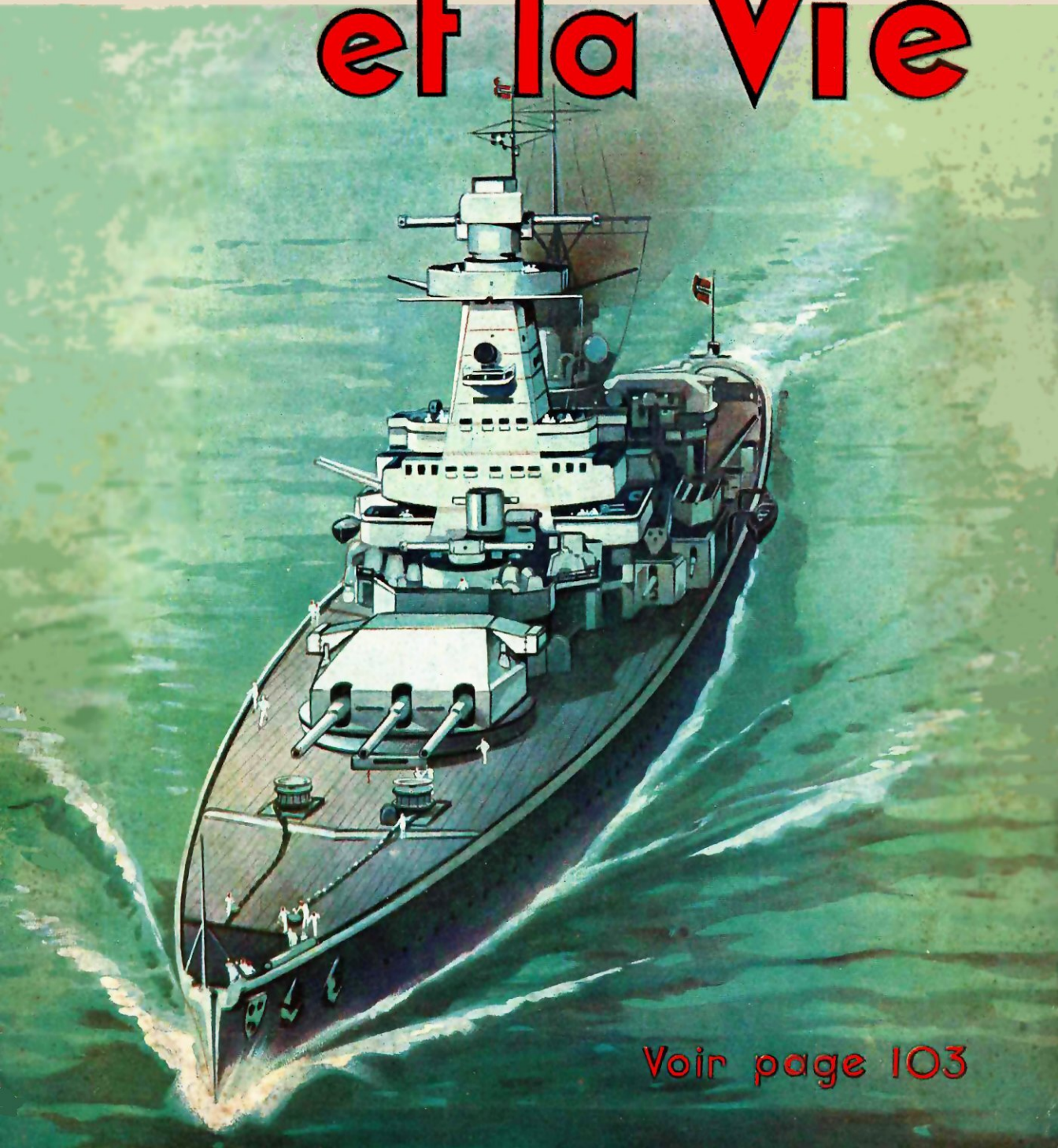


Février 1940

5 francs

la Science et la Vie



Voir page 103

APPRENDRE — CONNAITRE — CRÉER

Des extraits du Livre d'Or

MULTIMOTEUR

(Matériel électro-mécanique en réduction)

vous feront connaître l'opinion des savants,
des spécialistes, des amateurs et des débutants :



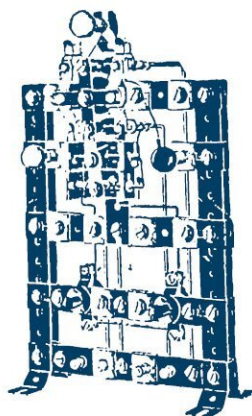
« J'estime que le matériel Multimoteur constitue un ensemble merveilleux pour l'enseignement et qu'il développera chez tout chercheur l'esprit d'invention et de réalisations. »

X...

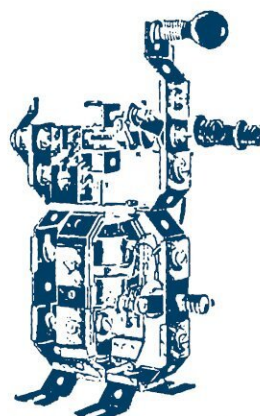
.....
« Je suis heureux d'avoir été le témoin des derniers efforts de mise au point de ce matériel : j'ai pu juger ainsi de la somme de travail et d'ingéniosité dépensée par L. et M. Leur récompense sera d'avoir donné naissance à un chef-d'œuvre de la plus haute utilité, non seulement par sa valeur pédagogique mais aussi par tous les services qu'il peut rendre à tous ceux qui cherchent, qui inventent, qui perfectionnent. »

« Nous devons nous féliciter que Multimoteur soit né en France, où il doit pénétrer dans toutes les branches de l'enseignement. De là, il se répandra certainement dans le monde entier, car c'est une réalisation matériellement parfaite d'une idée parfaitement claire. »

X...



Envoi franco de la
DOCUMENTATION
GÉNÉRALE "SV",
contre 5 fr. en timbres :
MULTIMOTEUR,
25, rue Garnier,
Neully (Seine)





Cours sur place ou par correspondance

INDUSTRIE

Cours à tous les degrés
**MÉCANIQUE - ÉLECTRICITÉ
 RADIOTECHNIQUE**
 Constructions aéronautiques
 Section spéciale de
CHIMIE INDUSTRIELLE

COMMERCE

**SECRÉTAIRE, COMPTABLE
 ET DIRECTEUR**
 Diplômes d'Études juridiques

SECTION DES SCIENCES

Mathématiques et appliquées

Étude et développement par correspondance des Sciences mathématiques et appliquées depuis les cours d'initiation jusqu'aux cours les plus élevés.

Arithmétique - Géométrie - Algèbre - Trigonométrie - Mécanique - Cosmographie - Géométrie descriptive - Mathématiques générales - Calcul différentiel - Calcul intégral - Géométrie analytique - Physique - Chimie - Électricité - Résistance des matériaux.

MARINE MILITAIRE

Préparation aux Ecoles
 des Elèves Ingénieurs Mécaniciens
 (Brest)
 Sous-officiers Mécaniciens et Pont
 Mécaniciens (Moteurs et Machines)
 (Lorient)
 Ecole de T. S. F. de Toulon

MARINE MARCHANDE

Préparation aux examens :
 Ecoles de Navigation
 Brevets d'Elèves Officiers
 et Lieutenants
 Officiers mécaniciens
 Officiers T. S. F.

AVIATION MILITAIRE

Ecole de sous-officiers pilotes d'Istres
 Ecoles des Elèves Officiers
 Ecole des Officiers Mécaniciens
 Ecoles civiles d'Aviation

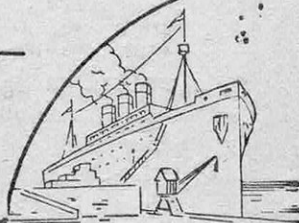
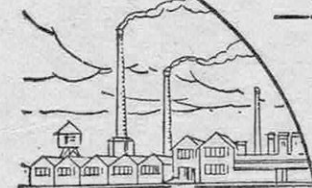
AVIATION CIVILE

Brevets de navigateurs aérien
 Concours d'Agents techniques
 et d'Ingénieurs Adjoints
 du Ministère de l'Air

PROGRAMMES GRATUITS

(Joindre un timbre pour cette réponse)

**LES COURS SUR PLACE
 ont lieu pendant la guerre
 à Nice :**
56, b. Impératrice-de-Russie



PROFITEZ DE VOS HEURES D'INACTION
POUR APPRENDRE UNE CHOSE UTILE

3 occupations
utiles et
agréables
s'offrent
à vous

LE DESSIN
LA LITTÉRATURE
**LES LANGUES
ÉTRANGÈRES**

LA situation actuelle vous prive de vos distractions favorites et vous laisse souvent inoccupé. Instruisez-vous en vous amusant, augmentez votre valeur personnelle, et peut-être vos ressources. C'est le moment de suivre l'un des célèbres cours par correspondance de l'École A. B. C.

Devenez DESSINATEUR

Savoir dessiner, quel rêve !... En quelques mois vous pouvez être capable de croquer une silhouette, une caricature, une scène pittoresque, un bout de paysage, un portrait même. Dès vos premiers coups de crayon vous connaîtrez un véritable enchantement et vous irez de surprise en surprise.

L'ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN

vous invite à lui rendre visite à son siège, 12, rue Lincoln. Vous pourrez examiner les leçons, les dessins de nos élèves, lire leurs lettres et assister à la correction des devoirs par l'un de nos éminents artistes professeurs.

UN COURS DE DESSIN POUR LES ENFANTS



L'École A. B. C. de Dessin a créé également un cours de dessin spécial pour les enfants de huit à quatorze ans. Tout en les amusant, ce cours leur donne les notions élémentaires les plus com-

*Croquis d'actualité !
N'aimez-vous pas
en faire de semblables ?*

plètes dont ils se souviendront toute leur vie. Il développe leur esprit d'observation et leur donne pour toujours le goût du dessin. L'avenir de vos enfants se joue en ce moment. Faites-leur ce beau et utile cadeau, inscrivez-les au cours A. B. C. pour enfants.

L'École A. B. C. donne à ses élèves une instruction technique spéciale, suivant les désirs de chacun, et les prépare à des carrières telles que : Dessin de Publicité, d'Illustration, de Mode, Dessin humoristique, Croquis de Reportage, Décoration, etc...

Devenez ÉCRIVAIN

Nombreux sont ceux que tourmente le démon d'écrire. Ils sentent qu'ils ont quelque chose à dire et conçoivent dans leur esprit mille thèmes de romans, de nouvelles, de pièces de théâtre, de poèmes, etc... Mais ils n'ont pas le métier suffisant pour transposer leurs idées de leur cerveau sur le papier. La page blanche leur fait peur.

(Photo Manuel.)



HENRI DUVERNOIS
nous écrivait : *Votre initiative mérite d'être pleinement encouragée.*

Si vous êtes de ceux-là, suivez sans retard le COURS A. B. C. DE RÉDACTION LITTÉRAIRE, qui mettra entre vos mains le véritable métier de l'écrivain. Qui sait si vous n'aurez pas la joie de vous voir imprimé, de lire votre nom sur la couverture d'un livre ou au bas d'un article de journal.

En dehors des espoirs qu'ouvre la carrière littéraire, songez à tous les débouchés ouverts à celui qui sait bien rédiger une lettre, un compte rendu, un rapport. Car on vous

juge souvent sur votre style; une lettre de vous peut vous couler ou, au contraire, être le point de départ de situations inespérées. Dans toutes les professions, ceux qui savent bien rédiger sont toujours recherchés.

