même période, de 22 000 t approximativement, à plus de 53 000 t. Telle était la situation à la fin de l'année 1937. Or, les stocks du Portugal épuisés, les fournitures de l'Italie supprimées, on peut se demander si, au cours de l'année 1938, nous pourrions nous procurer désormais le million de tonnes de pyrites (ou minerai de soufre) qui est indispensable à nos besoins pour notre défense nationale et notre industrie. Le Comité d'Enquête sur la production a récemment appelé l'attention des Pouvoirs publics sur la gravité d'une telle situation concernant le marché (extérieur et intérieur) de l'une des matières premières indispensables à notre économie. Faute d'accords internationaux, — tels que ceux, par exemple, intervenus entre le Reich et l'Espagne « nationaliste », qui fournit maintenant à l'Allemagne 1 million de t de pyrites au lieu de 600 000 t en 1935-36, — on risque d'être pris au dépourvu dès le second semestre de l'année courante. Nous exposons ici les différentes mesures prises ou envisagées pour remédier le mieux possible aux conséquences, de ce point de vue, d'une déficience de notre ravitaillement.

La France consomme annuellement environ 1 million de t de pyrites dont 70 % provenaient antérieurement d'Espagne. La guerre civile espagnole a eu à cet égard une répercussion fâcheuse en nous créant des difficultés pour assurer actuellement nos besoins. En effet, les principaux gisements de pyrites (de fer pour la plupart) répartis en Europe sont surtout situés dans

la péninsule ibérique, en Espagne et au Portugal (voir le planisphère fig. 1).

Parmi les gisements français ceux de Sain-Bel (Rhône), de Chizeuil (S.-et-L.), de Soulier (Gard), sont les plus importants et les seuls actuellement exploitables. Ils fournissent plus de 150 000 t annuellement. Une exploitation systématiquement plus poussée fournirait même aisément 250 000 t de

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

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 244, page 328.

(3) Les fabrications de guerre exigent d'importants approvisionnements et fournitures de matières premières, tels que les produits de la grande industrie chimique dont les pyrites constituent un élément essentiel. Mais il existe aussi d'autres matières premières indispensables et également peu répandues. Tels les petits métaux comme le magnésium, le mercure, destinés, le premier, à la préparation des bombes

incendiaires, des fusées de signalisation, etc., le second, à préparer les amorces dans les cartouches. Or, là encore, les services de la Défense nationale éprouvent certaines difficultés à se procurer à l'étranger ces divers métaux, car la France n'en recèle ni sur son territoire métropolitain, ni dans son empire colonial.

(4) Soit par l'ancien procédé des chambres de plomb, soit par oxydation catalytique dans le procédé dit « de contact »

pyrites (1). Elle nous en procure maintenant 160 000 t.

Les autres gisements français sont pratiquement inexploitablement parce que de minime importance et de médiocre valeur (37 % de soufre seulement contre 47 % en moyenne pour les pyrites de fer de provenance espagnole qui représentent au moins 50 % de la production mondiale avec possibilité de fournir jusqu'à 65 % de cette production s'il en était besoin).

Mais, en Europe, il y a d'autres gisements également en exploitation : ceux du Portugal qui, de par leur importance, viennent après l'Espagne parce qu'ils peuvent fournir par an au maximum 400 000 t de pyrites de moyenne qualité (qualité inférieure à l'Espagne). La France a, du reste, acheté au Portugal jusqu'à 200 000 t et même plus. L'Italie (Montecanini), la Norvège (2) — qui a livré à notre pays jusqu'à 45 000 t — puis la Grèce et Chypre en possèdent également.

Cependant, jusqu'à ces dernières années, nos importations provenaient (au total) pour les 2/3 d'Espagne, pour 1/6 du Portugal et, pour le reste, des autres nations, soit à peu près également 1/6. Ces proportions expliquent suffisamment pourquoi le conflit espagnol a singulièrement compromis nos possibilités de ravitaillement. En vue de remédier à une telle situation, l'Etat français a constitué des stocks de soufre naturel malgré son prix élevé, acheté aux deux grands pays producteurs, l'Italie et l'Amérique (Louisiane). Les sociétés françaises ont acheté de la pyrite portugaise à défaut de pyrite espagnole. Le Portugal est ainsi devenu en effet notre plus gros et notre plus régulier fournisseur de pyrites depuis un an. Mais cela n'a pas suffi à rétablir l'équilibre de nos importations d'avant 1937, tous les territoires à pyrites étant occupés par les armées du général Franco. Celui-ci a alors promulgué un décret de prohibition d'exportation en France le 4 février 1937. Nous nous sommes alors procuré du soufre de Louisiane (Etats-Unis, golfe du Mexique), mais non seulement le soufre convient moins bien que la pyrite de fer à la préparation de l'acide sulfurique, mais encore qui pourrait affirmer qu'en cas de guerre nos communications maritimes seraient assurées avec ce pays transocéanique ? Il y a bien un

procédé de remplacement allemand qui consiste à transformer le gypse — pierre à plâtre (1) — à haute température, mais, en France, aucune installation n'a encore été réalisée pour l'appliquer. La mise au point d'un tel procédé exigerait du reste beaucoup de temps et beaucoup d'argent (2). On ne peut pas compter, du moins pour l'instant, sur cette ressource « artificielle » qui a été si précieuse pour l'Allemagne en 1918, mais qui a appliqué un procédé quelque peu différent. Par contre, au cours de cette année 1937, le Reich (3) a su habilement constituer

(1) Le gypse n'est autre que du sulfate de chaux hydraté qui existe aussi sans eau de cristallisation et constitue alors l'anhydrite.

(2) La construction d'usines appropriées à cette transformation du gypse en gaz sulfureux non seulement présente certaines difficultés techniques pour résoudre pratiquement certains problèmes complexes de fabrication industrielle, mais encore exige l'immobilisation de capitaux assez considérables, sans omettre les délais nécessaires pour mettre au point une telle industrie. Cependant, dès le temps de paix, leur exploitation serait intéressante si les sous-produits résultant de cette transformation du sulfate de chaux pouvaient être utilisés sur le marché intérieur. Le ciment ainsi formé par réaction dans un four rotatif, outre le plâtre, le charbon et l'argile, a une valeur marchande. Ainsi le gaz sulfureux fourni et le silicate double d'alumine et de chaux (ciment) provenant de cette fabrication rendraient l'opération rentable, mais les matières premières (charbon et gypse), généralement éloignées l'une de l'autre, entraînent des frais de transport plus ou moins onéreux. C'est dans cet ordre d'idées que le Service des Poudres, à l'instigation de M. Baron, président de la Commission des Mines de la Chambre des députés, avait installé à Miramas (Bouches-du-Rhône) une fabrique d'acide sulfurique utilisant ce procédé et capable de produire 2 000 t d'acide sulfurique ultra-concentré (*oleum*) par mois. C'est là une expérience qui, commencée dès 1930, peut aujourd'hui servir d'usine-type pour une exploitation plus vaste en vue d'approvisionner nos poudreries nationales. Ce serait là, évidemment, un sérieux appoint pour assurer partiellement nos besoins en acide sulfurique en attendant de pouvoir faire face à la production totale exigée par la préparation des explosifs en cas de guerre. L'usine-type de Miramas, actuellement en fonctionnement, peut ainsi servir de base à l'établissement d'un plan plus vaste.

(3) La question des pyrites en Allemagne a suscité la mise au point de procédés nouveaux, soit pour tirer parti des cendres de pyrites zincifères traitées au four rotatif continu pour en récupérer le fer, soit pour utiliser le sulfure d'hydrogène de fours à coke. Le procédé pour cokeries permettra même, dit-on, de remplacer une centaine de milliers de tonnes de soufre brut qu'il aurait fallu demander aux pyrites importées en vue de la préparation de l'acide sulfurique concentré à 60° Baumé (soit 400 000 t approximativement) destiné à être transformé en sulfate d'ammoniaque (par procédé de préparation continue), et cela à un prix de revient avantageux (usine de la Ruhr). Jusqu'ici, le Reich se procurait le soufre brut par le traitement des lignites lors de leur hydrogénation. Ces fabrications réduiront les achats de soufre à l'étranger, mais il ne faut pas perdre de vue que les industries textiles allemandes, par voie de synthèse, exigent par an 50 000 t de soufre.

(1) Cette exploitation poussée ne peut être envisagée qu'en temps de guerre ; nos réserves, relativement faibles, devant être ménagées au temps de paix.

(2) Il existe d'autres gisements de pyrites dans les pays scandinaves, mais qui sont généralement cuivreuses ou enrichies par flottation et difficilement utilisables en France dans les appareils employés pour le traitement des pyrites de fer.

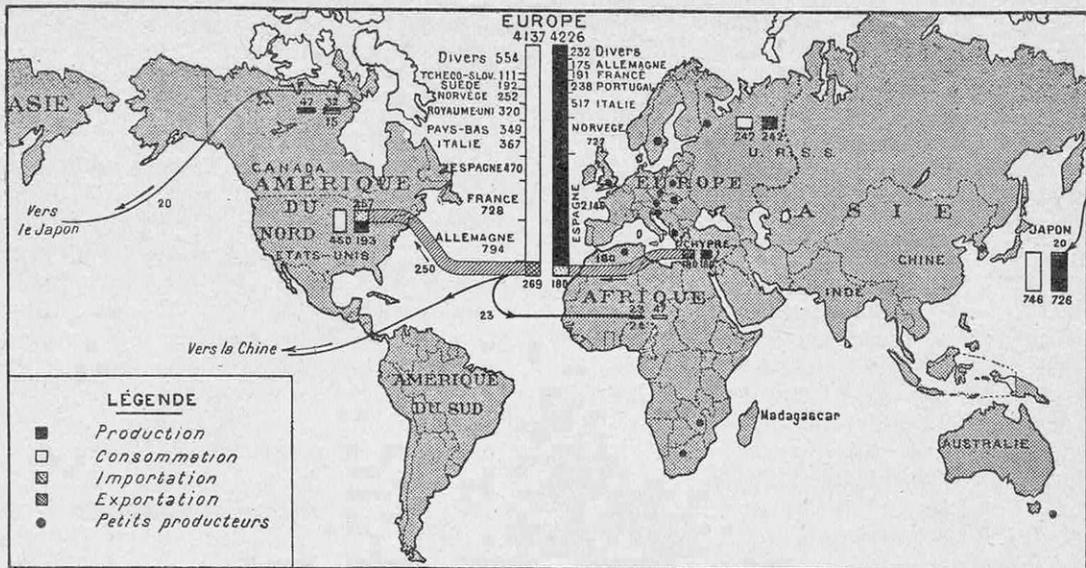


FIG. 1. — PRODUCTION, CONSOMMATION, EXPORTATION ET IMPORTATION DES PYRITES DES PRINCIPAUX PAYS (EN MILLIONS DE TONNES)

L'Europe tient de loin la première place pour la production et le commerce des pyrites. L'Espagne se situe au premier rang, avec plus de 2 millions de t extraites annuellement (avant la guerre civile).

Années	Autriche	Canada	Chypre	Tchéco-slovaquie	France	Alle-magne	Grèce	Italie	Japon	Yougo-slavie
1924	27 115	21 384	136 400	15 405	181 250	159 857	76 106	525 332	220 405	(b)
1925	24 247	13 173	170 270	20 883	197 917	223 241	65 000	533 737	312 627	37 704
1926	21 559	16 188	152 776	21 771	189 100	237 900	81 300	593 500	417 513	51 604
1927	18 692	46 138	211 462	22 533	203 700	350 400	100 045	625 338	506 100	55 127
1928	7 672	59 650	248 854	22 849	202 084	342 160	94 264	588 390	593 938	62 157
1929	.....	70 807	329 163	22 249	194 421	351 894	133 393	664 543	618 716	59 630
1930	.....	48 619	262 262	23 848	197 642	289 729	162 560	717 239	561 375	50 345
1931	.....	57 418	207 056	20 727	192 730	227 655	141 442	645 759	560 341	29 495
1932	278	47 210	163 771	15 640	190 745	175 208	86 763	516 961	726 042	15 729
1933	1 522	53 164	215 000	15 425	168 415	189 639	184 433	732 701	903 129	17 768
1934	12 220	10 040	202 664	17 919	155 106	230 141	150 943	812 396	1 057 908	22 531
1935	.....	26 494	361 000	20 000	150 222	290 175	.....	833 366	1 311 407	83 533

Années	Norvège	Portugal	Roumanie	U. R. S. S.	Espagne		Suède	États-Unis	Total
					non cuiv.	cuivreuses			
1924	403 411	618 561	31 568	27 184	597 132	1 899 099	66 353	162 674	5 190 000
1925	624 375	262 137	26 095	54 996	5 040	3 681 482	69 873	172 819	6 505 000
1926	634 836	289 310	40 655	109 394	4 398	3 937 033	69 750	169 224	7 055 000
1927	617 044	301 028	24 675	225 318	7 824	3 983 853	69 239	307 672	7 685 000
1928	735 535	242 122	22 934	152 035	6 128	3 971 847	19 996	317 808	7 675 000
1929	739 597	384 350	23 066	.....	5 329	4 270 181	72 055	338 801	8 425 000
1930	730 951	400 200	23 466	241 707	19 710	3 908 573	60 438	353 804	8 060 000
1931	359 951	287 190	24 784	.....	22 147	3 111 699	57 610	336 158	5 800 000
1932	727 020	237 860	5 350	376 900	1 370 350	754 978	71 530	189 748	5 700 000
1933	864 576	210 652	14 050	467 600	1 571 940	646 971	86 290	288 874	6 640 000
1934	960 898	219 391	4 003	525 200	1 473 036	599 377	100 572	439 446	7 250 000
1935	893 513	214 145	9 854	618 800	2 286 000	.....	106 815	514 340	8 340 000

TABLEAU DE LA PRODUCTION MONDIALE DES PYRITES (EN TONNES)

On voit que la France, avec 150 000 t, est loin de pouvoir subvenir à sa consommation, qui atteint environ 1 million de t; elle se procurait, avant 1936, 70 % de ses besoins par ses achats en Espagne.