APPRENEZ L'ANGLAIS



ou toute autre
LANGUE ÉTRANGÈRE

ALLEMAND,
ITALIEN,
ESPAGNOL, etc.

en quelques mois par la MÉTHODE LINGUAPHONE

Plus que jamais, il est indispensable de connaître **au moins** une langue étrangère. Quel que soit votre âge, où que vous habitiez, sans dérangement, vous pouvez parler la langue de votre choix avec le plus pur accent, en suivant la merveilleuse Méthode Linguaphone. Elle utilise l'image, la lecture et le son. Grâce au phonographe, l'oreille entend le son du mot que l'élève lit en même temps que l'image lui montre l'objet.

C'est un véritable plaisir que de suivre une leçon LINGUAPHONE. Plusieurs personnes peuvent profiter ensemble de la leçon, parents ou amis. Linguaphone est donc, en défini-

tive, la plus économique des méthodes d'enseignement des langues, comme aussi la plus rapide et la plus attrayante.

Mais, pour savoir ce qu'est réellement Linguaphone, il faut l'avoir entendu. Venez écouter une démonstration à notre Institut LINGUAPHONE, 12, rue Lincoln, Paris, vous serez émerveillé. Si cela vous est impossible, vous pouvez faire un **essai gratuit** de huit jours, chez vous. Au moyen du coupon ci-dessous, demandez-nous notre Album de renseignements qui vous sera envoyé gratuitement et vous donnera la marche à suivre pour bénéficier de l'offre d'**essai gratuit**.

AUTRES COURS SPÉCIAUX de l'Ecole A. B. C. par correspondance

- COURS TECHNIQUE DE DESSIN PUBLICITAIRE.
- COURS TECHNIQUE DE GRAVURE SUR BOIS.
- COURS DE PRÉPARATION AU PROFESSORAT DU DESSIN.
- COURS DE PUBLICITÉ ET VENTE.
- COURS SPÉCIAL DE JOURNALISME.
- COURS TECHNIQUE SUR LE DESSIN DE MODE, LE DESSIN D'ILLUSTRATION, LA CARICATURE, LA DÉCORATION, etc.

Pour tous renseignements sur ces différents cours, écrire à M. le Directeur de l'Ecole A. B. C.

LES ÉCOLES A. B. C. PAR CORRESPONDANCE

12, rue Lincoln (Champs-Élysées) - PARIS 8^e

Retournez-nous ce coupon en spécifiant quel cours vous intéresse (dessin, littérature, ou langues). L'album demandé vous sera envoyé sans frais par retour du courrier.



COUPON A DÉTACHER

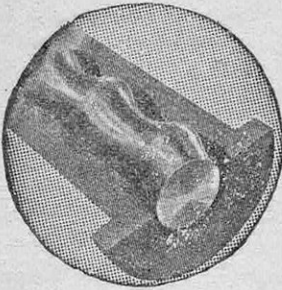
Veillez m'envoyer gratuitement et sans engagement votre Album de renseignements.

sur (indiquer le sujet choisi)

Nom

Profession Age

Adresse

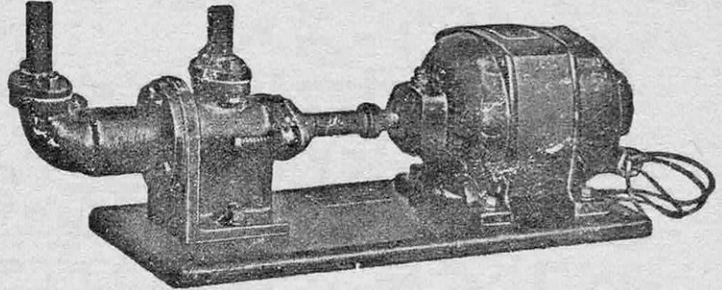


POMPES EN CAOUTCHOUC

LICENCE R. MOINEAU, BREVETÉE FRANCE ET ÉTRANGER

AVANTAGES

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



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

SOCIÉTÉ
POMPES . COMPRESSEURS . MÉCANIQUE
65, 65 BUE DE LA MAIRIE VANVES (SEINE) TÉL. MICHELET 3718

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX
Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

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

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

SERVICE PUBLICITÉ : 20, rue d'Enghien, Paris, Téléph. : Prov. 15-22



*c'est
à mon tour !*

de mettre
dans le colis les billets de la
**LOTÉRIE
NATIONALE**



Joignez à chaque colis de vos mobilisés
quelques billets ou dixièmes
de la Loterie Nationale, la
Fortune, elle aussi, peut aller
"quelque part en France"
et quelle joie de gagner !

**LOTÉRIE
NATIONALE** ⁹¹

IL EST
PLUS FACILE

d'apprendre seul
avec ou sans disques

L'ANGLAIS

L'ALLEMAND, L'ESPAGNOL
L'ITALIEN, le NÉERLANDAIS

avec

ASSiMiL

"LA MÉTHODE FACILE"

que par n'importe quel moyen

Your cigarette is finished.



La méthode **ASSiMiL** met réellement les langues à la portée de tous.

Non seulement elle réduit l'effort au minimum, mais encore, par le caractère humoristique et familier de ses textes, elle transforme l'étude en véritable distraction.

Rien de plus clair, de plus vivant, de mieux gradué, et par conséquent de plus facile à apprendre et à retenir.

Pour vous en convaincre, demandez, sans engagement, les sept premières leçons avec documentation contre 2 fr. 50 en timbres pour chaque langue.

ASSiMiL, service Sc

15 bis, rue de Marignan, Paris-8^e

51, rue du Midi, Bruxelles

POUR les ÉTUDES de vos ENFANTS

Pour vos propres études

vous ne pouvez mieux faire que de vous adresser

I'ÉCOLE UNIVERSELLE

par correspondance de Paris, la plus importante du monde, dont les cours ne subissent
AUCUNE INTERRUPTION.

Ses services sont en effet installés dès maintenant dans de vastes bâtiments à bonne distance de la capitale, où les courriers et les devoirs des élèves sont transportés par un service spécial plusieurs fois par jour. Ses cours par correspondance sont :

les plus commodes dans les circonstances présentes, puisqu'on les suit **chez soi**, sans aucun dérangement, en n'importe quelle résidence, jusque dans les localités les plus isolées et même si l'on est astreint à de fréquents déplacements ;

les plus complets, puisqu'ils embrassent tous les programmes officiels de l'enseignement du premier et du second degré, et tous les programmes spéciaux auxquels se rapportent les brochures énumérées ci-dessous ;

merveilleusement efficaces, puisqu'ils ont permis aux élèves de l'Ecole Universelle de remporter depuis 33 ans des

CENTAINES DE MILLIERS DE SUCCÈS

aux **Baccalauréats, Brevets, Licences, concours des Grandes Ecoles, des Grandes Administrations, etc.**

L'Ecole Universelle est la première au monde qui appliqua l'enseignement par correspondance aux études primaires, secondaires, etc. Ce sont ses succès inouïs qui ont déterminé la vogue de cet enseignement. Mais ses méthodes restent toujours inégalées. Votre intérêt vous commande de lui réserver toute votre confiance.

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 de 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° 5.303, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'au 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*.

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

BROCHURE N° 5.307, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel depuis la onzième jusqu'aux classes supérieures, y compris première supérieure et mathématiques spéciales — 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° 5.309, 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, au *Certificat d'études P. C. B.* et à l'*examen d'herboriste*.

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

BROCHURE N° 5.314, concernant la préparation aux concours d'admission dans *toutes les grandes Ecoles spéciales* : Armée et Marine, Elève officier de réserve, Ecoles d'infirmières, Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, Elèves pilotes, Elèves mitrailleurs, etc.

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

BROCHURE N° 5.319, 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° 5.322, concernant la préparation à tous les brevets et diplômes de l'Air, de la Radio et de la Marine : Licences d'opérateur, Brevets de navigateur, Certificats de Radio, Pont Machine.

(Enseignement donné par des officiers de pont, Ingénieurs, Officiers mécaniciens, Commissaires, Professeurs de l'Université, etc.)

BROCHURE N° 5.330 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, Force, 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° 5.333 concernant la préparation à toutes les carrières de l'Agriculture, des industries agricoles et du Génie rural, dans la Métropole et aux Colonies.

(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc.)

BROCHURE N° 5.338, 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° 5.344 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° 5.347, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 5.351, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, et du Secrétariat (Secrétaire particulier, Secrétaire assistante de médecin, Secrétaire technique).

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 5.358, 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'Écriture, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 5.363 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° 5.366, 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° 5.371, 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° 5.375, 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° 5.380, concernant l'Art d'écrire (Rédaction littéraire, Versification) et l'Art de parler en public (Eloquence usuelle, Diction).

BROCHURE N° 5.385, concernant l'enseignement pour les enfants débiles ou retardés.

BROCHURE N° 5.388, concernant les carrières féminines dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 5.392, 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)

VOUS VERREZ AUSSI BIEN

avec les verres scientifiques à double vue

DIACHROM DISCOPAL DIKENTRAL

montés sur une

lunette HORIZON Brev. S.G.D.G.

la lunette moderne, esthétique, élégante
à champ de vision complet

En vente chez les opticiens-spécialistes (prix imposés). La Société des Lunetiers, 6, rue Pastourelle, Paris, ne vend pas aux particuliers.

*de loin
de près*



Photo
Draeger

INVENTEURS

POUR VOS

BREVETS

L. DENÈS

INGÉNIEUR-CONSEIL

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

Radiesthésie scientifique ou Radio-Désintégration

Méthode **L. TURENNE**

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

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

LIVRES, COURS ET LEÇONS

Envoi franco de notices explicatives

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

TOTO *de*

L'ami des enfants de cinq à douze ans. Par l'immense succès qu'il a connu dès son premier numéro, a montré combien heureuse était sa formule et réussie sa présentation.

ADMINISTRATION ET PUBLICITÉ : 20, RUE D'ENGHEN, PARIS (X^e)

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

DANS TOUTES BONNES MAISONS
155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ

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

En suivant les Cours par correspondance de

**L'ÉCOLE PROFESSIONNELLE
SUPÉRIEURE DE T. S. F.**

51, boulevard Magenta, PARIS-X^e

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

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

Construction, Montage, Dépannage
et alignement de tout poste

Cours complet : 250 francs
DIPLOME FIN D'ÉTUDES

*Partout où passe
le courant lumière*

...ET SANS INSTALLER
LA FORCE!..
vous pouvez brancher un

Ragonot-Delco

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



Pub. R.-L. Dupuy

ENREGISTREZ VOUS-MÊMES...

les émissions que vous transmettent
des mondes lointains vos postes favori-
s, en adaptant sur votre pick-up...

EGOVOX

**L'ENREGISTREUR
DU SON**

LA SIMPLICITÉ MÊME caractérise le fonc-
tionnement de l'Egovoxx, ce qui n'est pas une
des moindres raisons de son succès mondial.
Les disques enregistrés durent plus de 200 auditions.



Prix: 69 fr.

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

1, rue Lincoln, Paris-8^e

Pub. C. BLOCH

Depuis **25 ans**

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

LAUREYS F^{res}

17 RUE D'ENGHEN - PARIS-10^e

TÉLÉPH.:
PRO. 99.37

**PHOTOGRAVURE
OFFSET - TYPONS
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE**

LA Radio S'APPREND Aussi PAR CORRESPONDANCE



N° 2.

JEUNES GENS !...

c'est un véritable triomphe que remportent chaque année aux examens officiels
LES MÉTHODES ORIGINALES D'ENSEIGNEMENT DE
L'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F.

— EN EFFET —

70 % des candidats reçus aux examens officiels sont des élèves
de l'école (résultats contrôlés au Ministère des P. T. T.)