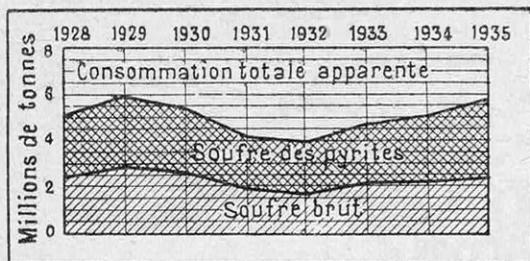


FIG. 2. — CONSOMMATION MONDIALE DE SOUFRE BRUT ET DE SOUFRE DES PYRITES

des stocks importants de pyrites espagnoles par suite de conventions relatives à des fournitures régulières atteignant maintenant jusqu'à 1 200 000 t par an ! De son côté, la Grande-Bretagne a traité également avec l'Espagne « nationaliste » (1) et installé des usines de gypse au sein même de ses régions houillères (2). A ce point de vue, il faut constater que l'Angleterre a su imposer une fois de plus les accords commerciaux même aux nations peu enclines à favoriser le développement de sa puissance militaire (fabrication de munitions). Quant à la France, elle se préoccupe, comme on peut en juger par l'expérience décrite page 386, note (2) (colonne de droite), de ce problème capital, mais aussi elle s'efforcera de rétablir autant que possible ses importations « ante » si elle veut de nouveau satisfaire à son énorme consommation annuelle de 1 million de t de pyrites en temps normal. Et cette consommation a plutôt tendance à s'accroître, surtout au cas où l'activité de

(1) En échange, sans doute, des fournitures militaires livrées aux troupes du général Franco. La Grande-Bretagne a, du reste, opéré de même vis-à-vis des autorités nationalistes en leur procurant (par l'intermédiaire de la Shell) l'essence d'aviation indispensable à leurs formations aériennes. Bien mieux, les Anglais se sont procuré des pyrites en Espagne qu'ils ont revendues en France (« boycottée » par décret de prohibition du général Franco) avec un honnête courtage...

(2) Cette fabrication est, du reste, logique et normale, par suite de la coexistence de gypse et de houille sur le même gisement.

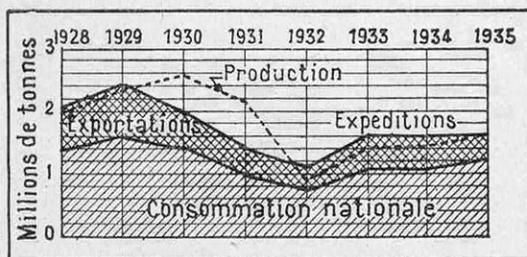


FIG. 3. — PRODUCTION, CONSOMMATION ET EXPORTATION DES PYRITES AUX ÉTATS-UNIS

certaines de nos industries (textiles notamment) se manifesterait à nouveau dans notre pays si gravement touché par la crise économique (sous-consommation).

Nos ressources nationales en 1938, — même en tenant compte de nos achats en pyrites (en dehors de l'Espagne), en soufre et du procédé d'obtention à partir du gypse, — sans le concours indispensable d'importations régulières et suffisantes comme jadis, seraient, en effet, loin de pouvoir répondre, dès aujourd'hui, à la demande des différentes industries qui utilisent le soufre — sous une forme ou sous une autre — soit pour fabriquer des poudres et explosifs, soit des superphosphates, soit aussi raffiner le pétrole ou décaper les métaux, etc. Une telle situation du point de vue économique demeure donc préoccupante pour la France, surtout depuis

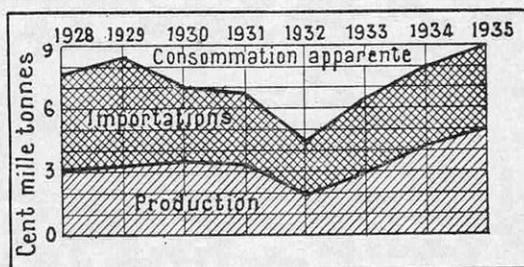


FIG. 4. — CONSOMMATION (PRODUCTION PLUS IMPORTATIONS) DE PYRITES AUX ÉTATS-UNIS

l'attitude prise par le gouvernement de Salamanque (décret de prohibition de février 1937). De plus, au point de vue technique, il n'est pas superflu d'ajouter ici que nos usines d'acide sulfurique sont toutes équipées de fours mécaniques destinés à griller exclusivement des pyrites de fer, c'est-à-dire des sulfures métalliques plus ou moins complexes (de fer et parfois cuivreuses) et non pas du soufre naturel (1). Celui-ci ne conviendrait, en effet, que très imparfaitement pour remplacer les pyrites car le rendement de l'opération serait médiocre ; il s'ensuivrait que l'acide sulfurique ainsi obtenu en dehors des pyrites reviendrait à un prix double ! Encore nous ne tenons pas compte ici des sous-produits fournis par les pyrites de fer, laissant après grillage un minerai de fer mais de peu de valeur marchande parce que les frais de broyage et de stockage sont à peine couverts par le prix de vente. L'emploi du soufre ne pourrait donc — on le conçoit aisément — que constituer un pis

(1) Le soufre pourrait être utilisé sans de trop grandes difficultés techniques, mais c'est une question de prix de revient prohibitif en temps de paix, objection qui disparaît en cas de conflit armé.

aller industriel pour remplacer provisoirement les pyrites dont nous serions partiellement dépourvus pour une raison ou pour une autre. Les Allemands, qui se sont trouvés à certaine époque (pendant la guerre de 1914-1918) dans une situation analogue — et même pire — ont su alors mettre au point — comme nous l'indiquions plus haut — un procédé de remplacement qui permet d'obtenir le gaz anhydride sulfureux (pour la fabrication de l'acide sulfurique) en utilisant le gypse (1) par un autre procédé un peu différent de celui indiqué en note 2, page 386 (colonne de droite). Cette matière, abon-

(1) L'impossibilité où s'est trouvée la France d'importer, comme par le passé, les pyrites d'Espagne, pour les raisons que nous venons de rappeler, a appelé l'attention sur les différents procédés que la chimie minérale moderne offre pour les remplacer en vue d'obtenir le gaz sulfureux indispensable à la fabrication de l'acide sulfurique. Le gypse (sulfate de chaux hydraté qu'on trouve un peu partout et qui sert à fabriquer le plâtre) peut aussi servir à préparer industriellement le sulfate d'ammoniaque (procédé allemand de la *Badische Anilin und Soda Fabrik*) et surtout l'acide sulfurique par décomposition thermique du sulfate en ses éléments : chaux (solide), anhydride sulfureux (gaz) et oxygène (gaz). Ce procédé, mis au point par le savant allemand Bambach, est des plus ingénieux. Il consiste à utiliser la combustion sans flamme de mélanges gazeux à l'intérieur d'une masse réfractaire poreuse. Cette masse est précisément formée ici par le gypse à transformer. La haute température produite (environ 2 000° C) par la combustion dans de telles conditions, décompose le sulfate de chaux hydraté (gypse). Tel est le principe qui a permis d'obtenir pratiquement cette réaction après avoir triomphé de toutes les difficultés que présente une opération industrielle de ce genre lorsqu'elle franchit le domaine du laboratoire. Les chimistes allemands ont également réalisé d'autres modes d'obtention de différents produits industriels en partant du gypse : tel celui relatif à la préparation du ciment (procédé Bayer). Ainsi, grâce au génie inventif et réalisateur des savants germaniques, le gypse, cette matière de peu de valeur marchande si répandue dans les terrains où l'eau de mer l'abandonna lors de sa concentration (au cours des « âges » géologiques), est devenu une matière première utilisable dans plusieurs fabrications chimiques et qu'on peut se procurer aisément et à bon compte.

dante dans de nombreux pays (en Allemagne comme ailleurs), coûte peu, mais ne contient malheureusement que 20 à 25 % de soufre (métalloïde) et exige un traitement assez onéreux, quel que soit le procédé mis en œuvre. Mais, pendant une guerre, le prix de revient est évidemment peu de chose quand il s'agit de défendre la nation. Aujourd'hui, le Reich a pu, par contre — nous l'avons vu — s'assurer des marchés avantageux en Espagne (pyrites d'Huelva) qui lui permettent maintenant de recevoir régulièrement et contractuellement au moins 1 million de t par an, et cela pendant une durée minimum de quatre années consécutives. Précédemment, les besoins de l'Allemagne n'atteignaient pas même 700 000 t, mais l'activité déployée depuis 1934 sous le III^e Reich, en particulier dans les industries travaillant plus spécialement pour la défense nationale, a déterminé cet accroissement subit de consommation.

Pour l'instant, la France, également importatrice de pyrites, est donc, pour les raisons exposées précédemment, plus mal placée que l'Allemagne, alors que les moyens mis en œuvre par elle en 1918 (pour parer au plus pressé) apparaissent chez nous, en 1937, encore très précaires. Si, d'ici quelque temps, nous n'avons pas su « manœuvrer » diplomatiquement au même titre que les autorités d'Empire du III^e Reich et le gouvernement de Londres, nous devons nous contenter de moyens de fortune, même en temps de paix, pour nous procurer le gaz sulfureux, matière première indispensable à nos industries. N'oublions pas — répétons-le — que notre pays importait, bon an mal an, de 700 000 à 1 000 000 t de pyrites en temps normal... Aujourd'hui, il s'agit d'approvisionner en quantité (sinon en qualité) nos fabrications militaires et aussi nos industries privées.

G. BOURREY.

Le revenu national de la France est évalué, pour 1937, à environ 210 milliards (contre 31 milliards de francs de germinal pour 1913). Sur ces 210 milliards, l'Etat et les collectivités publiques prélèvent quelque 105 milliards au total. Ceci démontre que la moitié des revenus des citoyens français est absorbée pour les besoins de l'Etat, alors que l'économie privée n'a à sa disposition que la différence : soit à peu près 100 milliards. En Angleterre, au contraire, les impositions n'excèdent pas le quart du revenu national. Ces charges trop lourdes pour l'économie française sont pour beaucoup dans le déséquilibre actuel de notre économie nationale.

UNE FORMULE MODERNE D'EXPLOITATION FERROVIAIRE : LE TRAIN-BLOC AUTOMOTEUR

Par Claude CAILLAT

Sur les lignes secondaires particulièrement éprouvées par la concurrence routière et dont un assez grand nombre vont être, du reste, supprimées cette année, l'automotrice se substituera sans doute définitivement, sur celles qui continueront à être exploitées, aux convois à vapeur trop lourds, trop lents et dont l'exploitation s'avérait de plus en plus déficitaire. Mais, sur les lignes principales, la liaison entre les centres économiques les plus importants reste assurée par les grands rapides régionaux qui répondent aux besoins du public et des transports commerciaux. Par contre, ils ne sauraient donner satisfaction à une clientèle spéciale — de plus en plus nombreuse — pour laquelle le facteur temps prime tous les autres : pour cette raison, elle préfère — à cause de sa vitesse — l'avion au chemin de fer. L'automotrice légère et rapide (à moteur à essence, à moteur Diesel ou même à vapeur) est capable de soutenir, sur des parcours de plusieurs centaines de kilomètres effectués sans arrêts, des vitesses de l'ordre de 150 km/h et offre, par suite, la possibilité de réaliser des liaisons ultra-rapides s'intercalant entre les services déjà existants pour les compléter. Ce n'est encore là, cependant, qu'une solution provisoire. En effet, les exigences techniques inhérentes à l'exploitation du trafic ferroviaire à grande distance et à grande vitesse conditionnent l'évolution présente vers une formule dite du « train-bloc » (extra-léger), intermédiaire en quelque sorte entre le train ordinaire et l'automotrice dont il conserve l'un des caractères essentiels : l'autonomie. Divers modèles d'automotrices et de trains automoteurs répondant à ces conceptions sont déjà en service ou en construction en France et à l'étranger (Allemagne, Etats-Unis). Aujourd'hui, la locomotion sur rail n'a plus seulement, en effet, à lutter contre la locomotion routière, mais se trouve déjà sérieusement concurrencée par la locomotion aérienne.

NÉE de l'idée de grouper, sur un même châssis, charge utile et force motrice, dans le but d'augmenter l'adhérence, l'automotrice fut, lors de sa création, destinée à assurer des services de ramassage et de distribution sur les lignes secondaires particulièrement éprouvées par la concurrence routière, et où sa grande aptitude au démarrage et au freinage la rendait propre aux arrêts fréquents.

D'une manière générale, elle a répondu aux espoirs fondés sur elle et son emploi généralisé dans ce genre de services n'a pas soulevé d'objections.

Il n'en a pas été de même quand les grands réseaux se sont avisés de l'introduire sur les grandes lignes dans le but de lui faire assurer des liaisons à grande vitesse et sans arrêts entre centres importants.

Si cette innovation a rencontré de nombreux adeptes, séduits par le caractère moderne de ce nouveau mode de transport et par la nouveauté des conceptions mécaniques, elle a suscité également beaucoup d'adversaires qui ont reproché aux réseaux de faire jouer à l'automotrice, sur des lignes

où la concurrence routière ne justifiait pas son emploi, un rôle tout autre que celui auquel elle était normalement destinée.

Ces derniers, jugeant cette politique sous un double point de vue, n'ont vu en elle, sur le plan économique, qu'une coûteuse opération de prestige — parce qu'engageant les grands réseaux, déjà en plein déficit, dans des dépenses considérables et injustifiées — et, sur le plan technique, qu'une dangereuse improvisation — parce que portant sur des engins nouveaux, nullement destinés à ce genre de services et notoirement inférieurs au train à cet égard.

Devant les controverses ainsi engagées, on peut se demander quel est effectivement l'avenir de la politique actuelle de l'automotrice rapide, mise en honneur depuis peu par les grands réseaux français.

La création des services rapides par automotrices est-elle justifiée ?

Le réseau ferroviaire français forme une gigantesque toile d'araignée dont le cœur est Paris et dont les mailles relient la capitale aux diverses provinces françaises

et à leurs grands centres économiques.

Il joue ainsi, en premier lieu, un rôle de collecteur qui le destine aux transports massifs et à grande distance le long de ses artères où se trouve concentré tout le trafic de gros. A cet effet, muni d'un instrument d'une rare valeur, — le train lourd et puissant — il est desservi par une admirable batterie de grands rapides aux horaires bien aménagés, répondant parfaitement aujourd'hui aux besoins du grand public.

laquelle la vitesse représente le facteur principal et qui ne pouvait, d'une manière générale, trouver satisfaction dans le lourd convoi aux lointaines sujétions régionales.

C'est dans ces conditions que, mettant à profit les performances remarquables dont venait de se révéler capable l'automotrice de grande ligne, les réseaux furent amenés à créer, à l'aide de ces nouveaux engins, des relations ultra-rapides qui, s'intercalant entre les services déjà existants, consti-

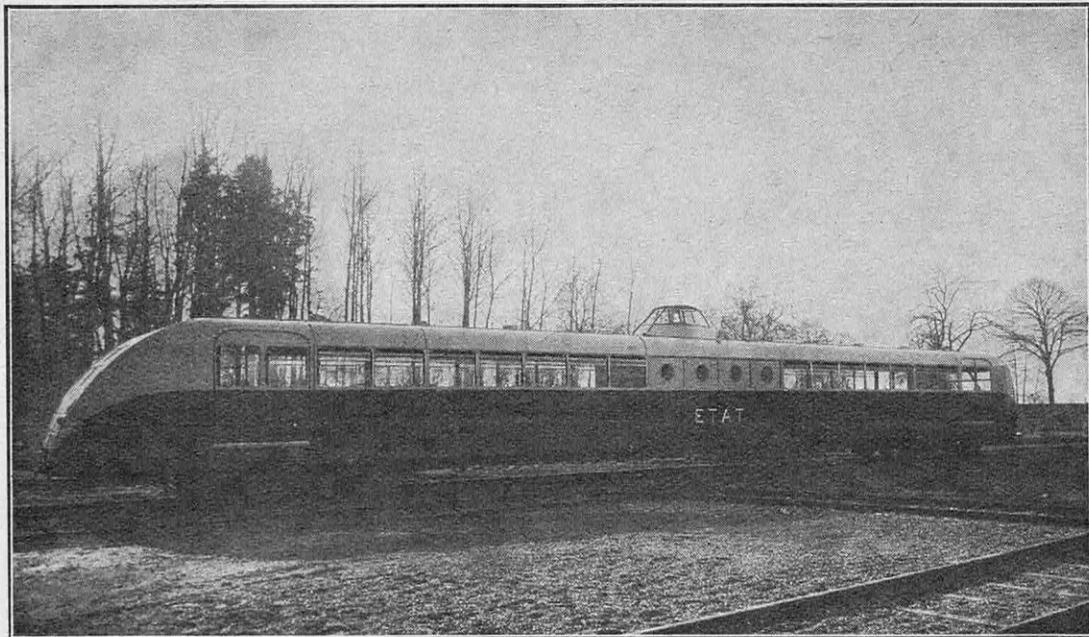


FIG. 1. — MUNIE DE DEUX MOTEURS A ESSENCE DE 200 CH, CETTE AUTOMOTRICE « BUGATTI » TYPE « LÉGER » A EFFECTUÉ LE TRAJET STRASBOURG-PARIS (503 KM) EN 3 H 30, SOIT A LA VITESSE MOYENNE DE 144 KM/H (RECORD MONDIAL)

Rappelons que c'est également une automotrice « Bugatti » qui a atteint, sur la ligne Paris-Le Mans, la vitesse en pointe de 195 km/h (record français de vitesse sur voie ferrée).

Mais le réseau ferré est appelé à jouer un autre rôle qui, pour être généralement moins connu, n'en a cependant pas moins son importance : c'est, dans l'appareil complexe et délicat que constitue la nation moderne, celui de « système nerveux » indispensable à son fonctionnement régulier. Se superposant au réseau collecteur, dont les artères alimentent les rouages de ce compliqué et vivant organisme, ce réseau nerveux de communication doit permettre d'assurer la coordination de fonctions à la fois nombreuses et diverses. Il s'agissait donc de créer des services nouveaux, d'un caractère particulier, et destinés à une clientèle toute différente, analogue en tout point à celle de l'avion : clientèle de luxe pour

tuaient une première et intéressante solution au problème posé (1).

Quelles que soient les différences de détails qui les séparent, tous ces services pré-

(1) Entre les relations ainsi établies, citons : *Paris-Lyon* et retour, par couplages automoteurs « Bugatti » qui permettent de passer un après-midi entier à Lyon en faisant les deux trajets dans la même journée ; *Lille-Paris*, par les rames automotrices « franco-belges » qui, munies d'un restaurant, donnent à l'industriel lillois quittant son bureau en fin de matinée le moyen d'être à Paris à 14 heures ; *Lille-Rouen-Le Havre*, lui permettant de passer plus de six heures au Havre tout en partant après la réception de son courrier postal ; *Strasbourg-Paris*, offrant aux Alsaciens-Lorrains une longue journée à Paris pour traiter leurs affaires ; jusqu'aux services internationaux : *Strasbourg-Bâle*, *Paris-Bruxelles*, *Paris-Liège*, *Lyon-Genève*, dont la création fait espérer une lutte efficace contre la concurrence de l'avion.

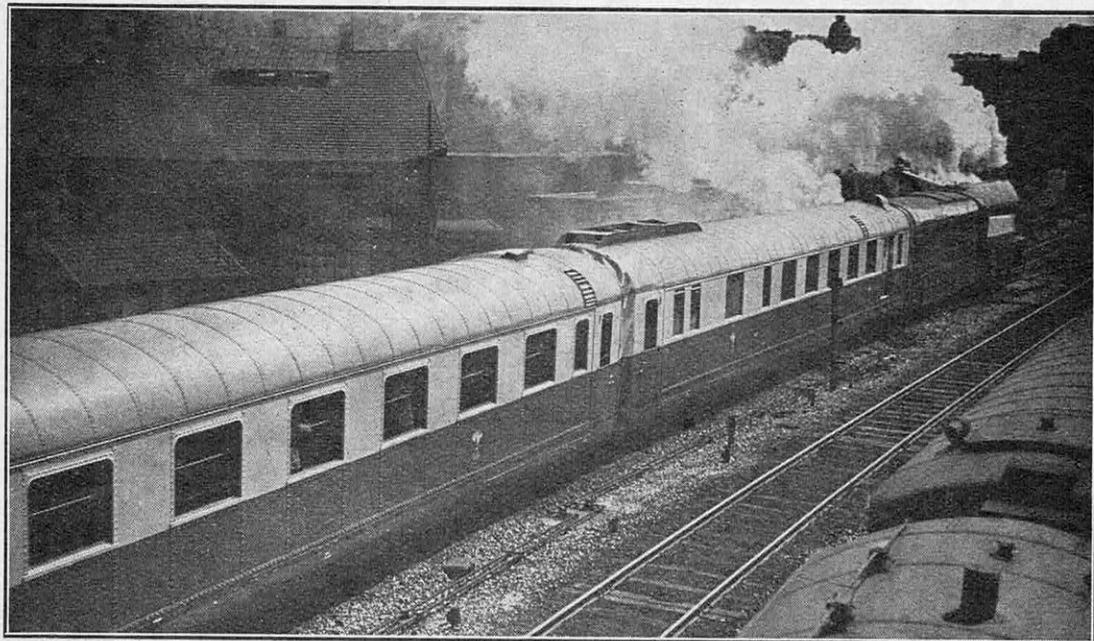
sentent cependant entre eux un triple caractère commun :

Tout d'abord, ils font partie d'un système qui, créé en dehors du système collecteur, s'est non pas substitué, mais superposé à ce dernier. Ce ne sont donc pas des services de remplacement, mais des services entièrement nouveaux ;

En second lieu, ces services sont naturellement orientés avant tout vers la réalisation des très grandes vitesses (140-160 km/h) ;

supplémentaires. C'est, en effet, une erreur de croire que les grands réseaux disposent d'un matériel entièrement acquis et amorti — qui, par conséquent, ne leur coûte rien — et que ce matériel peut leur servir pour établir ainsi sans frais nouveaux leurs services extra-rapides.

Sans doute peut-on parler d'amortissement en ce qui concerne les anciennes locomotives d'express rendues inutilisées au profit de machines plus puissantes par le conti-



(Cliché P.-L.-M.)

FIG. 2. — POUR ASSURER LES SERVICES ULTRA-RAPIDES A L'AIDE DE MATÉRIEL DE TYPE COURANT, CE TRAIN DE QUATRE VOITURES REMORQUÉ PAR UNE LOCOMOTIVE A VAPEUR DE 1 500 CH A ÉTÉ CARÉNÉ ET AMÉNAGÉ EN VUE DE CIRCULER NORMALEMENT A 140 KM/H. L'avantage d'une telle solution ne paraît pas établi, car ces transformations ont coûté très cher et ne semblent pas, jusqu'ici, avoir permis des performances comparables à celles d'engins spécialisés.

Enfin, conséquence de ce qui précède, ce sont des services de luxe.

Tel est, brièvement esquissé, le caractère général des nouveaux services qui, on le voit, s'apparentent de bien près à ceux de l'aviation commerciale dont ils constituent, en quelque sorte, les ramifications.

Les dépenses d'équipement des nouveaux services peuvent-elles être évitées ?

Il est certain que l'achat sur une large échelle d'automotrices à grande vitesse doit entraîner des dépenses assez élevées. Mais que l'on ait recours au train ou à l'automotrice, l'équipement des nouveaux services occasionnera, de toutes façons, des dépenses

nuel accroissement du tonnage remorqué. Elles ne s'en révèlent pas moins capables aujourd'hui, après quelques perfectionnements inévitables, d'excellentes performances sur des trains rapides, mais de tonnages réduits : 100-200 tonnes (1). Mais, en ce qui touche le matériel voyageur, la situation se présente différemment. Le matériel métallique, qui seul peut entrer en ligne de compte ici, outre qu'il a au maximum douze ans de service — alors que son amortissement est calculé sur quarante ans environ — est, par ailleurs, notablement insuffi-

(1) Une éclatante démonstration en est fournie par les vieilles « Atlantic », type du P.-L.-M. 1909, qui, déclassées depuis longtemps, furent modernisées et carénées, et assurent maintenant la traction des trains aérodynamiques sur Paris-Marseille.

sant pour assurer ne serait-ce que les batteries de grands rapides. A plus forte raison ne peut-on parler d'amortissement quand il s'agit de services qui, entièrement nouveaux, ont pour caractère essentiel, avon-nous vu, d'être établis *en surplus des services déjà existants*. Leur création, augmentant l'insuffisance du parc métallique actuel, exige donc de toutes manières l'achat intégral du matériel roulant nécessaire à les assurer. Dans ces conditions, l'économie pro-

pas que le train à vapeur soit incapable de réaliser couramment de remarquables performances (1), mais ce qu'il est essentiel de remarquer ici, c'est que ces performances sont celles non de trains à vapeur de type courant, mais soit de rames conçues spécialement pour les très grandes vitesses, soit de trains composés de matériel classique ayant subi préalablement des transformations et des modifications dans ce sens telles que revêtement aérodynamique, freinage spécial, etc.

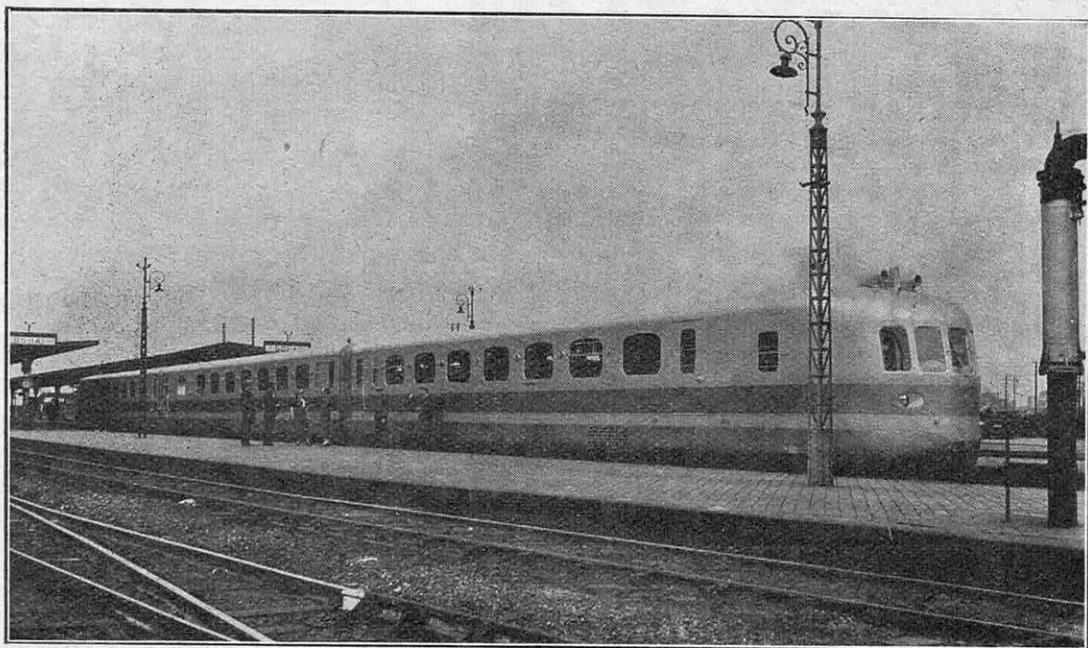


FIG. 3. — GRACE A LEUR TRANSMISSION ÉLECTRIQUE, SOUPLE ET SURE, CES RAMES « DIESEL » DE 850 CH (TYPE « FRANCO-BELGE ») EFFECTUENT SANS DÉFAILLANCE DES SERVICES CHARGÉS SUR PARIS-LIÈGE ET PARIS-BRUXELLES

D'une capacité de 140 places, elles peuvent au besoin être accouplées par deux ou par trois, ce qui permet de faire face à toute variation de trafic. Ces trains possèdent le conditionnement d'air automatique.

posée risque d'être faible, si l'on songe que, à raison de 450 000 f par voiture, un train léger offrant 160 places environ coûte déjà, de ce seul fait, 1 350 000 f contre 2 millions pour une rame automotrice triple à grande vitesse (type 1936), de capacité sensiblement égale (1).

Par ailleurs, et c'est là le fond même de la question, c'est une erreur de vouloir destiner à des services orientés avant tout vers l'établissement de relations extra-rapides un matériel conçu non avec la *vitesse* mais avec la *puissance* comme objectif principal. Non

(1) Pour faciliter certaines comparaisons de prix, tous les chiffres cités au cours de cette étude sont ramenés à ce qu'ils étaient début 1936, avant les récentes lois sociales.

La première solution ne présente aucune économie, entraînant, en effet, l'acquisition d'un matériel d'autant plus coûteux que ces trains comportent en général des solutions techniques entièrement neuves (essieux moteurs indépendants, tubes à eau, chauffe au mazout) qui en font, à l'égal des automotrices à grande vitesse, des engins spéciaux

(1) 119 km/h de moyenne avec le train américain « Hiawatha » entre New Lisbon et Portage (69 km), avec pointes à 166 km/h ; 181 km/h en pointe aux essais avec le « Silver Jubilee », avec 40 km pris d'Oxford parcourus à l'allure soutenue de 175 km/h ; 192 km/h avec la locomotive allemande « Henschel » convoyant, entre Hambourg et Berlin, un train de 200 tonnes et maintenant le 170-175 sur de longues distances ; 156 km/h avec le train aérodynamique du P.-L.-M. effectuant son premier voyage (Paris-Lyon, 512 km) à 108 de moyenne.

et hors série, et, par suite, d'un prix d'achat forcément élevé.

Quant à la seconde solution, elle exige de coûteuses transformations de matériel déjà existant et, finalement, n'est pas plus avantageuse que la première au point de vue économique (1).

Aussi, il apparaît bien que la création des nouveaux services entraînera, de toutes façons, de grosses dépenses qu'il est vain d'espérer pouvoir éviter.

actuelles atteignent facilement 100 et même 150 places ; sans doute cette capacité est inférieure à celle d'un train, mais est-elle insuffisante pour cela ? Les statistiques montrent que les automotrices ne doivent être que rarement remplacées par des trains-vapeurs par suite d'affluence.