Quelles que soient les situations de la Radio
CIVILES OU MILITAIRES

auxquelles vous aspirez

AVIATION — INDUSTRIE — MARINE — ADMINISTRATIONS

AUGMENTEZ VOS CHANCES DE RÉUSSITE

en vous inscrivant immédiatement à nos cours par correspondance (donnant
droit à un stage gratuit de six semaines)

IL N'EXISTE PAS D'AUTRE ÉCOLE POUVANT VOUS DONNER
LA GARANTIE D'UN PAREIL COEFFICIENT DE RÉUSSITE
Demandez le « Guide complet des carrières professionnelles et militaires de T.S.F. »



ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

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

Prochaine session : Avril 1940

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, 20, rue d'Enghien, Paris-10^e

Chèques postaux : N° 59-70, Paris — Téléphone : Provence 15-22 à 24

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

Copyright by La Science et la Vie, Février 1940 - R. C. Seine 116-544

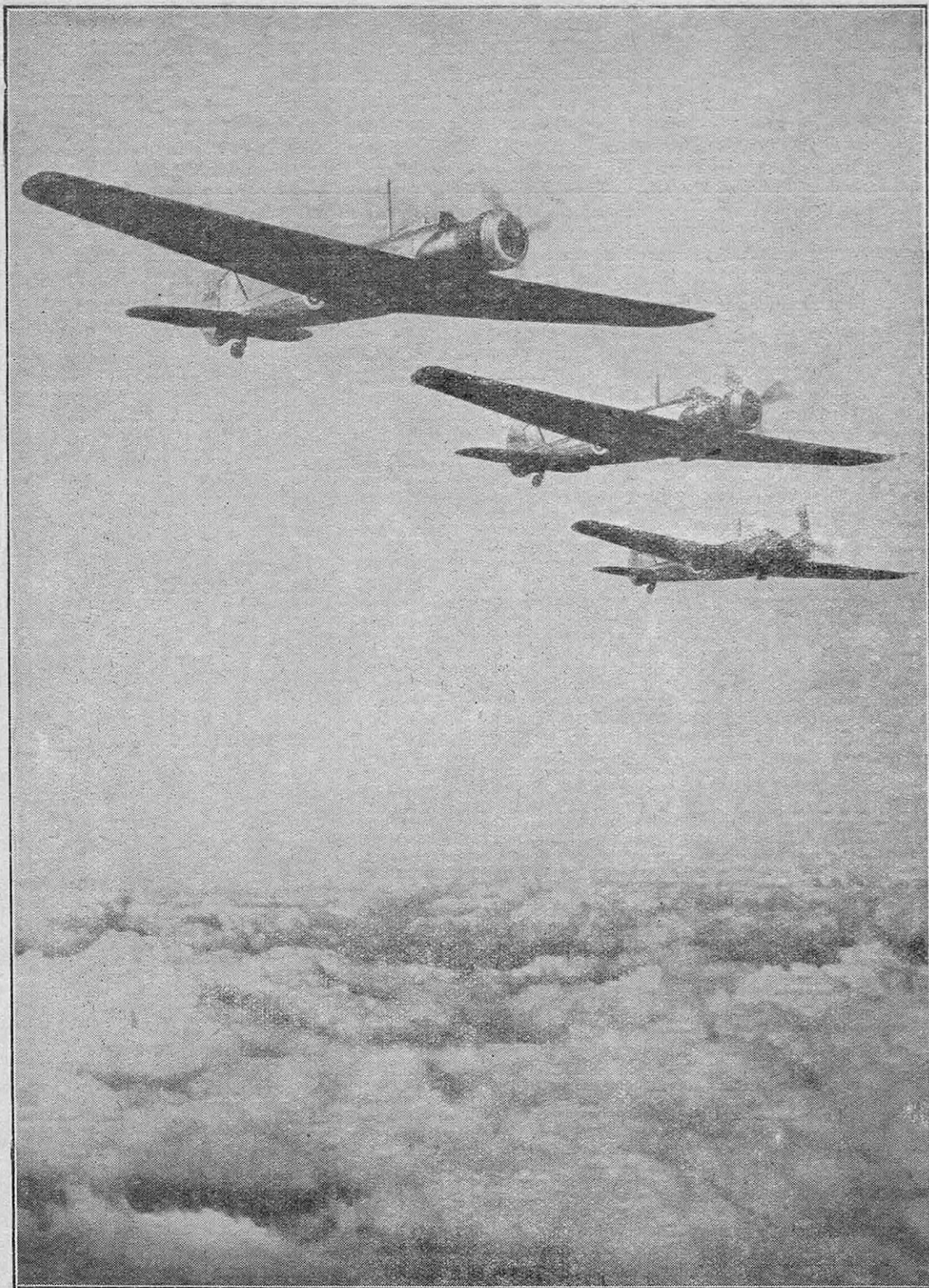
Tome LVII

Février 1940

Numéro 272

SOMMAIRE

- Le gigantesque effort de l'Armée de l'air britannique. René Maurer 85
Les communiqués officiels ont relaté, à de multiples reprises, les succès des escadrilles de la « Royal Air Force », tant dans la défense des îles Britanniques que dans l'attaque des bases aéronavales allemandes de la mer du Nord, ou l'exécution des grands raids de reconnaissance sur l'ensemble du territoire germanique. La Science et la Vie présente aujourd'hui une documentation unique, rassemblant tous les modèles d'avions et d'hydravions en service dans la « Royal Air Force » et la « Fleet Air Arm » (Aéronautique navale), avec leurs caractéristiques principales.
- La bataille navale de Montevideo. Camille Rougeron 103
Le premier combat naval vraiment digne de ce nom de la présente guerre a mis aux prises des types de navires de conceptions fondamentalement différentes : croiseurs légers britanniques et « cuirasse de poche » allemand. Voici les enseignements qu'un spécialiste éminent des constructions navales a pu dégager de cette bataille où la vitesse s'est révélée un facteur offensif particulièrement efficace dans la lutte contre un ennemi plus puissamment armé, tel que l'Admiral-Graf-Spee.
- Le repérage acoustique des avions. Jean Crépeux. 115
Les appareils de repérage par le son jouent, grâce aux perfectionnements importants qu'ils ont reçu depuis quelques années, un rôle important dans l'organisation de la défense antiaérienne. C'est à eux qu'est confiée la mission de déceler, pendant la nuit et par temps couvert, le passage à haute altitude d'escadrilles de bombardiers ennemis. C'est encore eux qui doivent fournir aux postes directeurs de tir des batteries de défense contre avions les données indispensables pour que soit déclenché un tir immédiatement précis et efficace.
- La chirurgie « cranio-cérébrale » et la guerre. Jean Labadié 126
Parmi toutes les opérations chirurgicales « désespérées » tentées au cours de la dernière guerre, les interventions directes sur le cerveau humain occupent la première place. D'immenses progrès ont été accomplis depuis vingt-cinq ans, tant par la création d'un matériel nouveau, d'une ingéniosité et d'une précision extrêmes, que par la mise au point de méthodes opératoires à la fois audacieuses et sûres.
- La ligne « Siegfried ». André Daulnay 134
Sur notre frontière de l'Est, la ligne Maginot est considérée aujourd'hui, comme inexpugnable. Que peut-on dire de la ligne Siegfried, dont la conception est essentiellement différente et qui, dans sa réalisation, porte nécessairement la marque de la hâte avec laquelle elle a été édifiée ? Voici l'opinion d'un technicien averti sur la valeur militaire des fortifications allemandes.
- Le bilan mensuel de la guerre. Général Duval 144
- Atomes stables, atomes instables Louis Houllevigue. 147
Voici une claire mise au point des hypothèses modernes sur l'architecture des atomes et en particulier de leur noyau sur lequel se concentre actuellement l'attention des physiciens du monde entier.
- « Trains légers » et « trains lourds » se disputent l'hégémonie du rail Pierre Devaux. 152
La locomotive à vapeur se perfectionne sans cesse. L'emploi de hautes pressions de vapeur, de turbines combinées avec des générateurs électriques, la commande individuelle des essieux par des moteurs à vapeur, constituent, en particulier, d'importantes acquisitions dans le domaine de la technique des trains lourds.
- La suppression du fading sur ondes courtes. André Laugnac. 160
- Les A côté de la science. V. Rubor. 163



(40 372)

UNE ESCADRILLE DE BOMBARDIERS A GRAND RAYON D'ACTION VICKERS « WELLESLEY »
Ce type d'appareil, en service dans la Royal Air Force, est à usage multiple : bombardement, assaut, interception, etc. Il emporte un équipage de deux hommes : un pilote, installé dans le poste avant, et un mitrailleur-bombardier au poste arrière, tous deux sous toit vitré. Le train d'atterrissage s'escamote latéralement dans l'intrados de l'aile. (Voir les détails d'armement page 93.)

LE GIGANTESQUE EFFORT DE L'ARMÉE DE L'AIR BRITANNIQUE

Par René MAURER

LA seule lecture des communiqués — pourtant bien discrets — a déjà permis au grand public, militaire ou civil, de se rendre compte de quel poids pèse et surtout pèsera la force aérienne de l'Angleterre, non, certes, sur l'issue dès à présent certaine de la guerre, mais bien sur le délai pendant lequel nous devons l'attendre.

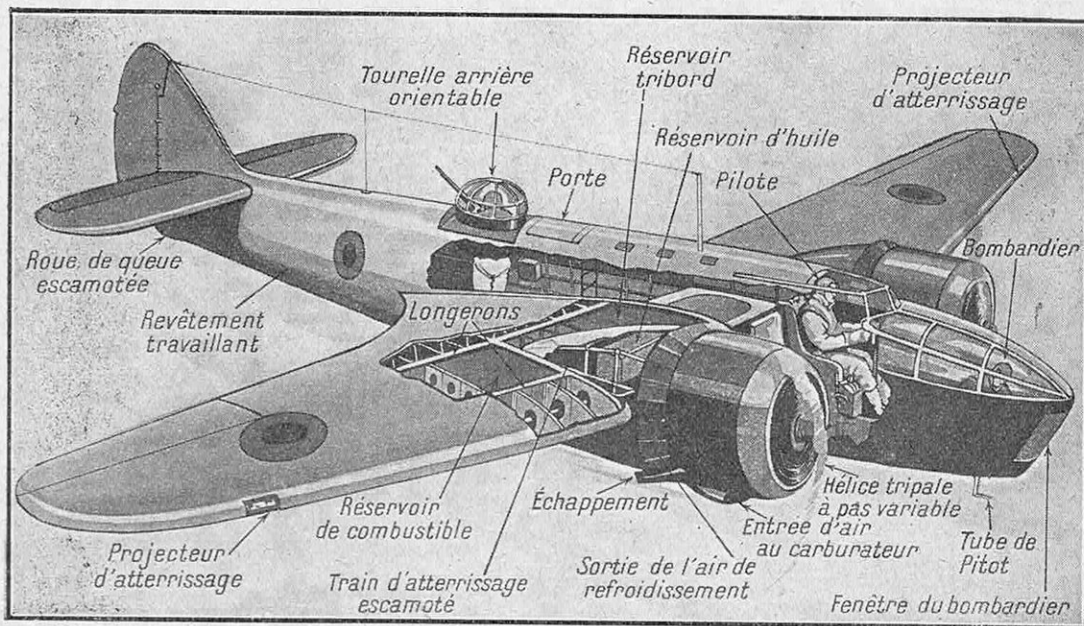
L'armée de l'air anglaise, la R. A. F. — trois majuscules déjà célèbres — constitue, dès à présent, un formidable outil de guerre, mais, de semaine en semaine, cet outil s'améliore en qualité comme en grandeur.

Il y a déjà longtemps que l'Angleterre a senti la nécessité impérieuse de devenir une des plus fortes, sinon la plus forte, puissance aérienne, comme elle l'était déjà sur la surface des mers. Tout s'enchaîne. Son insularité l'avait jadis amenée, plus tranquille qu'aucun autre pays en face

d'une invasion, à porter sur la marine un effort jamais démenti, faisant d'elle — et de loin — la plus forte puissance navale du monde.