Vient ensuite la question fort débattue du prix de revient de la traction nouvelle. Un fait est certain : c'est que l'automotrice à grande vitesse est d'un prix de revient par

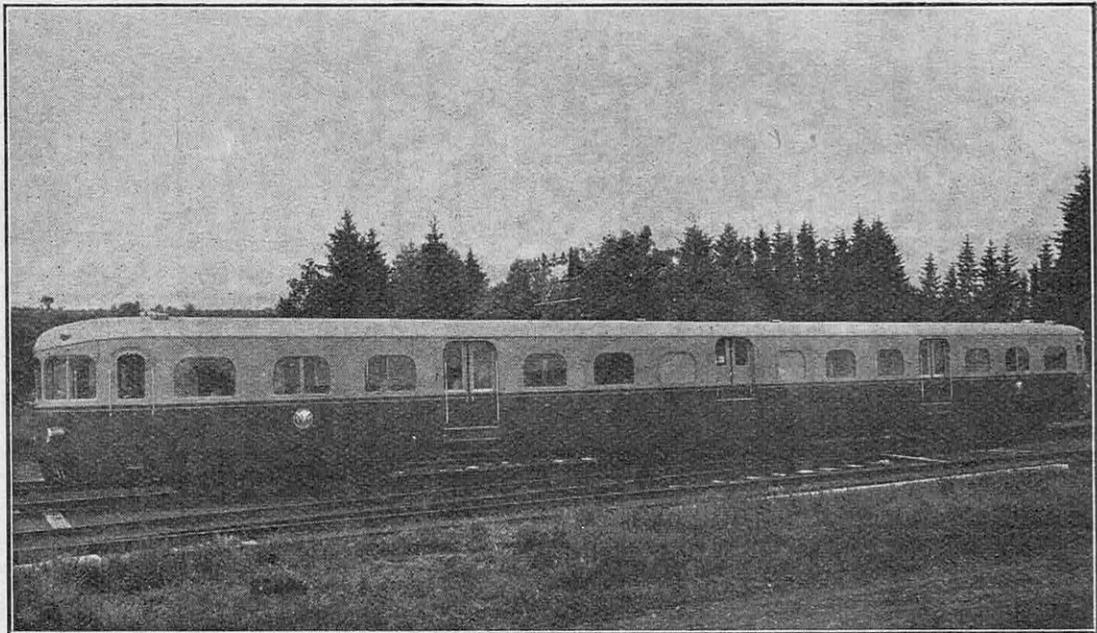


FIG. 4. — VOICI UNE AUTOMOTRICE DE CONCEPTION NOUVELLE : LA « MICHELINE », TYPE « 23 », A CHARIOT TRACTEUR INDÉPENDANT

Parmi les différentes formules actuellement expérimentées, il convient de signaler cet appareil de 400 ch dont le boggy central, relié seulement au châssis par l'intermédiaire de bielles de poussée, peut se déplacer librement sous l'automotrice. Cette disposition permet, outre un dégagement total de la plate-forme (96 places), une excellente inscription en courbe malgré la longueur du véhicule.

Que vaut la formule actuelle de l'automotrice pour les services rapides ?

La première objection faite à l'emploi de l'automotrice sur les grandes lignes concerne la capacité trop faible de ces engins pour ce genre de services. Commençons à remarquer à ce sujet que, si les premières unités n'offraient qu'une cinquantaine de places environ, les couplages et rames articulées

voyageur-kilomètre nettement supérieur à celui d'un rapide à vapeur de grandes lignes ; alors que, pour ce dernier, il oscille entre 0,02 f et 0,03 f, pour un autorail de luxe il atteint facilement 0,10 f, soit de 3 à 5 fois plus (1) ! Mais est-ce là une raison suffisante pour condamner l'automotrice et conclure immédiatement à la supériorité du train dans ce genre de services ?

Nous ne le croyons pas, parce que, en pra-

(1) C'est ainsi que la transformation de la rame P.-L.-M. (carénage du train, montage d'un frein à grande puissance, graissage automatique) a coûté environ 750 000 f, ce qui, compte tenu des 1 800 000 f dus à l'achat des voitures, porte à 2 550 000 f le prix de revient de ce train. En regard, une automotrice triple « franco-belge » du réseau du Nord coûte 2 millions seulement.

(1) Le prix de revient élevé du voyageur-kilomètre, dans lequel entretien et amortissement entrent pour 70 %, tient beaucoup plus à la nature du service assuré qu'à celle de l'engin utilisé. Si, en effet, les frais d'entretien sont très élevés (de 45 à 50 % du coût total), c'est qu'ils portent essentiellement sur des machines de course d'un mécanisme très poussé et forcément délicat. Si l'amortissement, basé en

tique, seul compte pour le grand réseau le prix de revient global du service et, à cet égard, alors qu'un rapide de grandes lignes revient de 15 à 18 f au kilomètre, une rame automotrice triple du Nord coûte — amortissement compris — seulement 10 f; une « Bugatti » double du P.-L.-M., 8 f et une « de Dietrich » simple de l'Est, environ 5 f.

Sans doute pour un prix de revient à peine double ou triple, un train peut-il transporter de 6 à 10 fois plus de voyageurs. Mais,

Les problèmes qui restent à résoudre

Force est cependant de reconnaître que les réalisations de l'heure présente ne constituent pas le dernier mot de la technique ferroviaire, en matière de service ultra-rapide.

Un double problème reste encore à résoudre : problème de formule tout d'abord, touchant le choix entre la formule classique du train, la solution actuelle de l'automoto-

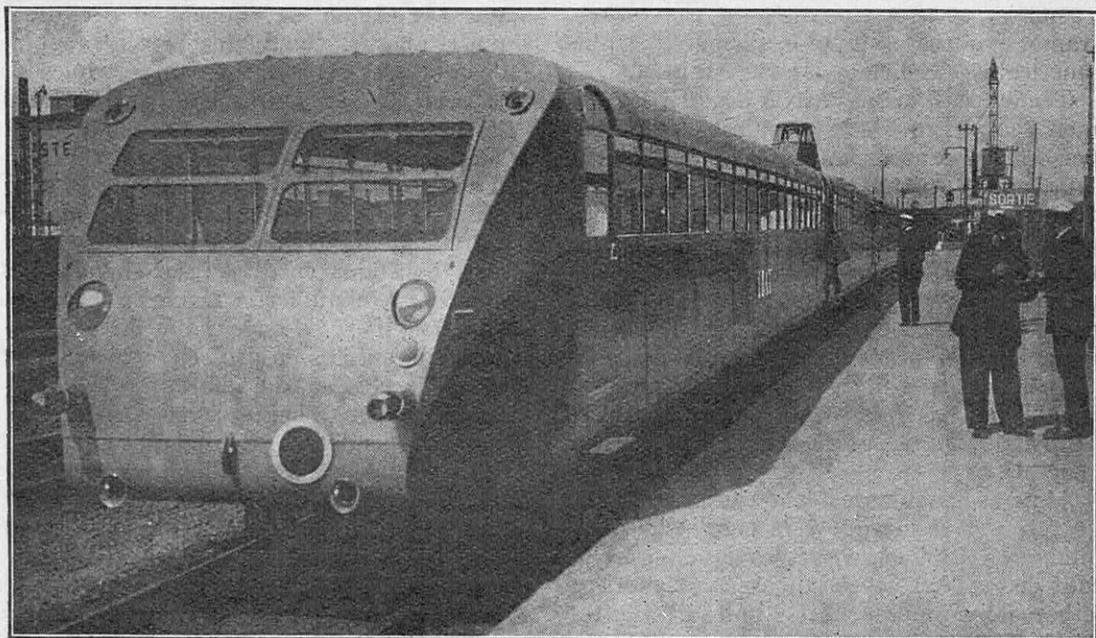


FIG. 5. — VÉRITABLE TRAIN LÉGER FORMÉ D'UNE MOTRICE INDÉPENDANTE (AU CENTRE) ET DE DEUX VOITURES LÉGÈRES A BOGGIES, CETTE RAME A GRANDE VITESSE (150 KM/H) SERA PEUT-ÊTRE LE « TRAIN-BLOC » DE DEMAIN. IL CONSTITUE UNE SOLUTION INTERMÉDIAIRE ENTRE L'AUTORAIL ORDINAIRE ET LE TRAIN CLASSIQUE

avons-nous vu, ces automotrices ont une capacité généralement plus que suffisante.

En résumé, si l'automotrice rapide ne répond pas entièrement à tous les problèmes que pose l'exploitation de tous les nouveaux services, c'est encore, dans l'état actuel de la technique, la formule qui y répond le mieux.

général sur dix ans et 500 000 km, est fort dispendieux, c'est que, en raison de la nouveauté de ces services, la technique des grandes vitesses n'est pas encore assez avancée pour assigner raisonnablement une durée supérieure à un matériel qui risque de se trouver très vite démodé. Si enfin, d'une manière générale, les dépenses unitaires d'exploitation sont coûteuses, cela tient au nombre très restreint de voyageurs (100 à 150 au maximum) auquel correspond la mise en route d'un mouvement, et sur lequel doit être réparti le prix de revient global. Entre services ultra-rapides et services collecteurs existera donc toujours, à ce point de vue, un écart que l'on peut espérer réduire, mais non supprimer.

trice, ou une formule intermédiaire entre les deux premières ; problème de technique en second lieu, concernant en particulier le choix entre les divers systèmes de traction actuellement en présence (moteur Diesel, vapeur, etc.).

En ce qui touche le problème de la formule, la question est facile à résoudre ; sous l'empire des nécessités de l'exploitation, l'automotrice rapide a, en effet, évolué et, quels que soient par ailleurs les types envisagés, cette évolution s'est faite dans un même sens : celui du train-bloc extra-léger, formule intermédiaire s'apparentant à la fois à l'automotrice et au train classique, et dont les caractères s'affirment dans les tendances suivantes de la construction et de l'exploitation ferroviaire moderne :

Tendance tout d'abord à constituer de véritables rames automotrices à deux ou plusieurs éléments, gardant toutefois — du fait qu'elles sont en général simplement articulées — le caractère de « bloc » indéformable de l'autorail primitif. C'est la solution soit du couplage (couplages « Bugatti », couplages « Renault », « Hambourgeois volant » de la *Reichsbahn*), soit du train automoteur à trois voitures (« T. A. R. » Paris-Lille, train-éclair danois, « Schnelltriebwagen » allemand, trains américains « Zephyr », « Comet », etc.), soit même à quatre voitures (rames quadruples danoise, allemande, trains américains « Rebel », « Mark Twain »).

Tendance, d'autre part, à dégager les éléments voyageurs de la machinerie et à grouper celle-ci dans un même élément tracteur sans cesser cependant de rendre ce dernier étroitement solidaire du train. Le tracteur peut, d'ailleurs, se trouver soit au centre du train, encadré de part et d'autre par les éléments voyageurs (« Bugatti » triple, « Renault » A. B. L., « Micheline » type 33), soit à l'une des extrémités du train dans le cas de plus de trois voitures (automotrice quadruple de la *Reichsbahn*, train à vapeur « Bugatti », trains automoteurs américains en général).

Ainsi la formule du train-bloc traduit-elle un retour très marqué à la conception première de l'attelage, caractéristique au train, tout en gardant cependant de l'automotrice le caractère fondamental d'unité et d'autonomie. Volontairement un peu vague, elle se réserve entre ces deux solutions extrêmes une large marge de flottement, qui lui confère une merveilleuse souplesse et une précieuse faculté d'adaptation aux divers besoins de l'exploitation.

Si le problème de la formule se trouve ainsi résolu de lui-même, par contre, le problème de la technique — dont la question du mode de traction constitue le fond — reste beaucoup plus délicat ; car, loin de traduire la moindre évolution dans le sens d'une unification progressive des conceptions, les réalisations de l'heure présente offrent au contraire la plus extrême diversité de solutions, et visiblement, dans ce domaine, le stade des essais et des prototypes n'a pas encore été dépassé.

C'est ainsi que, dans la traction Diesel —

où tout le problème est dominé par la question de la transmission — se rencontrent simultanément : la transmission mécanique, simple en principe, mais d'une application difficile aux grosses puissances (800 à 1 200 ch) et encore timidement essayée jusqu'ici (« Renault » triple, 2×500 ch) ; la transmission électrique, souple et sûre, permettant même l'installation de moteurs à régimes lents (800 tours/mn), mais ayant l'inconvénient d'être lourde et constituant plutôt une solution provisoire qu'une formule définitive ; la transmission hydraulique, sur laquelle on fonde de grands espoirs, en cours d'essais sur les rames triples de 1 200 ch de la *Reichsbahn* (transmission « Voith »).

Mêmes considérations en ce qui concerne la traction à vapeur, où, à côté de la locomotive classique, apparaissent des appareils entièrement nouveaux, présentant entre autres solutions inédites : la chaudière à tubes d'eau (chaudière « Double », chaudière « Woolnough »), adoptée pour les automotrices triples mises en projet par le syndicat Rhéno-Wesphalien du charbon ; la transmission par engrenages, avec essieux moteurs indépendants, répondant au souci de limiter aux grandes allures les réactions internes parasites dues aux mouvements alternatifs des bielles (trains à vapeur « Bugatti », actuellement en construction pour le P.-L.-M.) ; le moteur à turbine à grandes vitesses (1 500 tours/mn) convenant pour les puissances relativement faibles (1 000 à 1 200 ch, etc.).

En résumé, le problème des grandes vitesses n'est pas encore assez avancé pour que l'on puisse, dans ce domaine, préciser beaucoup la solution de l'avenir. Aussi convient-il de laisser l'expérience actuelle se poursuivre en évitant, en particulier, de restreindre, pour des raisons d'unification et de standardisation, la liberté d'initiative et d'innovation des constructeurs. Sans doute peut-on déjà, sur certains points, fixer l'orientation de la technique future. Cependant la formule ne pourra jaillir que d'une confrontation générale des solutions proposées et, seule, une pratique prolongée, excluant les conceptions a priori toujours fragiles, pourra conduire à des résultats profitables.

CLAUDE CAILLAT.

POUR LA CINÉMATOGRAPHIE EN COULEURS

VOICI UN NOUVEAU FILM D'AMATEUR :

LE FILM DUFAYCOLOR

LE premier film en couleurs était, si notre mémoire est bonne, le *Kodacolor*, qui utilisait un objectif spécial avec filtre trichrome, tant à la prise de vues qu'à la projection. Le format 16 mm fut le premier film d'amateur en couleurs. Puis parut le film *Kodachrome*, petit chef-d'œuvre de technique physico-chimique, qui autorisait la prise de vues et la projection sans le secours d'un filtre d'objectif (1). Les formats 16 et 8 mm profitaient seuls de ce perfectionnement.

Enfin, voici que vient d'être introduit sur le marché un nouveau film en couleurs qui, cette fois, s'applique au format 9 mm 5. Il s'agit du film *Dufaycolor*, fruit des travaux de notre compatriote M. Dufay, mais réalisé en Angleterre. *La Science et la Vie* en a décrit le principe il y a dix ans (2). Rappelons-en brièvement l'essentiel. Avant l'apposition de l'émulsion sur le support, ce dernier est coloré. Dans le procédé Dufay, comme dans tous les autres, la question revient toujours à sélectionner les couleurs originales au moyen d'un écran trichrome.

Alors que, dans le film *Kodachrome*, trois couches colorées incorporées à l'émulsion sont superposées, dans le film Dufay, les trois couleurs fondamentales, rouge, bleu et vert, sont disposées en réseau.

Directement sur le support d'acétate de cellulose, c'est-à-dire ininflammable, sont tracées, à raison de 40 par millimètre, des lignes longitudinales et parallèles alternativement bleues et vertes. Puis, transversalement et dans la même proportion, des lignes rouges. Chaque millimètre carré est donc composé de 1 600 points colorés. Ceci nous rappelle la plaque autochrome Lumière dont l'émulsion contenait des grains de fécule colorés et utilisés comme filtres.

Lorsque le réseau, dont la réalisation est assez délicate et exige des machines de

haute précision, est terminé, on applique sur lui une couche sensible panchromatique.

La prise de vues

Le film est alors placé dans une caméra, mais — et c'est la seule différence d'emploi du film Dufay — l'émulsion tourne le dos à l'objectif au lieu de lui présenter sa surface sensible. La lumière traverse donc le support et le réseau avant d'atteindre la couche sensible. L'image se forme sur le côté pile de l'émulsion au lieu du côté face. Considérons un point de cette image, qui est bleu par exemple.

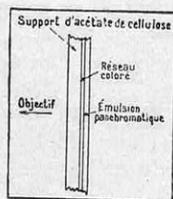
Il sera purement et simplement intercepté par les points rouges et verts du réseau, tandis qu'il traversera les points bleus. Donc seront seuls impressionnés par la lumière les cristaux de bromure d'argent situés derrière les points bleus du réseau.

Lorsque le film sera développé, ces cristaux vont noircir alors que les cristaux voisins, en contact avec les points rouges et verts du réseau, resteront clairs. Pendant l'inversion, qui a lieu en trois temps, la situation va changer du tout au tout : les cristaux noirs du premier développement, étant entraînés, laisseront sur le film une aire transparente, tandis que les cristaux qui étaient restés clairs vont, au contraire, noircir et devenir opaques.

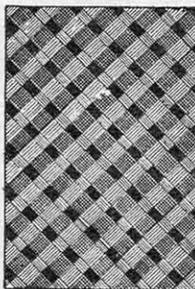
La reconstitution synthétique des couleurs à la projection

Le traitement du film terminé, plaçons le film dans un projecteur dans la même position que dans la camera, c'est-à-dire support vers l'objectif et la couche sensible vers la lanterne.

Le rayon lumineux blanc, issu de la lampe, traversera les aires claires de l'émulsion, puis aura à franchir le réseau. En poursuivant notre exemple du début, à ces points clairs correspondent les éléments bleus du réseau ; seuls, les rayons bleus du faisceau blanc pourront le traverser et formeront sur l'écran un point bleu. Le phénomène se



COUPE DU FILM «DUFAYCOLOR»



Vert Bleu Rouge

DISPOSITION DES RAIES VERTES, BLEUES ET ROUGES DU FILM

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 451.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 134, page 103.

reproduisant pour chaque point de l'image, tout l'écran recevra l'image colorée. Bien entendu, les couleurs composées emprunteront à deux ou même aux trois couleurs fondamentales une partie de leur valeur pour reconstituer leur ton exact.

Comment l'amateur doit utiliser le film « Dufay »

Sauf en ce qui concerne la précaution de placer le film à l'envers dans le chargeur, l'amateur n'a aucune précaution particulière à prendre dans l'utilisation du film Dufaycolor. Toutefois, il faut tenir compte de deux choses. Tout d'abord l'épaisseur du support bien que peu importante, modifie la mise au point. Donc, avec les appareils à mise au point fixe, ce qui est la cas usuel, il y a lieu de corriger ce décalage en agissant sur le diaphragme. Si l'objectif est ouvert à 1 : 3,5, il ne faut jamais opérer avec un diaphragme inférieur à 4,5 ou 5 (c'est-à-dire ne jamais utiliser les ouvertures comprises entre 3,5 et 5). Avec les objectifs à mise au point, augmenter la distance d'environ 15 % et opérer avec n'importe quelle ouverture. Si, par exemple, le sujet

est à 6 m, placer la collerette de mise au point sur une distance de 6 m 90 à 7 m.

Pour le calcul du diaphragme, bien que l'émulsion soit panchromatique, il faut tenir compte de l'absorption du filtre, ce qui ramène la sensibilité effective à celle d'un film ortho, soit environ 600 H et D ou 18/20° Scheiner.

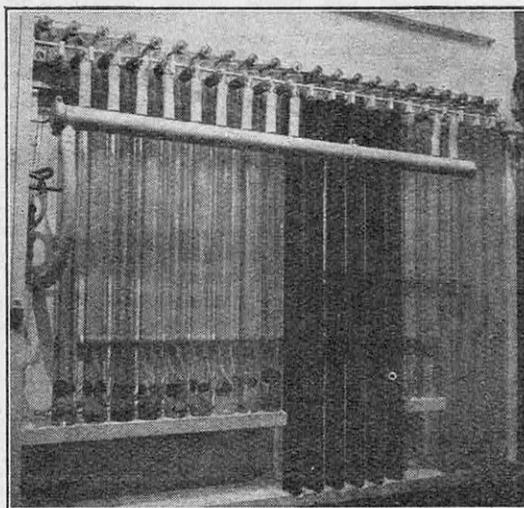
Le traitement du film

Si la prise de vues et la projection s'effectuent sans difficultés, par contre le traitement du film est assez délicat, bien que, théoriquement, il ne s'agisse que du développement d'un film panchromatique inversible

normal. Mais il faut se rappeler que de la qualité des noirs et de la gamme des gris dépendra entièrement le rendu des couleurs.

Tout d'abord le développement devra être surveillé par un technicien averti, qui utilisera un bain exactement approprié à la constitution chimique de l'émulsion. Lorsque ce premier développement sera arrivé au noircissement adéquat, et après lavage, commencera l'inversion, qui ne saurait souffrir la moindre imperfection, car c'est de la bonne conduite de cette opération que dépend en dernier ressort la qualité du film. Il s'agit de transformer les blancs en noirs et les noirs en blancs en respectant rigoureusement la gradation exacte des gris.

Nous ne connaissons qu'une firme spécialisée en France dans le traitement du film Dufaycolor. Opérant sur machines continues, elle utilise des bains spéciaux préparés une heure avant l'utilisation et stabilisés (par une formule tenue secrète) pendant toute la durée du traitement. Dans ce laboratoire, on va même jusqu'à durcir l'émulsion par un procédé spécial qui respecte la souplesse du support, mais en rendant la couche impressionnée



(Fred Jeannot.)

UNE PARTIE DE LA MACHINE A DÉVELOPPER LES FILMS « DUFAYCOLOR »

Le film, après le développement et l'inversion, arrive par la droite et plonge successivement dans six cuves de lavage, puis six cuves de durcissement antirayures ; enfin, dans neuf cuves de lavage final, avant de partir, à gauche, vers l'essorage. Chaque cuve mesure environ 1 m 10 de haut. Le film est entraîné par les galets lisses que l'on voit en haut de chaque cuve. Les bains sont constamment renouvelés par un jeu de pompe. L'eau circule de bas en haut dans les cuves de lavage. Le débit de la machine atteint 400 m à l'heure.

plus réfractaire aux rayures qui pourraient se produire au cours de l'utilisation du film.

Or, cette question des rayures, importante dans le film noir et blanc, devient capitale dans le film en couleurs, puisque, derrière une rayure, il n'y a plus à espérer de restitution correcte de la teinte. Une rayure interdit en effet la sélection convenable des radiations de la source lumineuse de projection aux points où l'image est détériorée.

Avec cette nouvelle acquisition, le film 9 mm 5 offre désormais toutes les possibilités des autres formats, tout en conservant son avantage originel d'un prix de revient moindre.

PIERRE KESZLER.

LA T. S. F. ET LA VIE

Par André LAUGNAC

La télévision en couleurs sur grand écran

Il y a quelques semaines, M. J.-L. Baird, le pionnier de la télévision en Angleterre, a procédé à Londres à une très intéressante démonstration de télévision en couleurs sur grand écran. Les images étaient transmises par l'antenne de télévision du Crystal Palace sur 8 m 30 de longueur d'onde. Le récepteur était placé au Dominion Theatre, à plus de 6 km de distance de l'émetteur. L'écran sur lequel était projeté l'image en couleurs mesurait 3 m 60 sur 2 m 50 et les images pouvaient être distinguées avec une netteté encourageante des trois mille places du théâtre.

Dans ce système de télévision en couleurs, l'exploration de l'objet à l'émission et la reconstitution de l'image à la réception s'effectuent par l'intermédiaire de dispositifs exclusivement mécaniques.

L'image à transmettre est éclairée de la manière classique par des projecteurs à arcs. L'analyseur comporte essentiellement un tambour circulaire de 20 cm de diamètre tournant à 6 000 tours/mn et portant 20 miroirs inclinés suivant des angles progressivement croissants sur l'angle du tambour. Ces miroirs réfléchissent tour à tour l'image par l'intermédiaire d'une lentille convergente et d'un miroir fixé sur un disque perforé. Ce disque, partie essentielle de l'installation, tourne à 500 tours/mn et est percé de 12 fentes concentriques ménagées à des distances différentes du centre. Ces fentes sont garnies d'écrans alternativement bleus, verts

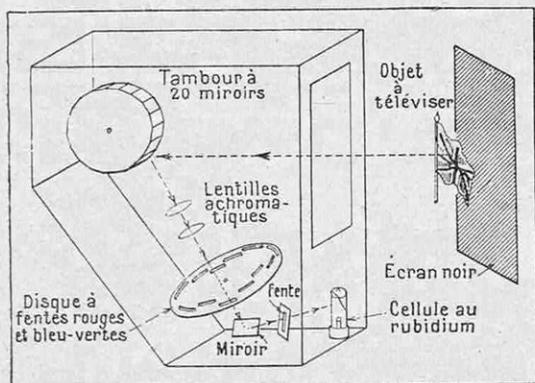


FIG. 1. — SCHEMA DE PRINCIPE DE L'ÉMETTEUR UTILISÉ A LONDRES POUR LA TÉLÉVISION EN COULEURS, SYSTÈME « BAIRD »

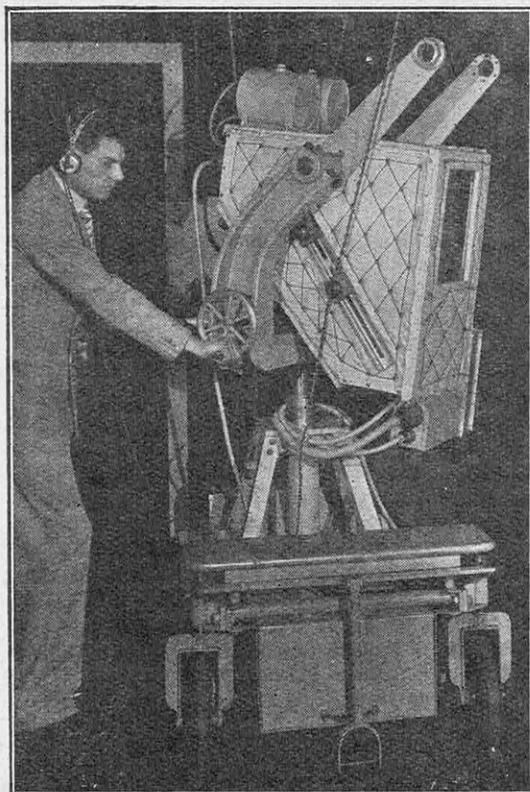


FIG. 2. — L'APPAREIL « BAIRD » D'ÉMISSION POUR LA TÉLÉVISION EN COULEURS

et rouges. Le faisceau de lumière qui a traversé une de ces fentes tombe sur la cathode au rubidium d'une cellule photoélectrique, suivie d'un multiplicateur d'électrons (1). A la sortie de ce multiplicateur, on recueille le courant qui, après amplification convenable, sert à moduler l'émetteur.

Chaque demi-tour du disque correspond à une image : il y a donc 16,6 images par seconde. Quant au tambour portant les 20 miroirs, il effectue 6 rotations pendant chaque image et balaie ainsi 120 fois verticalement l'image à transmettre. Les 6 fentes que traverse successivement le faisceau lumineux pendant l'exploration d'une image étant inégalement distantes du centre, ces 120 lignes se trouvent « entrelacées » à raison de 6 fois 20 lignes par image.

A la réception, l'image est reproduite d'une manière analogue. Après détection et

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 240, page 431.

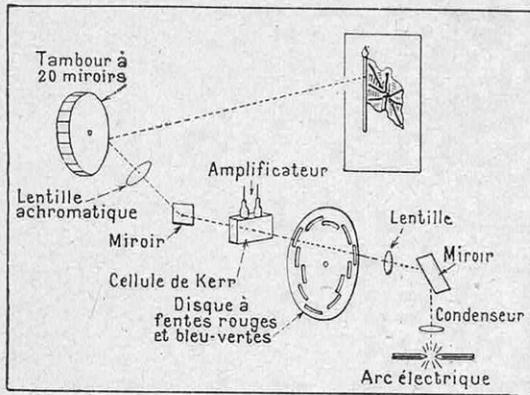


FIG. 3. — SCHEMA DE PRINCIPE DU MONTAGE UTILISÉ POUR LA RÉCEPTION DE LA TÉLÉVISION EN COULEURS, SYSTÈME « BAIRD »

amplification, le « signal » est appliqué aux électrodes d'une cellule de Kerr (1), qui module l'intensité lumineuse d'un faisceau émanant d'une lampe à arc. Ce faisceau traverse un disque à 12 fentes et se réfléchit sur un tambour à 20 miroirs, tous deux identiques à ceux utilisés à l'émission. Le « spot » balaye ensuite l'écran verticalement.

La télévision en couleurs ainsi réalisée à l'aide de deux filtres colorés seulement ne peut assurer la transmission fidèle de toutes les couleurs du spectre. Trois couleurs fondamentales sont indispensables. Les appareils que nous avons décrits sommairement pourraient, cependant, sans modification appréciable, permettre la transmission de trois couleurs au lieu de deux.

Un nouveau mode d'accord des circuits oscillants

LES moyens utilisés jusqu'ici pour réaliser l'accord de circuits oscillants sur une fréquence déterminée consistent à faire varier *mécaniquement* la self ou la capacité de ce circuit. En plus de ces moyens, il existe maintenant un moyen purement *électrique* de réaliser l'accord d'un circuit oscillant.