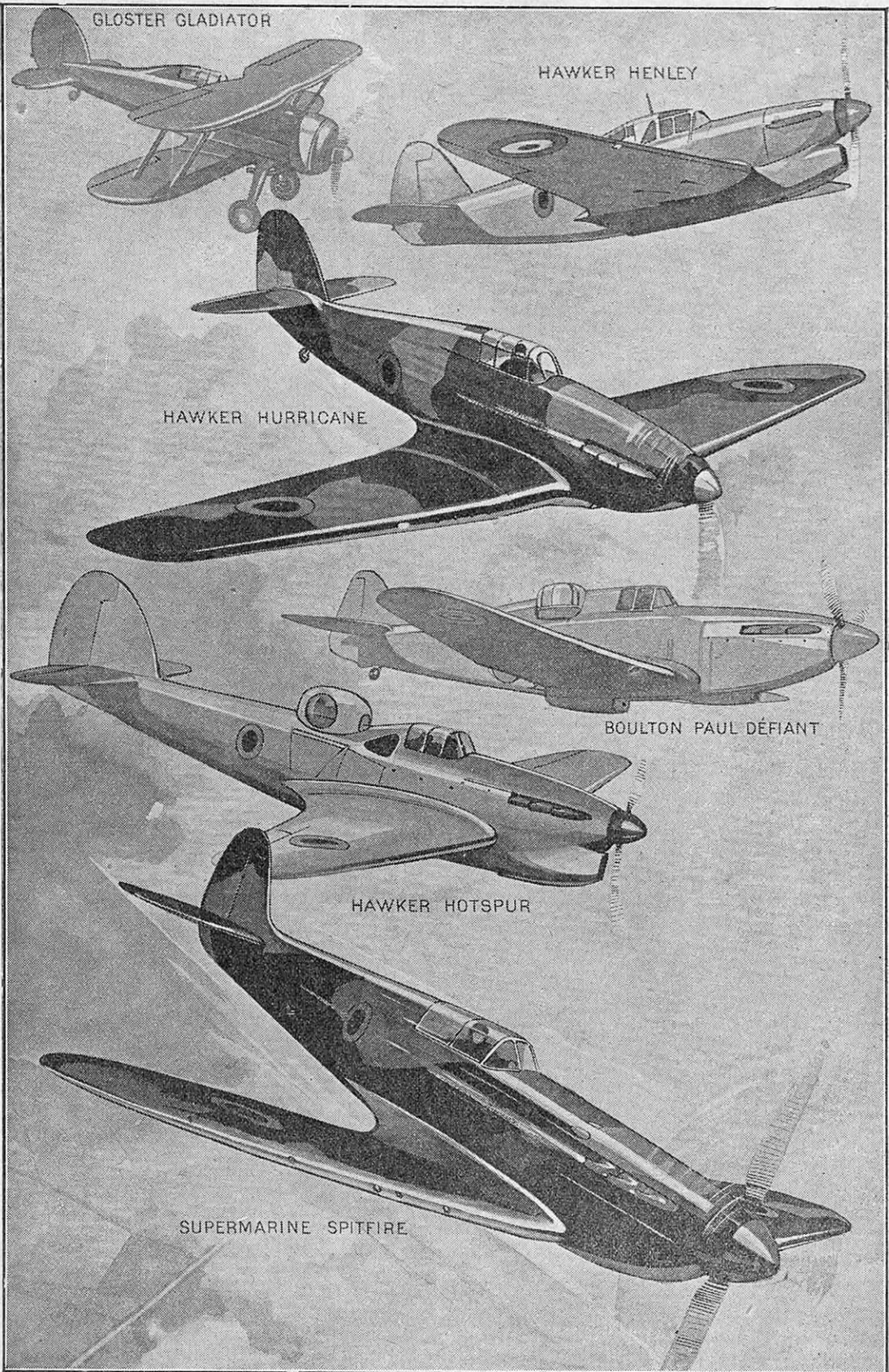
Mais du jour où l'homme sut s'élever et se déplacer dans le ciel, une autre nécessité naissait pour la vieille Angleterre, désireuse, avant tout, de conserver son territoire inviolé. Les acclamations qui saluèrent Blériot à l'issue de son vol fameux, sonnaient en réalité, pour la Grande-Bretagne, l'heure d'un nouvel et dur effort. Il faut reconnaître, toutefois, que l'absence du danger terrestre et l'atavique notion de la défense par des machines conduites par des hommes la préparaient à cet effort aérien : sa puissance financière et industrielle lui donnait les moyens d'y pourvoir.

Seule, certaine idéologie, toute orientée vers la paix et le désarmement, jointe à



VUE EN COUPE DU BIMOTEUR DE BOMBARDEMENT BRISTOL « BLENHEIM MARK IV »

On voit ci-dessus la version modifiée du « Blenheim Mark I ». Il s'en distingue sur tout par l'allongement du nez du fuselage dans lequel est logé le bombardier et qui mesure approximativement un mètre. Dans cette partie avant sont logés également les instruments de navigation. Cette forme spéciale confère au pilote et au bombardier le maximum de visibilité à la fois vers l'avant et vers le bas. Le rayon d'action de cet appareil est de près de 3 000 km et peut être porté à 3 600 km, grâce aux réservoirs supplémentaires logés dans les ailes. Il pèse à vide 3 650 kg et sa charge maximum est de 2 000 kg. (Voir page 92.)



GLOSTER GLADIATOR

HAWKER HENLEY

HAWKER HURRICANE

BOULTON PAUL DÉFIANT

HAWKER HOTSPUR

SUPERMARINE SPITFIRE

quelque méconnaissance, loyalement reconnue depuis, du danger allemand, ont pu retarder le début de l'effort auquel nous assistons depuis quelques mois et dont l'ennemi a déjà senti durement les effets.

La production aéronautique ; les « usines à l'ombre »

Depuis trois ans à peu près, les programmes britanniques de construction et de recrutement pour la R. A. F. n'ont jamais

“ROYAL AIR FORCE” et “FLEET AIR ARM”

L'Armée de l'Air britannique (ROYAL AIR FORCE) et l'Aviation Navale (FLEET AIR ARM) comprennent, au total, environ 70 types d'appareils. Les planches qui illustrent cet article, en montrent seulement 50, mais le lecteur a cependant sous les yeux la quasi-totalité des appareils en service. C'est que beaucoup d'entre eux ne sont que des versions différemment équipées d'un même appareil et se présentent, à peu de chose près, sous le même aspect. C'est ainsi, par exemple, que les biplaces « Hardy » (missions diverses), « Osprey » (chasse et reconnaissance) et « Hart » (entraînement), qui dérivent tous du bombardier léger Hawker « Hind », en possèdent exactement la physionomie. Il en est de même du Hawker « Fury » et du Hawker « Nimrod », du « Tiger Moth » et du « Queen Bee », etc... Certains appareils pourtant ne figurent pas sur nos plans ; les uns tels que le bombardier Handley Page « Heyford » sont vraisemblablement trop anciens pour être encore utilisés ; les autres, tels que le triplace de réglage d'artillerie Fairey « Albacore », parce que tout récents et, par suite, encore secrets ; d'autres enfin, tels que les multimoteurs De Havilland « Rapide », « 86 B » et « Flamingo », parce qu'ils sont des appareils de transport commercial utilisés seulement par la ROYAL AIR FORCE comme avions de transport de personnel. Notons encore que nous n'avons pas cru devoir maintenir partout la distinction entre les appareils de la ROYAL AIR FORCE et de la FLEET AIR ARM, pour la raison que beaucoup d'hydravions appartenant à la ROYAL AIR FORCE, il nous a paru plus rationnel de grouper sur une même planche tous les appareils marins.

PLANCHE I. — LES MONOMOTEURS DE COMBAT

Sur les planches des pages 86 et 88 figurent les monoplaces et biplaces de chasse ainsi que les biplaces de bombardement en piqué. Les premiers sont, soit des biplans à vitesse peu élevée mais à grande maniabilité, notamment le « GLADIATOR », toujours choisi en Grande-Bretagne pour les exhibitions de haute école, soit des monoplaces à grande vitesse, en particulier le « SPIT FIRE » réceptionné à 580 km/h. Ne figurent pas sur les planches le GLOSTER « GAUNTLET » (type antérieur au « GLADIATOR » et ne s'en distinguant que par un train de jambes doubles au lieu d'un train à jambes simples), le HAWKER « FURY » (identique au « NIMROD » et utilisé par l'aviation terrestre) et le HAWKER « OSPREY » (identique au « DEMON » et utilisé par l'aviation navale). Nous avons fait figurer le HAWKER « HENLEY » sur la première planche à cause de sa grande vitesse et de sa grande puissance de feu en tant qu'avion d'assaut.

Le monospace de chasse Gloster « Gladiator ». — Cet appareil est la version améliorée d'un chasseur plus ancien, le Gloster « Gauntlet », dont il diffère par son poste de pilotage fermé, son train d'atterrissage fixe à jambes simples et un moteur plus puissant (Bristol Mercury IX refroidi par l'air). Sa vitesse maximum dépasse 405 km à l'heure et son plafond, 10 000 mètres. Il est armé de deux mitrailleuses de fuselage tirant à travers le champ de l'hélice et deux mitrailleuses d'ailes tirant en dehors du champ de l'hélice.

Le biplace de combat Hawker « Henley ». — Cet appareil dérive du monospace Hawker « Hurricane » et est destiné à l'interception, aux bombardements légers et au remorquage des cibles pour l'entraînement au tir de la D. C. A. Il est de construction métallique et équipé d'un moteur à refroidissement par liquide avec tuyères d'échappement propulsives. Sa vitesse maximum est de l'ordre de 450 km à l'heure. Son plafond dépasse 8 000 m et son rayon d'action 1 500 km. Il est armé d'une mitrailleuse fixe tirant vers l'avant, d'une mitrailleuse orientable tirant vers l'arrière sous loiture tournante. Les soutes à bombes sont logées dans le fuselage au centre de gravité de l'appareil.

Le monospace de chasse Hawker « Hurricane ». — Ce monoplan, de construction métallique et de revêtement mixte (métal et toile), est équipé d'un moteur Rolls Royce à 12 cylindres en V refroidis par liquide ; le radiateur fait saillie sous le fuselage. Il possède un volet d'ouverture réglable et l'ouverture d'échappement produit une réaction nettement propulsive. Sa vitesse maximum dépasse 550 km à l'heure et son plafond 12 000 mètres. Il est armé de 8 mitrailleuses fixes dans l'aile tirant toutes hors du champ de l'hélice.

Le biplace de chasse Boulton and Paul « Defiant ». — Cet appareil, construit en série pour la Royal Air Force, est un monoplan de construction entièrement métallique avec poste de pilotage vitré et poste d'observateur sous coupole orientable (moteur Rolls-Royce 12 cylindres en V refroidis par liquide). Il est armé de 2 mitrailleuses jumelées dans la tourelle orientable commandée mécaniquement. Le nombre des mitrailleuses fixes ainsi que les performances de l'appareil n'ont pas été publiés.

Le biplace de combat Hawker « Hotspur ». — Cet appareil dérive du Hawker « Henley » et fait partie du même programme que le Boulton and Paul « Defiant » (voir ci-dessus). Il est de construction métallique avec moteur à refroidissement par liquide avec tuyères d'échappement propulsives. Ses performances sont tenues secrètes.

Le monospace de chasse supermarine « Spitfire ». — Construit en très grande série pour la Royal Air Force, le « Spitfire » est l'équivalent britannique de notre Morane 406. Il est de construction générale et de revêtement métallique. Son train d'atterrissage s'escamote latéralement dans l'intrados de l'aile. Il est équipé d'un moteur Rolls Royce à 12 cylindres refroidis par liquide. Le radiateur, analogue à celui du « Hurricane », est disposé sous l'aile droite au delà de la jambe du train. Sa vitesse maximum serait voisine de 600 km à l'heure. Il est armé de 8 mitrailleuses fixes dans l'aile tirant toutes en dehors du champ de l'hélice. Une version améliorée du « Spitfire » diffère du type standard par l'adaptation d'une hélice tripale à pas variable et la suppression du radiateur. En outre, un « Spitfire » spécial de recherche atteint environ 700 km à l'heure.

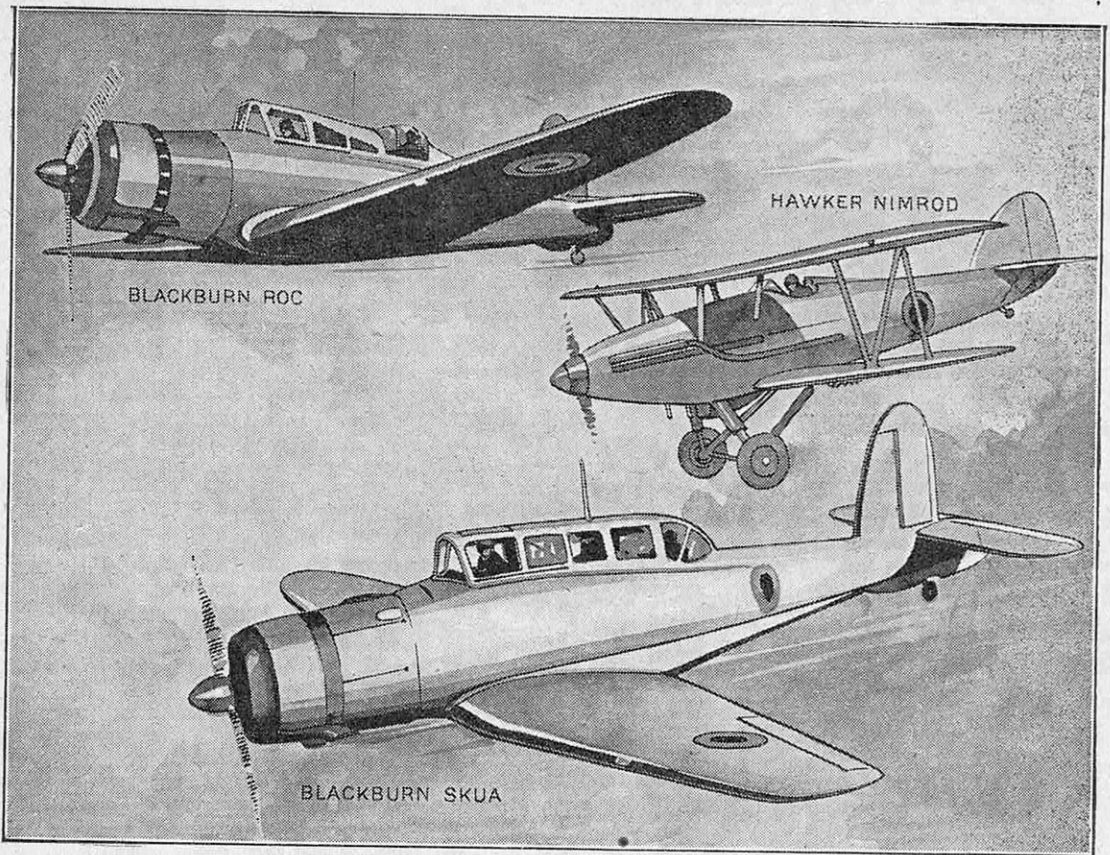


PLANCHE II. — LES MONOMOTEURS DE COMBAT (SUITE)

Le biplace de combat Blackburn « Roc ». — Ce monomoteur, entièrement métallique, dérive directement du Blackburn « Skua » (voir ci-dessous) et est, comme lui, destiné à la « Fleet Air Arm », non pour le bombardement en piqué mais pour le combat. Dans ce but, le poste arrière est pourvu d'une tourelle escamotable porteuse d'une arme automatique. Les performances n'ont pas été publiées.

Le monoplane de chasse Hawker « Nimrod ». — Cet appareil catapultable de la Fleet Air Arm est la version légèrement agrandie du monoplane de chasse Hawker « Fury » de la Royal Air Force (moteur Rolls-Royce 12 cylindres en V refroidis par liquide). Son train d'atterrissage fixe à essieux est remplaçable par des flotteurs. Sa vitesse maximum est de 300 km à l'heure. Son plafond est de 8 000 m et son autonomie de 1 h 40 mn de vol. Il est muni d'un dispositif de sauvetage marin et armé de deux mitrailleuses tirant à travers le champ de l'hélice.

Le biplace de bombardement en piqué Blackburn « Skua ». — Ce monomoteur, entièrement métallique, est destiné à équiper les navires porte-avions et est construit en grande série pour la Fleet Air Arm. Sa vitesse maximum serait voisine de 400 km à l'heure et son rayon d'action, de 1 000 km.

eu le temps d'être réalisés avant d'être remplacés par d'autres programmes toujours plus amples et plus accélérés. Actuellement, on ne sait plus ; tout cela devient trop vaste et dépasse trop les limites des dernières prévisions connues et déjà périmées. D'énormes usines sont sorties de terre en quelques mois et se sont presque tout de suite trouvées en pleine production. C'est au début de 1936 que fut annoncée l'intention du gouvernement britannique d'instituer un système nouveau, qui porte le nom d'« industrie à l'ombre », dans le but de faciliter, en cas d'urgence, l'expansion rapide de la production nationale de cellules et de moteurs. Dès 1937, cette organisation était suffisamment avancée pour que les usines qui en faisaient

partie pussent être présentées au groupe d'officiers de l'air allemands qui accompagnaient le général Milch dans sa visite officielle en Grande-Bretagne.

Cette « industrie à l'ombre » devait consister en une vaste chaîne d'usines nouvelles entre lesquelles on devait répartir la fabrication des différents éléments de cellules ou de moteurs. Ces usines, financées par l'Etat, devaient être exploitées par les principaux producteurs d'automobiles. On pensait ainsi permettre à ces derniers d'acquérir, dans les meilleures conditions, l'expérience nécessaire dans cette nouvelle spécialité, de former le personnel qualifié et de se tenir prêts à répondre à une soudaine augmentation des besoins du pays en évitant les

TABLEAU DES GRADES ET INSIGNES DE L'ARMÉE DE L'AIR BRITANNIQUE

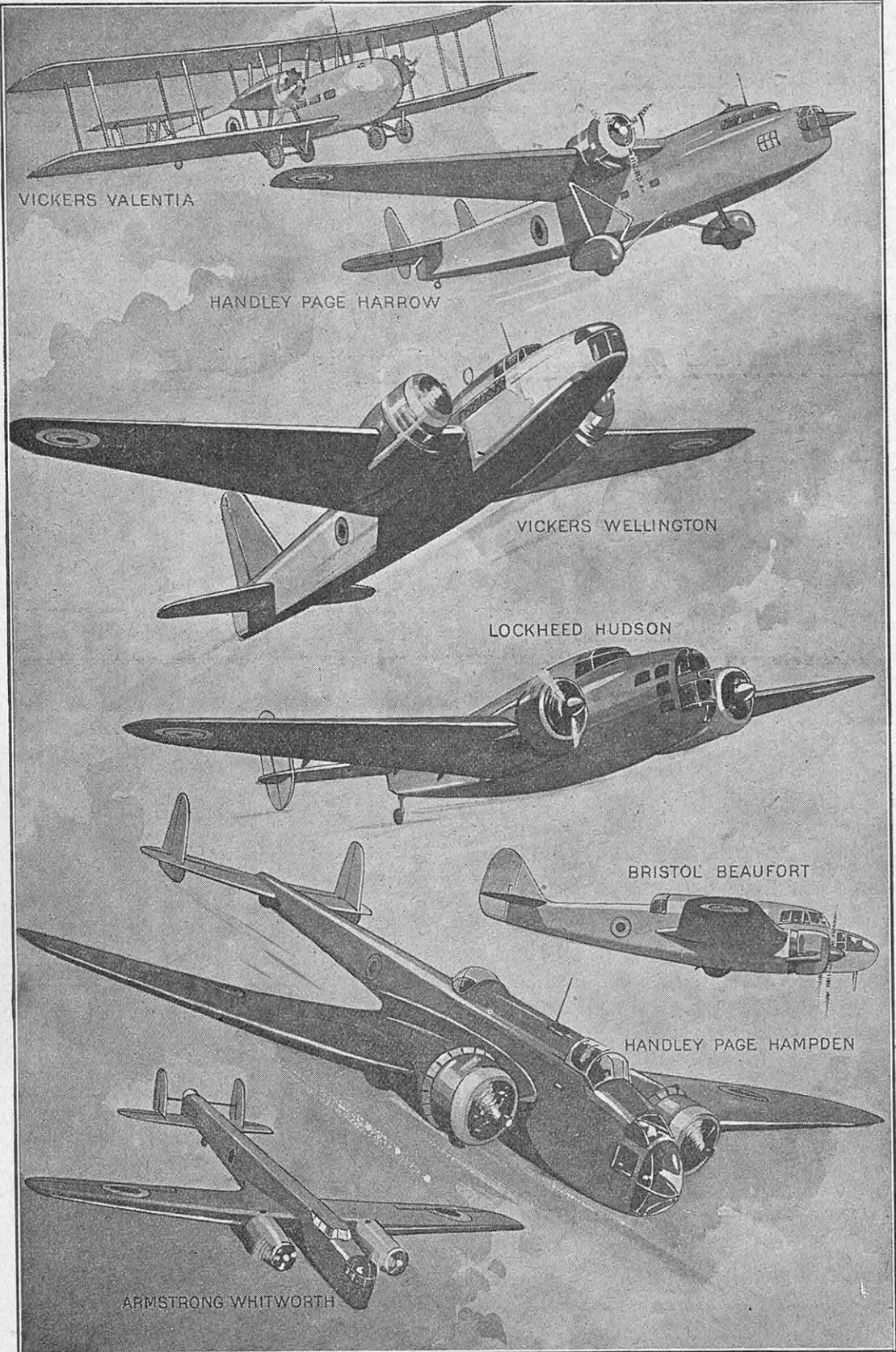
On voit dans le tableau de droite les galons que portent les officiers subalternes, supérieurs et généraux dont la progression est sensiblement la même qu'en France; sous-lieutenant, lieutenant, capitaine, etc. Ces galons sont complétés par des pattes d'épaules qui en portent le même nombre. L'insigne de pilote est attribué aux officiers qui ont satisfait un certain nombre d'épreuves parmi lesquelles un vol de 30 mn à 4 500 m et deux vols triangulaires de 360 km au moins. L'insigne correspondant de la Fleet Air Arm (aviation navale) est de création toute récente. L'insigne d'observateur, qui avait cessé d'être attribué peu après 1918 a été introduit à nouveau vers 1927.

Les insignes du tableau ci-dessous, consacré aux sous-officiers et soldats, se portent, en principe, sur la manche au-dessus du coude. Il faut enfin mentionner que les membres de la FORCE AÉRIENNE AUXILIAIRE (AUXILIARY AIR FORCE) portent en outre la lettre A en métal sur le revers de la tunique.