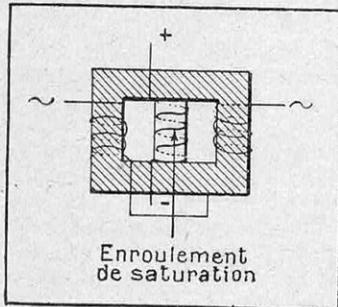


FIG. 4. — CIRCUIT MAGNÉTIQUE A TROIS BRANCHES

(1) En plaçant deux nicols croisés sur le trajet d'un rayon lumineux, on constate l'extinction totale de la lumière. Mais si on dispose entre les nicols un tube contenant un liquide, tel que le sulfure de carbone ou la nitrobenzine, soumis à un champ électrique, la lumière reparait et son intensité est précisément fonction de la tension qui produit ce champ électrique. (Voir *la Science et la Vie*, n° 117, page 247, et n° 163, page 28.)

En électrotechnique, on utilise la perméabilité variable du fer (1) et des alliages ferreux en fonction de leur saturation magnétique pour réaliser des selfs-inductances variables. Le procédé consiste à saturer plus ou moins le circuit magnétique d'une self à noyau de fer à l'aide d'un enroulement supplémentaire parcouru par un courant continu réglable. On peut obtenir ainsi des variations de self de 1 à 10. Pour éviter l'inconvénient d'un couplage entre l'enroulement de saturation et l'enroulement de la self elle-même, on emploie généralement un circuit magnétique à trois branches.

C'est ce même principe qu'on applique aux selfs des circuits en haute fréquence. Les noyaux magnétiques des selfs haute fréquence sont constitués par de la poudre d'un alliage ferreux noyée dans un isolant. Par suite de cette structure discontinue, la perméabilité d'un noyau ainsi constitué est comprise entre 4 et 20, alors que, pour les tôles normales servant à la construction des transformateurs, elle est de l'ordre de 1 000 à 5 000.

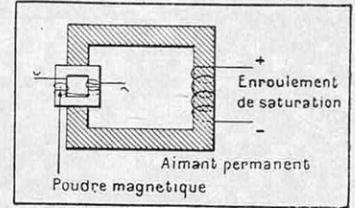


FIG. 5. — RÉALISATION PRATIQUE D'UNE SELF HAUTE FRÉQUENCE VARIABLE

Pour obtenir la même saturation, il faudrait donc, en haute fréquence, utiliser un nombre d'ampères-tours plusieurs centaines de fois plus grand. Le bobinage de saturation aurait alors des dimensions *exagérées*. Le problème vient d'être *élégamment* résolu en utilisant simultanément un aimant permanent et un bobinage pour produire la saturation de la poudre magnétique. Si la réactance du circuit magnétique constitué par l'aimant est grande, il n'en résulte, pour le bobinage, aucun amortissement supplémentaire.

Ce nouveau procédé de variation de la self-inductance est susceptible de recevoir de nombreuses applications ; en particulier, il permettra de résoudre plus simplement le problème de la correction automatique d'accord.

Comment mettre en marche et régler à distance un récepteur

LA mise en marche d'un récepteur de T. S. F. et la recherche des stations par commande à distance constituent un problème qui a toujours vivement intéressé un grand nombre d'amateurs. Les organes primordiaux d'un radiorécepteur moderne comprennent : l'interrupteur de mise en marche, généralement combiné avec

(1) Aptitude à se laisser traverser par un flux magnétique.

le volume contrôle, la commande de l'accord et le commutateur de gammes d'ondes. Trois petits moteurs électriques peuvent donc assurer la mise en marche et le réglage d'un récepteur. La commande à distance de ces trois petits moteurs peut se faire sans aucun fil supplémentaire, grâce à un système d'impulsions haute fréquence que l'on superpose à la tension du secteur d'alimentation.

La première condition à réaliser est que le dispositif de mise en marche et d'arrêt de ces trois moteurs ne s'use pas et n'absorbe pratiquement pas d'énergie lorsqu'il reste en position d'attente. Ceci exclut donc

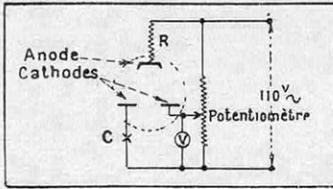


FIG. 6. — SCHEMA DE MONTAGE D'UN TUBE A DECHARGE A CATHODES FROIDES

l'emploi, dans sa construction, de tubes à filaments chauffés en permanence. La Bell Telephone a mis au point un tube à décharge à cathodes froides, le tube

W. 313 A, qui permet de résoudre élégamment ce problème, ainsi, d'ailleurs, que tout autre problème de commande à distance.

Le tube W. 313 A comporte deux électrodes semi-circulaires recouvertes d'oxyde de terres rares et une anode formée d'un fil de nickel entouré par un tube de verre ouvert à une extrémité. L'ampoule est remplie d'un mélange de néon et de vapeur de mercure : c'est, en somme, un tube au néon un peu perfectionné. Les deux cathodes jouent le rôle d'électrodes de contrôle. La tension d'amorçage entre ces deux électrodes est de 70 V, quelle qu'en soit la polarité ; la tension limite d'entretien de la décharge est de 60 V ; la tension d'amorçage entre l'anode et l'une des électrodes de contrôle est de 175 V ; la limite d'entretien est de 75 V. Entre l'anode et l'une des électrodes de contrôle, la décharge ne peut avoir lieu que lorsque l'anode est positive par rapport à la cathode.

Alimentons un tube W. 313 A, suivant le

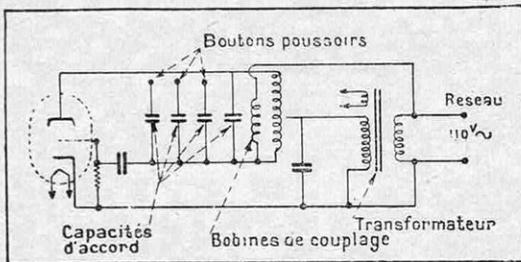


FIG. 7. — PRINCIPE DU PETIT OSCILLATEUR QUI PERMET D'EFFECTUER LA COMMANDE ET LE REGLAGE A DISTANCE D'UN RADIORÉCEPTEUR

schéma de la figure 6. Au moyen du potentiomètre, faisons varier la tension entre les deux cathodes. Dès qu'elle atteindra 70 V, une décharge s'amorcera entre les deux cathodes et, par suite, entre l'anode et les cathodes.

Si l'on réduit cette différence de potentiel à 60 V, la décharge cessera entre les cathodes et, par conséquent, entre elles et l'anode. Mais il suffira d'introduire seulement une tension de 10 V en série dans la branche C pour la faire réapparaître.

En mettant cette propriété à profit, il est possible de réaliser un ingénieux système de réglage à distance des postes de T. S. F. On utilise comme liaison entre le récepteur et l'appareil de commande placé à portée de la main de l'opérateur, les fils du secteur lui-même. L'appareil de commande est constitué par un petit oscillateur, qui super-

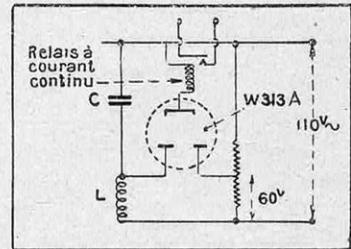


FIG. 8. — SCHEMA D'UN CIRCUIT ELEMENTAIRE DU POSTE POUR LE REGLAGE A DISTANCE

pose à la tension à 50 p/s du secteur une oscillation haute fréquence. A l'aide de boutons poussoirs, on met en circuit différents condensateurs correspondant aux fréquences préalablement choisies. Cet oscillateur est alimenté directement par le secteur (fig. 7).

Le bloc de commande, placé près du récepteur lui-même, est constitué par plusieurs tubes W. 313 A commandant chacun un relais à courant continu fonctionnant sous 10 milliampères environ.

Les différents circuits élémentaires sont identiques au schéma de la figure 8 et ne diffèrent que par les valeurs de L et C.

En l'absence d'onde incidente de fréquence correspondant à la fréquence propre du circuit défini par les valeurs de L et C, le tube à décharge ne s'amorce pas. Mais, dès qu'une onde incidente transmise par les fils du secteur et de fréquence égale à la fréquence de résonance du circuit arrive aux extrémités de ce dernier, il apparaît, entre les deux électrodes de contrôle, une différence de potentiel supérieure à la tension d'amorçage. Le tube entre alors en fonctionnement et actionne le relais à courant continu. Les différents relais de ces circuits élémentaires, à leur tour, assurent la mise en route du récepteur, la commande du moteur d'entraînement du système d'accord du récepteur, du volume contrôle, etc.

La commande à distance d'un récepteur est ainsi possible de toutes les prises de courant d'un appartement. A. LAUGNAC.

NOUVEL EMBALLAGE POUR LES PRODUITS VISQUEUX OU EN PÂTE

L'APPARITION des tubes souples, en plomb ou en étain, a marqué naguère un net progrès — sur les boîtes ou les pots — pour l'emballage des produits visqueux ou en pâte. Si ces boîtes se prêtent, en effet, à une belle présentation, les tubes offrent, par contre, une protection plus efficace contre le dessèchement et la pollution, et le plus souvent une plus grande facilité d'utilisation. On leur reprochait néanmoins leur aspect disgracieux au cours de leur vidage par pressions répétées ; la fragilité de leur paroi, nécessitant un emballage coûteux pour leur transport ; des risques de perforation de la paroi souple ; des risques de fuite ou d'éclatement vers le bout opposé à celui de



FIG. 1. — COMMENT ON UTILISÉ LE NOUVEAU RÉCIPIENT

l'ajutage, lorsque l'usager exerce sa pression au milieu du tube. Un nouveau récipient en aluminium remédie à ces inconvénients. Il se compose d'une calotte *A* en aluminium rigide (fig. 2) portant une ouverture *B*, sur laquelle se visse un bouchon *B'*, et d'une membrane *C* en aluminium souple

déformable. Le sertissage *D* assure la liaison de ces deux parties. L'utilisation en est évidente. Il suffit de presser sur la membrane pour provoquer la sortie du contenu de la boîte. D'un prix de revient infime, le récipient est jeté après usage. La forme même de cet emballage permet de le recouvrir d'un boîtier enjoliveur, se fixant simplement par léger serrage et pouvant offrir l'aspect de n'importe quel modèle de boîte ou de pot correspondant à la « marque » du produit. On sait, d'ailleurs, que l'aluminium se prête aisément à toute décoration et à toute coloration. Bien entendu, le boîtier sert pour un nombre illimité de récipients.

Mais le boîtier peut aussi jouer un autre rôle. Voici le boîtier-bouchon muni à son intérieur (à la

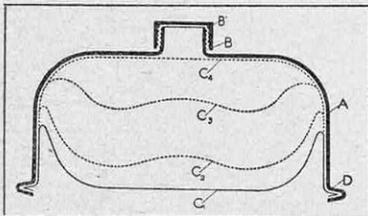


FIG. 2. — COUPE DE LA BOÎTE
A, boîtier rigide ; B, bouchon vissé sur B' ; C₁ C₂ C₃ C₄, positions successives de la membrane souple d'aluminium ; D, sertissage assurant l'assemblage.

partie supérieure) d'un bouchon se vissant sur l'ajutage du récipient lui-même. Ce dispositif de boîtier peut être complété par un réceptacle

communiquant avec l'ajutage et au milieu

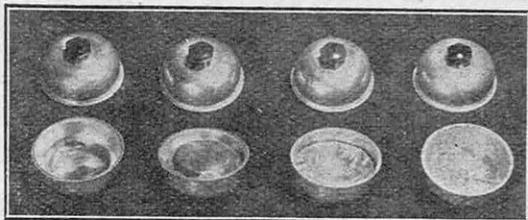


FIG. 3. — PHASES D'UTILISATION DE LA BOÎTE
De gauche à droite : avant et après remplissage ; en cours de vidange et après vidange complète.

duquel sort le produit qu'il est alors aisé d'étaler sur une brosse ou un chiffon sans se souiller les doigts, s'il s'agit de cirage, par exemple. La pâte non utilisée restant dans le récipient inférieur ne risque ni de sécher, ni de se polluer. De même, le pinceau à colle peut trouver son logement dans un réceptacle cylindrique et étroit. Citons encore le récipient burette à huile, dont le bouchon est remplacé par un embout amovible.

Du point de vue industriel, signalons que toutes les machines à remplir s'adaptent aisément au remplissage de ces nouveaux récipients. Quant à leur transport, il offre de grandes facilités. Vides, les récipients s'emboîtent les uns dans les autres, formant ainsi des rouleaux légers, peu volumineux, et peu fragiles. Pleins, ils peuvent être emballés en rouleaux, avec des rondelles de carton intercalaires, ou dans des cartonnages individuels.

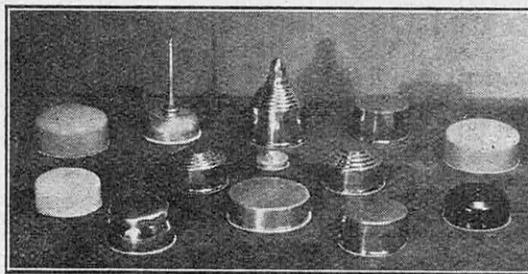


FIG. 4. — DIVERS TYPES DE BOITIERS S'ADAPTANT AU RÉCIPIENT EN ALUMINIUM

L'emploi de l'aluminium assure le minimum de poids et, par suite, de frais de transport. La calotte rigide n'offre, en effet, que quelques dixièmes de millimètre d'épaisseur et la membrane souple, quelques centièmes de millimètre. Enfin, la fabrication par emboutissage et sertissage est entièrement automatique.

Ainsi, l'aluminium a permis de créer un emballage d'une grande efficacité en ce qui concerne la protection des produits, facile à transporter sans risques, assurant une vidange rationnelle et totale, susceptible de recevoir les décorations les plus variées. La parfumerie, la pharmacie, l'alimentation l'utiliseront donc avec profit. Il servira encore pour les colles du bureau et les produits d'entretien divers, de même que pour conditionner sous forme d'échantillons de petites quantités de produits.