	Maréchal de la Royal Air Force		Commandant d'ailes		
	Maréchal en Chef de l'Air		Chef d'escadrille		
	Maréchal de l'Air		Lieutenant de vol		
	Vice-Maréchal de l'Air		Officier de vol		
	Commodore de l'Air		Officier pilote		
	Capitaine de groupe				

	Pilote (Royal Air Force)		Pilote (Fleet Air Arm)
	Observateur		Chaplain
			Médecin

	Adjutant		Sergent de vol		Sergent		Caporal		Insigne de bonne conduite
	Soldat de 1 ^{ère} classe		Radio-télégraphiste		Mitrailleur		Apprenti		Moniteur d'éducation physique



VICKERS VALENTIA

HANDLEY PAGE HARROW

VICKERS WELLINGTON

LOCKHEED HUDSON

BRISTOL BEAUFORT

HANDLEY PAGE HAMPDEN

ARMSTRONG WHITWORTH

délais, inévitables lorsqu'une industrie modifie brusquement son activité du temps de paix pour passer aux fabrications de guerre. C'est pourquoi ces usines nouvelles ont été placées, en règle générale, aussi près que possible des usines d'automobiles, qui leur servirent, en quelque sorte, de « parrains ». Au cours du réarmement, les usines d'automobiles devaient faire faire un stage, par équipes, à leurs effectifs dans les ateliers d'avions et de moteurs ainsi établis par l'Etat, de telle manière qu'en peu de temps un technicien de la mécanique automobile pût être transformé en un technicien en matière d'aviation. Si le réarmement n'avait pas été suivi d'une guerre, les « industries à l'ombre » auraient cessé leur activité, tout en demeurant prêtes à la reprendre sous la direction de leur « parrain » industriel.

La spécialisation des différentes usines, fabriquant chacune un certain nombre de pièces détachées destinées à être réunies dans un atelier unique en vue du montage, soulevait un certain nombre de problèmes d'ordre technique qui furent résolus de la manière la plus satisfaisante. Tel fut, par exemple, celui du contrôle de la précision obtenu dans l'élaboration des diverses pièces qui doivent, au montage, s'assembler correctement sans retouches onéreuses. Il exigeait la création et la vérification périodique de calibres de haute précision. Dans chaque usine fut prévue une chambre de calibrage, isolée de l'extérieur afin de la soustraire à toutes les actions atmosphériques susceptibles de nuire à la précision des mesures. Ces chambres, toutes de mêmes dimensions, construites en matériaux iden-

PLANCHE III. — LES BIMOTEURS DE BOMBARDEMENT

Sur les planches des pages 90 et 92 figurent les appareils de bombardement moyens, de bombardement lourds et les bombardiers utilisables pour le transport des troupes. Ne figurent pas sur ces planches : le vieux bimoteur **HANDLEY PAGE « HEYFORD »** (remplacé maintenant par le « **HARROW** »), le bimoteur de bombardement de nuit **FAIREY « HENDON »** (qui n'équipe plus maintenant qu'une seule escadrille) et le **HANDLEY PAGE « HEREFORD »** (exactement semblable au « **HAMPDEN** », dont il ne diffère que par les moteurs).

Le bimoteur de bombardement et de transport de troupes Vickers « Valentia ». — Cet appareil, déjà ancien mais toujours en service, est de construction métallique avec revêtement par entoilage (moteurs Bristol « Pegasus » à 7 cylindres en étoile). Le fuselage, de section rectangulaire, porte des empennages cellulaires (quatre jeux de plans verticaux installés entre deux stabilisateurs parallèles). Il est aménagé pour 2 hommes d'équipage et 22 hommes de troupe en armes. Il peut emporter des bombes dont les berceaux sont disposés dans le fuselage.

Le bimoteur de bombardement Handley Page « Harrow ». — Ce monoplane, de construction métal lique avec revêtement par entoilage, pèse, en ordre de vol, plus de 10 t (moteurs Bristol « Pegasus » en étoile). Sa vitesse maximum dépasse 300 km à l'heure et son plafond, 6 000 mètres. Son rayon d'action est de 2 000 à 3 000 km. Il est armé de 3 tourelles orientables : une à l'avant avec deux armes jumelées, une à l'arrière avec deux armes jumelées, et une à la partie supérieure du fuselage, en arrière de l'aile, avec une seule mitrailleuse. Les berceaux à bombes sont logés dans la portion centrale de l'aile.

Le bimoteur de bombardement Vickers « Wellington ». — Cet appareil éqúpe en grande quantité les escadrilles de la Royal Air Force. Il est construit comme le monomoteur « Wellesley » (voir page 92), selon la méthode géodésique à membrures entrelacées en duralumin (moteurs Bristol « Pegasus » à refroidissement par air ou moteurs Rolls-Royce refroidis par liquide). Le fuselage est amené pour 4 postes, un de pilotage, un de navigation et de radio, un de tir à l'extrémité de la queue, un de bombardement et de tir à l'avant. Le train d'atterrissage s'escamote dans les fuseaux-moteurs. Les performances sont tenues secrètes. L'armement consiste en 3 mitrailleuses, une dans chacun des postes de tir cités et une au dos du fuselage, manœuvrée par le navigateur. La charge de bombes n'est pas connue.

Le bimoteur de bombardement et de reconnaissance Lockheed « Hudson ». — Cet appareil américain dérive du fameux bimoteur commercial Lockheed 14, rendu célèbre par son tour du monde en 91 heures 16 m. Ce monoplane, de construction entièrement métallique (moteurs Wright « Cyclone », 9 cylindres en étoile), est aménagé pour 5 hommes d'équipage : un pilote, un radio-navigateur, 3 mitrailleurs, dont un poste supérieur arrière, un au poste inférieur et un à l'avant, faisant office de bombardier. Sa vitesse maximum dépasse 400 km à l'heure et son rayon d'action maximum (missions de reconnaissance), 3 000 km.

Le bimoteur de bombardement Bristol « Beaufort ». — Cet appareil dérive du Bristol « Blenheim » dont il diffère par ses dimensions plus grandes et l'installation d'une tourelle arrière à champ de tir mieux dégagé vers l'arrière, grâce au décrochement du fuselage visible sur le dessin ci-contre (moteur Bristol « Taurus », 14 cylindres en étoile double). Les caractéristiques, performances et détails d'armement n'ont pas été publiés.

Le bimoteur de bombardement Handley Page « Hampden ». — Ce monoplane est de construction entièrement métallique (moteurs Bristol « Pegasus », 9 cylindres en étoile), spécialement fractionnée pour la production en grande série. Il emporte 4 hommes d'équipage : un pilote à la partie supérieure, un navigateur bombardier dans l'avant vitré, un mitrailleur supérieur et un mitrailleur inférieur. Ses postes sont intercommunicants. Sa vitesse maximum serait voisine de 450 km à l'heure et son rayon d'action de 3 000 km. Il est armé d'une mitrailleuse fixe devant le poste de pilotage, une mitrailleuse mobile sous tourelle hémisphérique orientable au poste supérieur, une mitrailleuse mobile orientable au poste inférieur. Les berceaux à bombes sont logés dans le fuselage et des berceaux supplémentaires peuvent être adaptés sous les ailes. Il existe une version de « Hampden », qui porte le nom de « Hereford » et dont les performances n'ont pas été publiées.

Le bimoteur de bombardement Armstrong Whitworth « Whitley ». — Ce monoplane, de construction entièrement métallique, est reconnaissable en vol par l'inclinaison du fuselage qui semble piquer du nez. Il emporte 5 hommes d'équipage : un pilote, un bombardier navigateur à l'avant, un mitrailleur inférieur installé au niveau du bord de fuite, un radiotélégraphiste, un mitrailleur arrière installé entre les dérives. Le train d'atterrissage s'escamote vers l'arrière dans les fuseaux-moteurs. Il peut être équipé de moteurs de différents modèles et de différentes puissances. La plupart de ses performances n'ont pas été publiées. Il est armé de 3 tourelles de mitrailleuses orientables : une à l'avant, une à l'arrière, l'autre à la partie inférieure du fuselage en arrière du bord de fuite.

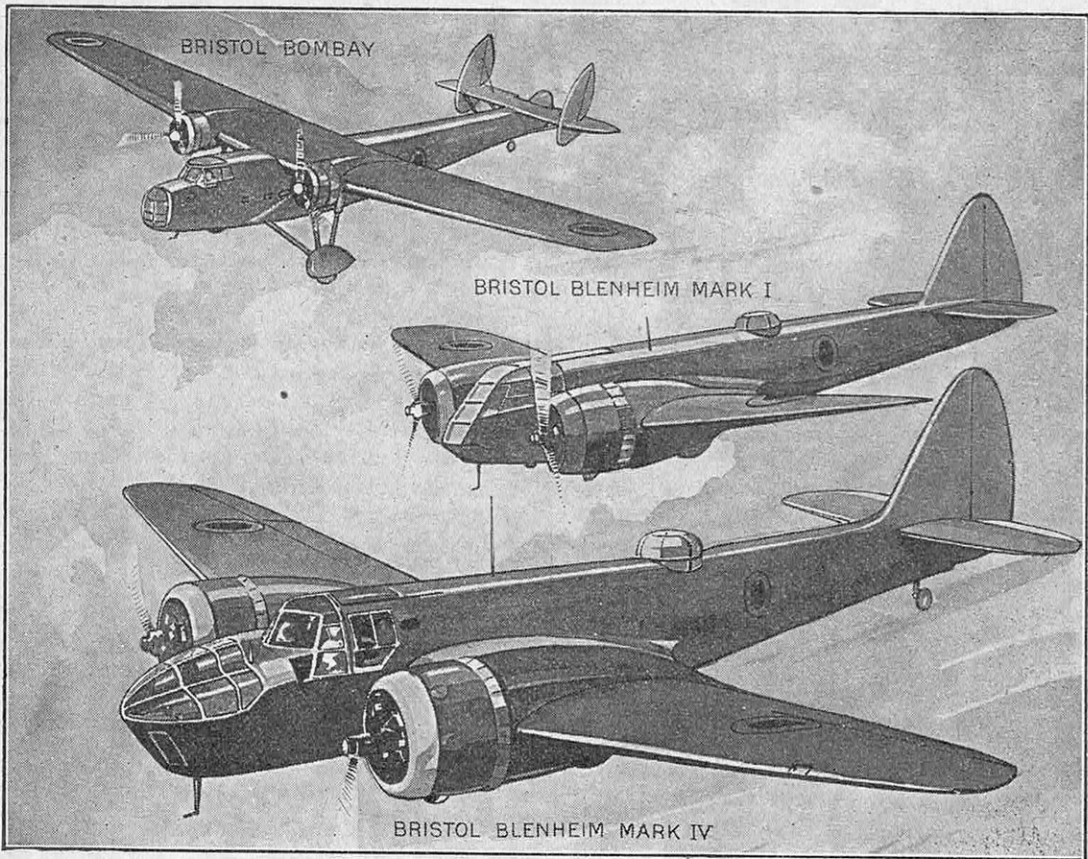


PLANCHE IV. — LES BIMOTEURS DE BOMBARDEMENT (SUITE)

Le bimoteur de bombardement et de transport de troupe Bristol « Bombay ». — Ce monoplan, de construction métallique (moteurs Bristol « Pegasus », 9 cylindres en étoile), emporte, en bombardier, 4 hommes d'équipage : un pilote, un bombardier navigateur, un radiotélégraphiste et un mitrailleur de queue. Utilisé pour le transport des troupes, le « Bombay » porte un équipage de 2 hommes et 24 soldats armés. Il est armé d'une mitrailleuse sous tourelle orientable à l'avant, une autre à l'arrière entre les dérives et emporte des berceaux à bombes dans le fuselage. Les performances n'ont pas été publiées.

Le bimoteur de bombardement moyen Bristol « Blenheim Mark I ». — Cet appareil, construit en grande série pour la Royal Air Force, est entièrement métallique avec revêtement travaillant (moteurs Bristol « Mercury », 9 cylindres en étoile). Il est aménagé pour recevoir un équipage de 4 hommes : un pilote et un navigateur cite à cite à l'avant, un radiotélégraphiste et un mitrailleur à l'arrière. Les bombes sont logées dans le fuselage. L'armement consiste en une mitrailleuse fixe commandée par le pilote dans l'aile gauche et une mitrailleuse éclipse sous tourelle au centre. Sa vitesse maximum est de 460 km/h et son rayon d'action, de 1 700 km.

Le bimoteur de bombardement Bristol « Blenheim Mark IV ». — Ce triplace rapide de bombardement moyen et d'assaut dérive du bombardier Blenheim ci-dessus. Il a été présenté pour la première fois au public au dernier Salon de l'Aviation de Paris. Sa construction est, en principe, la même que celle du bombardier précédent et comporte 6 éléments assemblés par boulonnage : aile en trois parties, nez du fuselage, fuselage proprement dit, queue et plan de queue. Il est aménagé pour loger le pilote en avant du bord d'attaque, le bombardier-navigateur dans le nez vitré, le mitrailleur sous coupole vitrée en arrière du bord de fuite. Sa vitesse maximum est voisine de 500 km à l'heure. Son plafond, de 8 000 m, et son rayon d'action, de 3 000 km. Il est armé d'une mitrailleuse fixe installée dans l'aile gauche tirant vers l'avant hors du champ de l'hélice et actionnée par le pilote; d'une seconde mitrailleuse orientable dans la tourelle arrière escamotable; les soutes à bombes sont installées dans le fuselage; des berceaux latéraux dans l'aile peuvent porter 4 petites bombes.

tiques, étaient maintenues à température constante par un dispositif de conditionnement de l'air et éclairées par des tubes lumineux pour éviter le dégagement de chaleur dû aux lampes à incandescence. L'équipement comprenait tous les comparateurs optiques et les instruments de mesure indispensables pour assurer sans aucune difficulté la complète interchangeabilité des calibres dans les différentes usines.

Ce système de construction « à l'ombre » portait non seulement sur les moteurs et les cellules, mais aussi sur les accessoires tels que les hélices et les carburateurs.

Ce gigantesque effort ne s'est pas ralenti, bien au contraire, au cours des années suivantes : il a été complété par l'inauguration de nouvelles usines, l'extension des usines déjà existantes et la coordination générale de l'industrie en vue de l'accroissement indis-

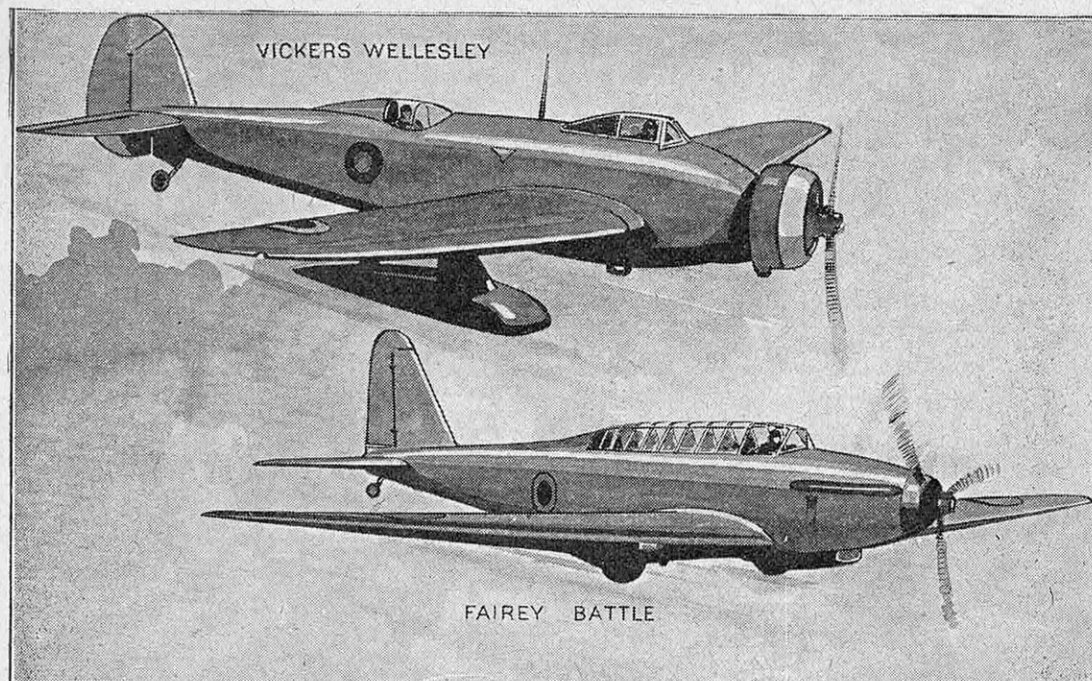


PLANCHE V. — LES MONOMOTEURS DE BOMBARDEMENT

Les deux appareils figurant sur cette planche peuvent être utilisés pour les missions d'assaut et d'interception. Parmi les monomoteurs de bombardement, il faut citer aussi deux appareils plus légers : le HAWKER « HENLEY », classé avec les appareils de combat (page 87), et le HAWKER « HIND », classé avec les appareils à usages multiples (page 95).

Le biplace à usages multiples Vickers « Wellesley ». — Ce monoplan à aile basse de grand allongement est construit en élément de duralumin suivant la méthode géodésique (1). Il est équipé d'un moteur Bristol « Pegasus » 9 cylindres en étoile. Sa vitesse maximum est de 370 km à l'heure, son plafond de 11 000 mètres, son rayon d'action de 2 200 km avec charge normale, 3 650 km en surcharge. Il est armé d'une mitrailleuse fixe installée dans l'aile et tirant vers l'avant, d'une mitrailleuse orientable au poste arrière, de bombes portées dans des « containers » (sorte de berceaux carénés affectant la forme de flotteurs d'hydravion) fixées sous les ailes au delà des angles du train d'atterrissage. Notons que c'est une escadrille de 3 Wellesley spéciaux, décollant au poids maximum de 8 600 kg, qui s'est attaquée au record du monde de distance en ligne droite, que deux d'entre eux ont battu, en novembre 1938, avec 11 520 km.

Le triplace de bombardement moyen Fairey « Battle ». — Cet appareil, entièrement métallique, (moteur Rolls-Royce « Merlin », 12 cylindres en V, refroidi par liquide) est construit en grande série pour la Royal Air Force. Il comporte 3 postes en tandem (pilote, observateur-bombardier, mitrailleur-radio) sous toit vitré coulissant. Sa vitesse maximum dépasse 400 km à l'heure et son rayon d'action, 1 600 km. Il est armé d'une mitrailleuse fixe logée dans l'aile droite, une mitrailleuse sur tourelle escamotable au poste arrière. Il emporte 4 berceaux à bombes dans l'aile, et on peut lui adapter d'autres berceaux extérieurs.

pensable de la production en temps de guerre.

La largeur de vues propre au caractère britannique, dès qu'il se décide à l'action, d'immenses moyens financiers, un esprit de décision allant jusqu'au goût du risque, ont permis de lancer très vite la machine à produire à une allure qui peut paraître un peu déconcertante, mais dont l'effet n'en est pas moins de surclasser, en un temps record, le patient et formidable effort de préparation de l'Allemagne, tel que nous l'avons ici même rappelé.

Il est juste d'associer aux noms des dirigeants britanniques, et en particulier du ministre de l'Air, sir Kingsley Wood, celui

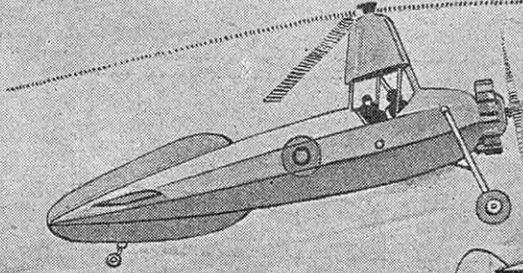
de nombreux industriels qui ont compris et qui ont voulu, et avant tous autres, celui de lord Nuffield, rendant en incomparables largesses à l'avion ce qui lui venait de l'automobile.

La technique

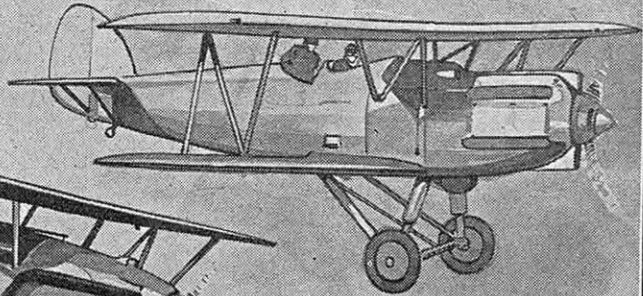
En ce qui concerne la technique aéronautique, chacun sait combien l'Anglais est naturellement conservateur. Pendant les années qui suivirent l'autre guerre, on avait pu constater un certain attachement à des formules qui commençaient pourtant à vieillir en d'autres pays. Il n'y a pas si longtemps que presque tous les grands avions

(1) Dans la méthode de construction adoptée chez Vickers et appelée géodésique, on substitue aux mâts, croisillons, haubans et revêtements travaillants des appareils orthodoxes, un réseau enveloppant composé de membrures entrelacées et cintrées épousant le galbe des ailes et du fuselage. Ces membrures suivent les lignes « géodésiques », c'est-à-dire, en pratique, celles du plus court chemin d'un point de la surface à un autre.