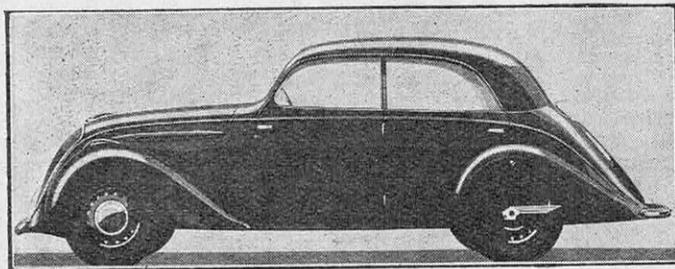
LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS. DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Une voiture brillante et économique construite pour durer

À u Salon de l'Automobile de Paris 1937, Peugeot lançait un referendum qui devait lui permettre d'offrir aux usagers une voiture répondant exactement aux désirs de la majorité. La conduite intérieure 4 places, 4 portes (berline) ayant recueilli le maximum de suffrages, voici la « 202 », qui



ENSEMBLE DE LA NOUVELLE « 202 » PEUGEOT

Les perfectionnements techniques apportés à la construction de la « 202 » ont permis d'obtenir une puissance de 30 ch pour une cylindrée de 1 133 cm³ seulement avec une consommation de 214 g d'essence au ch/h. Cette voiture permet de tenir aisément une vitesse moyenne de 70 km/h en consommant 8 litres aux 100 km.

satisfait à toutes les exigences. Disons tout de suite qu'elle marque un progrès considérable sur les dernières réalisations de la construction mondiale. On connaît le succès de la « 201 ». Or celle-ci, avec une cylindrée de 1 112 cm³ développait 24 ch à 4 000 tours/mn et dépensait 270 g d'essence au ch.h à 3 000 tours. La « 202 » développe, avec 1 133 cm³, une puissance de 30 ch à 4 000 tours et consomme 214 g d'essence seulement au ch.h à 3 000 tours (puissance nominale 6 ch, assurance pour 6 ch).

Ces caractéristiques ont pu être obtenues grâce à l'emploi de soupapes en tête commandées par culbuteurs, à la culasse en Alpax avec chambres de combustion autorisant un rapport de compression de 7 (au lieu de 5,5), au carburateur inversé, à l'allègement du châssis par l'emploi d'alliages légers et résistants, à la suspension souple en trois points, aux formes profilées, à la caisse entièrement tôle (allègement et rigidité).

Les résultats pratiques sont vraiment remarquables. Extrêmement maniable par suite de son faible poids (795 kg à vide) et de l'adoption de roues avant indépendantes, la « 202 » permet de descendre, en troisième vitesse, à 15 km/h et d'accélérer très rapidement, avantage précieux en ville. Sur route, elle assure aisément une vitesse moyenne de 70 km/h (vitesse de pointe, 100 km/h), avec une consommation de 8 litres aux 100 km (huile, 150 g aux 100 km). Une per-

formance montre bien ses possibilités et son endurance : à Montlhéry, le 16 février 1938, dans de mauvaises conditions atmosphériques, 2 403 km furent couverts par une « 202 » en 24 h, soit à 100,140 km/h.

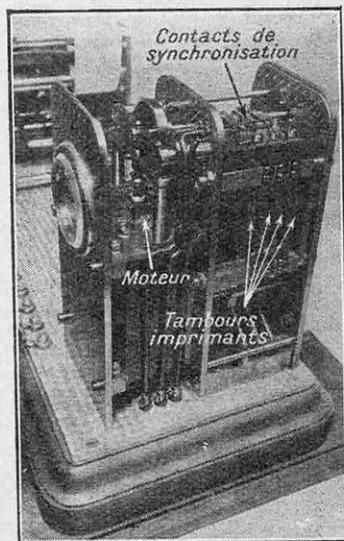
Signalons encore le confort des 4 places de la « 202 » (1); un dispositif nouveau assure le renouvellement de l'air sans remous et sans introduction de poussières ou insectes. Construite pour durer, la « 202 » constitue bien la voiture attendue par tous.

PEUGEOT, 68, quai de Passy, Paris (16^e).

Le chronométrage électrique des courses en skis

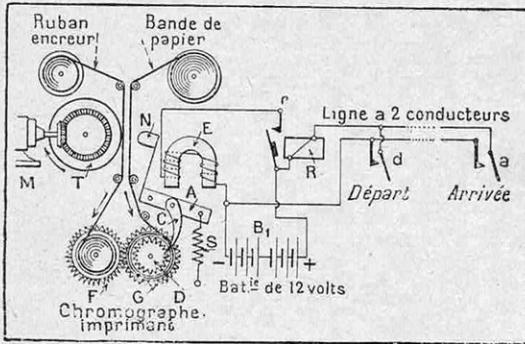
P our la première fois, le chronométrage électrique a été appliqué aux courses en skis lors des derniers championnats de France internationaux (épreuves de descente et de slalom). Le principe en est très simple : il consiste à faire déclencher, par le skieur lui-même, un contact électrique au départ et à l'arrivée, et à imprimer les heures correspondantes sur une bande de papier. Les « temps » se calculent immédiatement par différence.

L'appareillage central, situé soit à l'arrivée, soit au départ, se compose d'un chronographe imprimant, sur la bande, l'heure, la minute, la seconde et le 1/100 de seconde. Il est donc nécessaire que les tambours sur lesquels sont fixées les bandes où s'inscrivent ces données tournent à une vitesse rigoureusement constante. Pour cela, le chronographe est muni d'un petit moteur à courant continu, fonctionnant sur une batterie d'accumulateurs



LE CHRONOMETRE IMPRIMANT OUVERT

(1) Avec accès aux bagages en relevant le dossier des places arrière.



SCHEMA DU DISPOSITIF DE CHRONOMETRAGE ELECTRIQUE DES COURSES EN SKIS

a et d sont les contacts que le coureur déclenche au départ et à l'arrivée. Le contact r du relais R ferme le circuit de l'électroaimant E, qui attire son armature A et lance les marteaux N contre les tambours en rotation continue T. Les rubans encreurs assurent l'inscription des minutes, secondes et centièmes de seconde. Lorsque le relais R n'est plus alimenté, l'armature A retombe sous l'action du ressort S et le crochet C, fait avancer le tambour D. A l'arrivée, le contact a assure également l'inscription des heures, minutes, secondes et 1/100 de s. Par différence, on connaît le temps mis par le coureur. M est le moteur synchronisé qui entraîne les tambours.

de 6 V et synchronisé par une horloge électrique de haute précision (1). En outre, le moteur qui entraîne les tambours est muni d'un lourd volant qui évite les variations de vitesse par tour. Enfin, le chronographe est muni de marteaux actionnés par un électro-aimant aux moments où le skieur déclenche le contact (départ et arrivée) et venant frapper sur les tambours tournants gradués, le premier de 0 à 23 (heures), les deux suivants, de 0 à 59 (mn et s), le troisième de 0 à 99 (1/100 de s). Comme entre les marteaux et les tambours sont intercalés un ruban encreur (comme celui d'une machine à écrire) et une bande de papier, chaque frappe inscrit sur la bande de papier l'heure, la minute, la seconde et le 1/100 de seconde correspondants.

En réalité, pour la course de descente, dont les départs séparés étaient donnés toutes les minutes exactement (2), le chronographe imprimait seulement les heures d'arrivées par la manœuvre d'un manipulateur par un chronométrateur. Le synchronisme entre l'horloge de départ et le chronographe était assuré par l'horloge électrique, grâce à une ligne à deux conducteurs en fer de 4 mm de diamètre et de 2 700 m de long.

Dans le slalom, au contraire, le skieur lui-même déclenchait l'inscription au départ et à l'arrivée par la rupture d'un fil de laine. L'appareil était situé au départ. Une ligne à deux conducteurs de 500 m de long reliait le contact d'arrivée au chronographe imprimant. Comme les « temps » sont obtenus par différence, les retards dus à l'inertie des pièces en mouvement n'interviennent pas.

(1) A cet effet, le balancier de cette horloge établit un contact à chaque oscillation qui assure l'envoi d'un courant supplémentaire vers un contact tournant solidaire du moteur. Si le moteur tourne trop lentement, ce dernier contact dure plus longtemps et le moteur accélère. L'inverse se produit si le moteur va trop vite.

(2) Un cadran de 30 cm de diamètre, muni d'une trotteuse, permettait au skieur de voir le moment exact du départ.

Il va de soi qu'il serait aisé de remplacer le fil de laine par un rayon lumineux dont la coupure par le skieur agirait sur une cellule photoélectrique.

Ainsi, ce chronométrage, dont l'initiative est due à M. Moreno, directeur sportif de cette compétition, permet de communiquer instantanément les résultats avec précision et régularité.

Pour le contrôle exact du temps

LES chronographes, qui permettent de mesurer le temps au 1/5 de seconde, sont ordinairement des appareils dont les dimensions sont analogues ou supérieures à celles d'une montre de poche. Cependant, on fabrique aujourd'hui des « chronomètres » excellents dont la trotteuse marque le 1/5 de seconde, à peine plus gros que les montres-bracelets ordinaires. Ainsi, l'automobiliste peut, sans lâcher le volant, mesurer sa vitesse, quelle que soit son allure de marche. Quant au motocycliste, il est évident qu'il ne peut utiliser le chronomètre de poche.

Automobilistes, coureurs, docteurs, essayeurs, garagistes, ingénieurs, sportifs, etc., pourront ainsi, sous une forme gracieuse et pratique, avoir au poignet, partout et toujours, la montre qui, sans défaillance, les servira. Les Etablissements Sarda ont mis précisément au point plusieurs séries de chronographes-bracelets de grande précision, figurant parmi les 600 modèles de montres en tous genres présentés sur leur superbe album n° 38-65 envoyé gratuitement et sans engagement sur demande adressée aux ETABLISSEMENTS SARDA, à Besançon (Doubs).



CHRONO-BRACELET « SARDA »

L'« Isotherm » : véritable cuirasse de santé

APRÈS de longues années de recherches et de travaux, voici enfin mis au point définitivement, suivant les indications des hygiénistes et des médecins, un gilet de corps dû au docteur Collignon : l'« Isotherm », d'une conception nouvelle et hardie. De hautes autorités médicales l'ont expérimenté et le recommandent. L'« Isotherm » a d'ailleurs obtenu le Diplôme d'Honneur à l'Exposition Internationale 1937 ; c'est un gilet constitué par un véritable filet à mailles très larges dont les nœuds saillants empêchent la chemise ou autre sous-vêtement d'adhérer à la peau.

Le relief des nœuds de cette « cote de mailles » maintient donc, entre corps et vêtement, un matelas d'air qui conserve à la peau sa température normale et, de ce fait, évite tout refroidissement.



LE SOUS-VÊTEMENT L'« ISOTHERM »

En outre, le léger frottement que ce gilet procure sur la peau donne l'impression d'un massage continu, stimulant la circulation cutanée.

Par les substances employées, par sa simplicité, l'*Isotherm* est le sous-vêtement élégant et sain indiqué pour tous, en été comme en hiver. Ce gilet ne rétrécit pas. Il se lave, sans autres précautions, dans un simple savonnage à l'eau chaude. De nombreuses attestations témoignent de sa réelle efficacité. *Isotherm* : la cuirasse de santé.

L'*Isotherm* du docteur Collignon, gilet de corps hygiénique à action révulsive. Breveté S. G. D. G. *Marque et modèle déposés.*

J. JOUVE, 21, rue de Paradis, Paris (10^e).

Pour réduire la consommation du courant électrique

NOUS avons signalé déjà (décembre 1937) la fiche *Thermus*. Rappelons que c'est un véritable thermostat qui permet de limiter la température d'un fer au degré choisi, par la simple manœuvre d'une manette. Il peut être également utilisé sur les bouilloires, cafetières, etc., mais avec le courant alternatif seulement.

V. RUBOR.

LHOTELLIER, 20, rue des Gravilliers, Paris (3^e).

CHEZ LES ÉDITEURS (1)

Les explorations du XX^e siècle, par Charles-E. Key. Prix franco : France, 34 f ; étranger, 38 f.

Avion, dirigeable, sous-marin, brise-glace, sans oublier la locomotion mécanique terrestre, ont efficacement contribué, en moins d'un siècle, à la découverte graduelle de la Terre. Les récentes expéditions entreprises grâce à ces puissants moyens techniques ont eu tout d'abord pour but de combler les « blancs » qui subsistaient (ou subsistent encore) sur la carte du globe. A ce point de vue, l'ouvrage Ch.-E. Key constitue à la fois une source de documents et un captivant « roman » d'action vécue. C'est, en effet, toute l'histoire, jusqu'à nos jours, des conquêtes réalisées notamment dans le bassin de l'Amazonie, à travers les déserts du Tibet et de l'Asie, l'assaut du pôle Nord (Peary, Amundsen, Nobile, Byrd, etc.) jusqu'à son occupation toute récente par des explorateurs soviétiques (cinq avions, quarante-deux passagers, le 22 mars 1937). La station radio-polaire (réseau des communications arctiques russes) a constitué l'une des réalisations les plus audacieuses et les plus utiles pour la science et les relations futures par voie aérienne. Peut-être qu'un jour, plus ou moins rapproché, il deviendra possible d'établir des relations régulières entre l'U. R. S. S. d'Europe et les Etats-Unis d'Amérique. L'expédition du 18 juin dernier, exécutée par trois aviateurs russes, a déjà indiqué la voie à suivre et le but à poursuivre. Elle fut, du reste, suivie d'une autre plus récente encore le 18 juillet 1937. Nous en sommes là, pour l'instant, après ces magnifiques tentatives dans le domaine de la conquête du pôle par voie aérienne. Quoi qu'il en soit advenu, il faut retenir que la « station » du pôle Nord a pu fonctionner plusieurs mois en dépit de son instabilité sur un radeau de glace soumis à la dérive ! Et, sans doute, l'Antarctique suscitera lui aussi des « entrepreneurs » de raids semblables pour « occuper » le pôle Sud.

Les chapitres suivants sont aussi instructifs que celui consacré à la conquête des pôles : ils sont relatifs à la Nouvelle-Guinée, à l'Australie, aux expéditions de Scott, de Charcot, dans les régions antarctiques, à la recherche du pôle magnétique-sud, etc. Voici encore le « Toit du Monde » (tragédies du Nanga-Parbat) et la pénétration plus poussée du continent noir. Les récits ayant trait aux expéditions d'Amundsen,

de Byrd, de Lincoln Ellsworth, des Danois au Groenland, aux vols arctiques de Wilkins appartiennent déjà à l'histoire, mais les fameuses expéditions vers le sommet du globe terrestre et les assauts de l'Everest, encore inexpugnables, sont d'hier. La dernière expédition remonte à peine à deux ans (1936). Voilà, rapidement analysée qualitativement, la riche substance que renferme ce nouvel ouvrage d'une collection déjà si abondante en documentation « poussée » et variée. Elle vise à accroître nos connaissances géographiques en mettant à profit une conception plus moderne, par suite plus vivante, dans l'étude des questions relevant de cette science universelle qui englobe la géographie physique, la géopolitique, la géographie militaire, la géobiologie animale et végétale, etc.

Dénatalité mortelle, par Fernand Boverat. Prix franco : France, 8 f ; étranger, 11 f.

A maintes reprises, *la Science et la Vie* a appelé l'attention de ses lecteurs sur les profondes et graves répercussions qu'engendre (et provoquera plus encore, dans un proche avenir) notre crise de dénatalité persistante. Combien de nos compatriotes ignorent encore, à ce propos, l'œuvre méritoire si désintéressée entreprise par l'Alliance Nationale pour l'Accroissement de la Population Française. Une étude, qui vient de paraître en plaquette intitulée : *Comment enrayer la crise des naissances*, est non seulement destinée à documenter le public sur l'un des problèmes essentiels pour l'avenir de la race et l'existence même de la nation, mais nous trace notre devoir, si nous, Français, voulons vivre et... survivre parmi les grandes puissances européennes. Les moyens de remédier à une telle situation — qu'il n'est pas exagéré de qualifier d'angoissante — sont nettement indiqués dans la brochure précitée. Le remède qui apparaît comme le plus efficace est de consentir, au profit des familles nombreuses, les sacrifices financiers que le pays s'est résigné à supporter pour ses armements. La Défense nationale exige des hommes — en quantité — au même titre que des matériels. Une guerre éventuelle consommerait, hélas ! encore plus de vies humaines que celle de 1914-1918, en dépit du rôle croissant de ces matériels sans cesse plus perfectionnés et, par suite, toujours plus meurtriers. C'est là un truisme sur lequel n'a pas craint d'insister le général Ludendorff lui-même, dans l'un de ses derniers ouvrages, rédigé quelques années à peine avant sa mort.

(1) Les ouvrages annoncés peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués, sauf majoration.

Téléphonie et appareils téléphoniques, par Fr.-W. Gust. Siemens-France, 17, rue de Surène, Paris (8^e).

La célèbre firme Siemens vient de faire éditer, par son département de France et d'après la dernière édition allemande, un opuscule à la fois bien documenté et bien présenté, concernant les différents systèmes d'installations téléphoniques les plus modernes, dont la technique du système « Neha » est l'un des plus représentatifs. Ce livre contribuera à faire le point, en matière de progrès techniques, dans ce vaste domaine de la téléphonie appliquée à la vie moderne.

Portrait de l'Estonie, par J. Cathala. Prix franco : France, 16 f 60 ; étranger, 18 f 60.

L'Exposition de 1937 a permis aux « ignorants » de se rendre compte de l'évolution de bien des pays jadis peu connus des profanes. Ainsi, dans le nord de l'Europe, certains d'entre eux ne sont devenus des nations que depuis vingt ans à peine. Parmi celles-ci les plus importants sont les Etats Baltiques : Lettonie, Lithuanie, Estonie. Ils constituent un ensemble remarquable par l'effort accompli, en si peu de temps, dans les principaux domaines de l'activité créatrice appliquée à leur économie nationale. Le « portrait » de l'Estonie (qui complète fort opportunément la « galerie » entreprise par l'*Europe vivante*) révèle ainsi au public français la vie du peuple estonien, retrace son histoire dramatique entre les Slaves et les Germains, montre son labeur actuel depuis qu'il a su conquérir sa liberté. On y verra notamment comment la capitale d'aujourd'hui, Tallinn, l'ancienne Reval ou Rewel (suivant que la langue du dominateur est l'allemand ou le russe), reflète fidèlement cette tension de l'énergie estonienne née dans un petit Etat au contact de grandes ambitions. Voilà la résultante des énergies d'un peuple obstinément résolu à jouer sa chance avec 40 000 hommes. En

France, nous connaissons mal ces belles races du Nord, en dépit même du cinéma, qui n'est pas encore assez documentaire. Au lieu des films niais américains, il vaudrait mieux projeter sur les écrans de nos villes et de nos campagnes ces magnifiques productions dont l'Exposition de 1937 nous a révélé l'existence, notamment en Allemagne, en U. R. S. S., pour ne citer que les principaux pays où la formation culturelle est particulièrement poussée. En attendant la diffusion de ces films « instructifs », voilà des livres qu'il faut lire pour mieux comprendre le monde contemporain : ils sont aussi captivants que le film lui-même.

La psychologie organique, par Pierre Jean.

Prix franco : France, 16 f 40 ; étranger, 19 f 80.

Dans la collection *La Science et les Hommes*, nous signalons cet ouvrage où l'auteur a pris parti entre la thèse spiritualiste et la thèse physico-chimiste. Curieux ouvrage à lire avec intérêt par les lecteurs épris d'une philosophie qui pose dans toute leur ampleur les problèmes les plus généraux de la vie.

Nouveau guide de l'électricien amateur, par J. Peube. Prix franco : France, 7 f 20 ; étranger, 9 f 20.

NOTRE RAVITAILLEMENT EN PYRITES

Dans notre article sur les besoins de la défense nationale en pyrites, nous avons signalé, page 388, que l'Espagne nationaliste avait interdit l'exportation des pyrites à destination de la France, alors que l'Allemagne et la Grande-Bretagne, entre autres, avaient signé des accords à ce sujet avec le gouvernement du général Franco. Il importe de noter que le décret de prohibition concernant la France s'étend non seulement aux exportations directes, mais encore aux livraisons qui pourraient nous être consenties par l'intermédiaire de pays agréés par les « nationaux » espagnols, en particulier la Grande-Bretagne.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 55 fr. |	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 65 fr.
	{ 6 mois... 28 — |		{ 6 mois... 33 —

BELGIQUE

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an... 70 f. (français) |	Envois recommandés.....	{ 1 an... 90 f. (français)
	{ 6 mois. 36 f. — |		{ 6 mois. 45 f. —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : *Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.*

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 90 fr. |	Envois recommandés.....	{ 1 an.... 110 fr.
	{ 6 mois... 46 — |		{ 6 mois.. 55 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 80 fr. |	Envois recommandés.....	{ 1 an.... 100 fr.
	{ 6 mois... 41 — |		{ 6 mois.. 50 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris - X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Santé Force Vigueur



L'Électricité

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

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

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

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

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

3me Partie : MALADIES de la FEMME

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

4me Partie : VOIES DIGESTIVES

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

5me Partie : SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR

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

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

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

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

C'EST GRATUIT

Hommes et femmes, célibataires et mariés, écrivez une simple carte postale à Mr le Docteur L. P. GRAND, 30, Avenue Alexandre-Bertrand, BRUXELLES-FOREST, pour recevoir par retour, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs. Affranchissement pour l'Étranger: Lettre 1.75. Carte 1 fr.

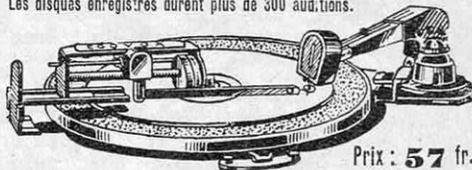
ENREGISTREZ VOUS-MÊMES...

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

EGOVOX

L'ENREGISTREUR DU SON

LA SIMPLICITÉ MÊME caractérise le fonctionnement de l'Égovox, ce qui n'est pas une des moindres raisons de son succès mondial. Les disques enregistrés durent plus de 300 auditions.



Prix : 57 fr.

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

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

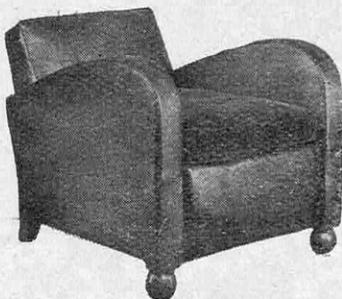
Concessionnaire pour la BELGIQUE :
Anc. Etab. E. DEBRAY, 12, place du Béguinage
ERQUELINNES (Hainaut)

Les sièges CONSTANT

6, boulevard Voltaire, PARIS (11^e)

Téléphone : ROQUETTE 10-04

50% moins cher



FAUTEUILS
CUIR
PATINÉ

GRAND
CONFORT

FORMES NOUVELLES DEPUIS **175 fr.**

Conditions spéciales aux lecteurs de LA SCIENCE ET LA VIE

EXPOSITION UNIQUE - 200 MODÈLES

La grande maison du siège cuir

ATELIERS ET EXPOSITIONS

6, boulevard Voltaire, PARIS (11^e) - Tél. : Roquette 10-04

CATALOGUE SV FRANCO

Vient de paraître :

NOUVELLE

ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

DEUX FORTS VOLUMES

Format 21x29, reliés dos cuir, plat toile, 1.400 pages de texte. Gravures, dessins, schémas.

Publiée sous la direction de **M. DESARCES**, Ingénieur E.C.P., avec la collaboration d'Ing. électriciens des Arts et Métiers, de l'École Sup. d'Electricité et de l'Inst. électrotechn. de Grenoble.

SEPT MODÈLES DÉMONTABLES diversément coloriés de **MACHINES et INSTRUMENTS ÉLECTRIQUES.**

LA NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ est enfin terminée. Elle était depuis longtemps attendue par tous les ouvriers, les spécialistes, les contremaîtres, les chefs de chantiers, les ingénieurs, etc., et tous ceux également qui, de près ou de loin, ont fréquemment à rechercher des solutions pratiques de montage, de construction, d'installation, de mise au point ou de réparations quelconques de machines ou d'appareils électriques.

Ils trouveront dans cet ouvrage si complet tous les renseignements utiles qu'ils chercheraient en vain dans de nombreuses publications séparées.

Les auteurs se sont surtout appliqués à réunir

LA THÉORIE A LA PRATIQUE

L'homme de métier trouvera dans ce nouvel ouvrage des données techniques ou théoriques que le temps lui a fait oublier ou que sa spécialisation ne lui a permis que d'effleurer au cours de ses études, et le lecteur non spécialisé, des reux

D'APPRENDRE ET DE COMPRENDRE

en trouvera ample matière à enseignement ; il poursuivra sans fatigue et avec un intérêt de plus en plus croissant l'étude si attachante des phénomènes électriques et leurs féeriques applications.

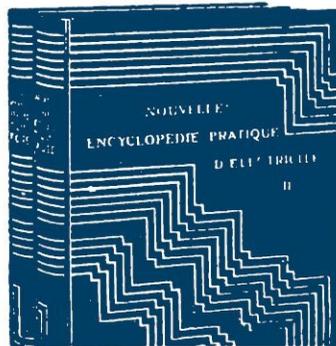


TABLE DES MATIÈRES

TOME I

Phénomènes électriques. Phénomènes magnétiques. — Courants alternatifs : Simples, Monophasés, Polyphasés. — Effets Physiologiques des courants industriels. Courant à haute fréquence. — Générateurs et Moteurs Electrostatiques. — L'Electron. Symboles concernant l'Electrotechnique. — **Dynamos à courant continu.** Fonctionnement d'une Dynamo. Construction des Dynamos. Tableaux d'installation. Essai des Dynamos. Déroulement des Dynamos en fonctionnement. — **Alternateurs.** Fonctionnement. Construction. Tableaux d'installation. Essai des Alternateurs. — **Moteurs à courant continu.** — Propriétés générales. Fonctionnement. Installation et Régulation. Essai. Cause des dérangements. — **Moteurs à courant alternatif.** — Moteurs Synchrones, Monophasés et Polyphasés. Moteurs asynchrones. Polyphasés et Monophasés à collecteurs. — **Accumulateurs** au plomb et alcalins. — **Transformateurs** statiques. Théorie et fonctionnement. Construction, emploi. Essais de réception. — **Moteurs générateurs.** Groupes et commutatrices. Génératrices asynchrones. — **Machines spéciales** pour l'amélioration du facteur de puissance. Moteurs synchrones surexcités. Moteurs d'instruction avec collecteurs en cascade. Moteurs asynchrones synchronisés. Moteurs spéciaux à courant alternatif. — **Condensateurs** statiques. — **Redresseurs** à vapeur de mercure. Redresseur Tungar. Redresseur à oxyde de cuivre. Redresseur électrolytique. Redresseurs à vibreurs. — **Mesures** électriques des courants, des résistances, de capacité et de coefficient de self induction, de puissance. Transformateurs de mesures. Etudes des courants et des courants alternatifs. Instruments à lecture directe. — **Compteurs** pour courant continu, alternatif, Etalonnage. Tarification de l'énergie électrique. — Système de Télécommande.

— **Transmission de l'énergie.** — Distributions. Canalisations. Type de câbles et fabrication. Essais. Pose. Recherches des câbles posés. Lignes aériennes. Eléments constitutifs. Construction et exploitation des lignes. Interconnexion des centres de production. — **Usines centrales.** Usines hydrauliques. Les mesures en hydraulique. — **Appareils de protection.** Disjoncteurs haute tension. Protection sélective.

TOME II

Installations électriques dans immeubles et dépendances. — Éléments. Calcul des canalisations. Appareillage. Outillage et tours de main. Divers schémas. — **Eclairage.** Étude de la lumière. Photométrie. Principes généraux. Eclairage des voies publiques. Lampes à incandescence et à arc. Application de l'éclairage aux Locaux, Théâtres, Bibliothèques, etc... — **Tractions** électriques diverses. Transmission de l'énergie aux Motrices et Equipement. Freinage et Récupération. Tractions spéciales par accus. — **Télégraphie** électrique. Appareils divers. Transmissions automatiques multiples, successives. Téléimprimeur. — **Téléphonie.** Récepteurs et Transmetteurs. Lignes. L'Automatique. Divers systèmes. — **Radiotélégraphie.** Ondes. Circuits oscillants et couplés. Lampes à électrodes. Émission. Réception. Ondes courtes. Applications de la radioélectricité. — **Electrochimie et Métallurgie.** Fours électriques. Soudure. — **Electricité médicale.** Radiologie. Accidents et traitements. — **Signalisation** électrique. Cellules photoélectriques. Applications. — **Appareils domestiques.** Chauffage. Cuisine électrique. Production du froid. — **Horlogerie** électrique. — **Ascenseurs** Monte-charge. — **Distribution** de l'énergie. Appareil. Installation. Réseaux. Electrification rurale.

BULLETIN DE COMMANDE

Veuillez m'expédier en compte terme la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ en 2 volumes reliés (21 x 29) au prix de 350 francs payables aux conditions ci-après :

- a) 20 francs par mois jusqu'à parfait paiement ;
 - b) En 3 paiements mensuels de 110 fr. 75 (5 % d'escompte) ;
 - c) En un seul paiement de 330 francs (10 % d'escompte) à la livraison.
- Chaque commande est majorée de 15 francs pour frais de port et d'emballage et chaque quittance de 1 franc pour frais d'encaissement.

Nom et prénoms.....
 Profession.....
 Domicile.....
 Ville..... Dep.....
 Le..... 193... (Uniquer le paiement adopté)

BON pour une NOTICE ILLUSTRÉE

(Service S. V.)

Veuillez m'adresser le prospectus spécimen de la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ.

Signature :

Nom.....
 Adresse.....

Copier ou détacher ce BON ou ce BULLETIN et l'envoyer à la

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



PRODUCTION

SOCHAUX

202

Peugeot

4 portes, 4 places.
Moins de 8 litres
aux 100 km. à 65
de moyenne avec
4 personnes à bord
(Contrôle A. C. F.)

*la nouvelle voiture
de tous les français!*