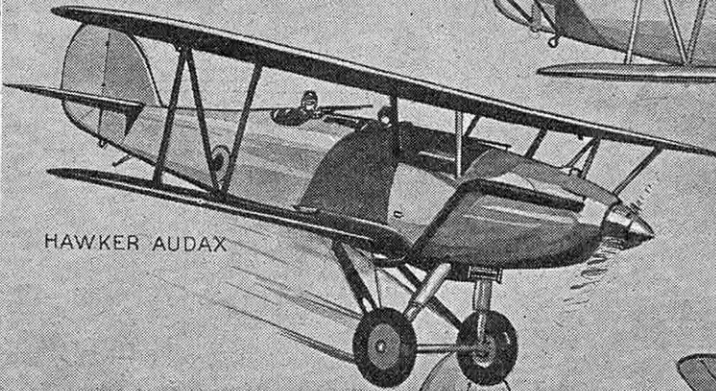
LA CIERVA C 40



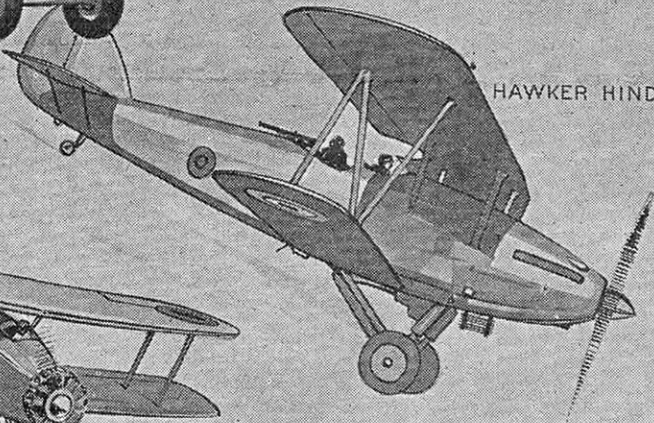
HAWKER HECTOR



HAWKER AUDAX



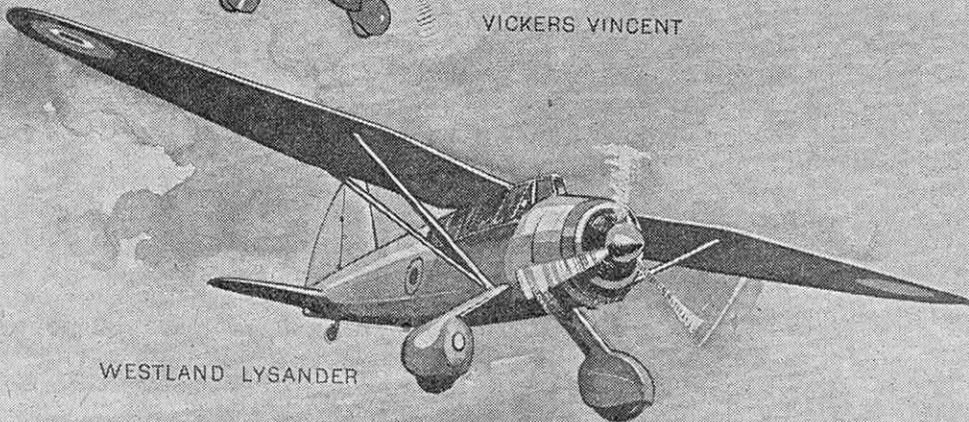
HAWKER HIND

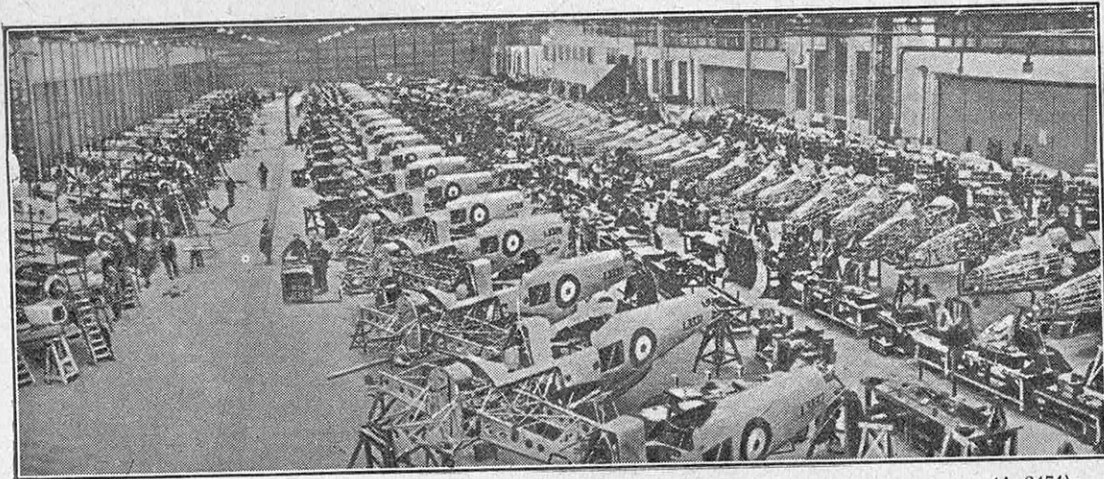


VICKERS VINCENT



WESTLAND LYSANDER





(A. 2474)

HALL DE MONTAGE DES USINES GLOSTER OU L'ON APERÇOIT DIFFÉRENTS STADES DE LEUR FABRICATION DES BOMBARDIERS HAWKERS « HENLEY » (VOIR PAGE 86) ET DES CHASSEURS GLOSTER « GLADIATOR »

de transport, à quoi s'attachait particulièrement l'aviation anglaise, étaient encore des biplans largement pourvus de mâts et de haubans.

Heureusement veillait le vieil esprit sportif, et c'est à la conquête de la Coupe Schneider — épreuve de vitesse pure — que l'Angleterre a dû ses principaux progrès dans l'étude de la cellule, et surtout la naissance du moteur *Rolls-Royce R*, qui figure toujours parmi les moteurs les plus puissants et dont

dérive directement le moteur *Rolls-Royce « Merlin »* construit en grande série pour la *R. A. F.*

Les bureaux d'études travaillaient et travaillaient si bien que, dès le jour où fut sonnée la grande alarme, on put assister à des éclosions précipitées d'appareils pleinement modernes, presque tous brillamment réussis, et tels surtout que la construction en grande série pouvait en être immédiatement entreprise — ce qui fut fait.

PLANCHE VI. — LES MONOMOTEURS A USAGES MULTIPLES ET DE COOPÉRATION

Sur cette planche figurent les biplaces toutes missions spécialement équipés pour le réglage de l'artillerie terrestre, les émissions de fumées, l'observation rapprochée, le ramassage des messages, etc... et, éventuellement, aux bombardements légers. N'y figurent pas : le biplace de reconnaissance HAWKER « OSPREY » (d'aspect identique au « HIND »), les versions terrestres des triplaces de réglage d'artillerie navale et de torpillage BLACKBURN « SHARK », FAIREY « SWORDFISH » et VICKERS « VILDEBEEST » (page 99), le triplace de réglage d'artillerie navale et de reconnaissance FAIREY « ALBACORE », toujours tenus secrets.

L'autogire de coopération terrestre « La Cierva C. 40 ». — C'est un autogire biplace d'observation, de reconnaissance rapprochée et de réglage d'artillerie. Sa vitesse maximum est de 200 km à l'heure et son autonomie, de 2 h de vol. Il décolle sur 6 m et atterrit sans roulement.

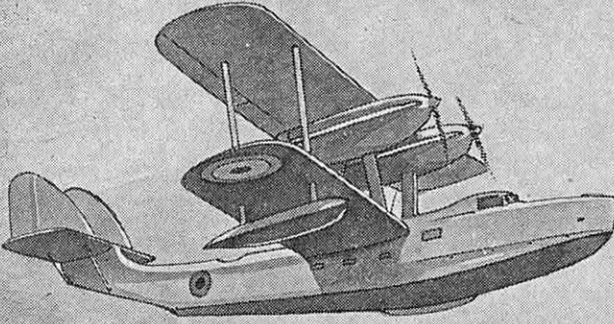
Le biplace de coopération terrestre Hawker « Hector ». — Cet appareil, dérivé du biplace de bombardement Hawker « Hind » (voir ci-après). Sa vitesse maximum est d'environ 300 km à l'heure, et son armement analogue à celui du « Hind » (moteur Napier-Halford « Dagger », 24 cylindres en H refroidi par l'air).

Le biplace de coopération terrestre Hawker « Audax ». — Cet appareil, dérivé également du biplace de bombardement Hawker « Hind » (voir ci-après), a une vitesse maximum de 275 km à l'heure et un armement analogue à celui du « Hind » (moteur Rolls-Royce « Kestrel », 12 cylindres en V, refroidis par l'air).

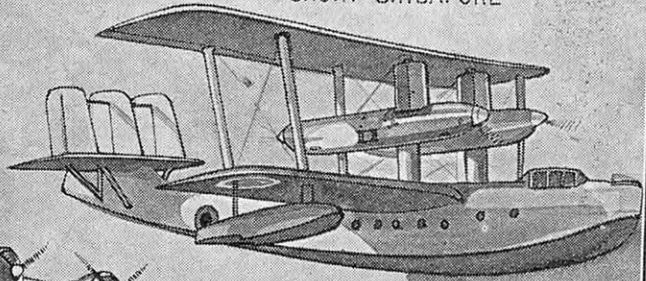
Le biplace de bombardement léger Hawker « Hind ». — Cet appareil, de construction métallique (moteur Rolls-Royce « Kestrel », 12 cylindres en V, refroidis par liquide) avec renèment mixte (métal et toile), est destiné au bombardement léger de jour. Sa vitesse maximum est de 300 km à l'heure et son plafond dépasse 8 000 m. Il est armé de 2 mitrailleuses fixes tirant à travers le champ de l'hélice et d'une mitrailleuse mobile montée sur tourelle au poste arrière. Il emporte des berceaux pour 2 bombes d'une centaine de kg.

Le biplace à usages multiples Vickers « Vincent ». — Cet appareil est la version de coopération du Vickers « Vildebeest » (voir page 99) et ses caractéristiques sont identiques. Sa vitesse maximum est de 250 km. à l'heure (moteur Bristol « Pegasus », 9 cylindres en étoile).

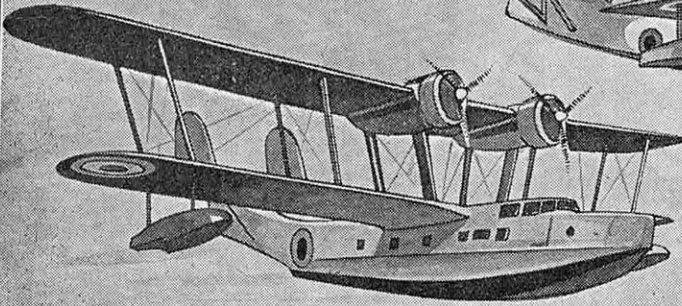
Le biplace de coopération terrestre Westland « Lysander ». — Cet appareil, l'un des plus remarquables avions de coopération du monde, réalise l'écart de vitesse exceptionnel de 1 à 4,17. C'est un monoplan à ailes hautes, de construction métallique, avec volets à fentes réglables sur tout le bord d'attaque et volets d'atterrissage sur toute la partie de l'alle non occupée par les ailerons. Le train d'atterrissage fixe est à jambes simples, porteuses de phares et éventuellement de petites bombes. La vitesse maximum est de 367 km à l'heure, la vitesse minimum de 88 km à l'heure. Le plafond atteint 8 000 m et l'autonomie de vol, 4 h. Il est armé de 2 mitrailleuses fixes dans les carènes de roues ; une mitrailleuse orientable au poste arrière ; il emporte des bombes dans l'arrière du fuselage et dans des berceaux adaptés aux carènes des roues.



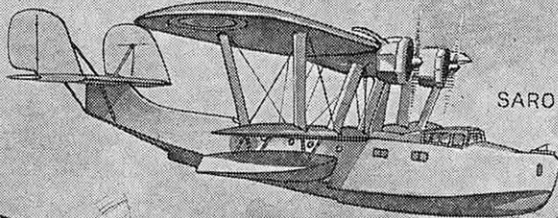
SUPERMARINE SCAPA



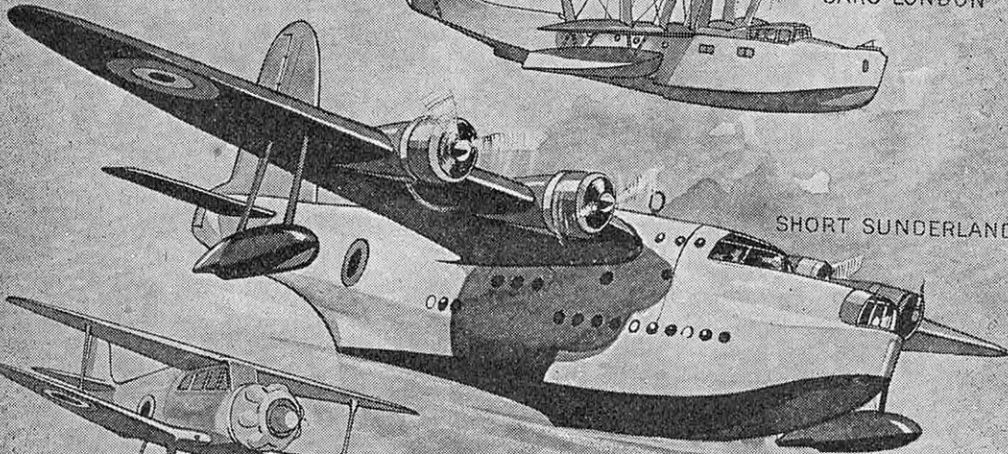
SHORT SINGAPORE



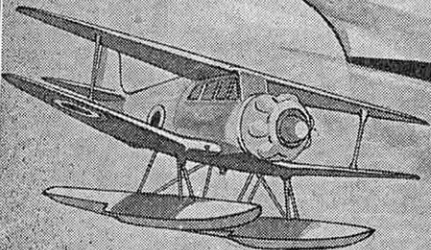
SUPERMARINE STRANRAER



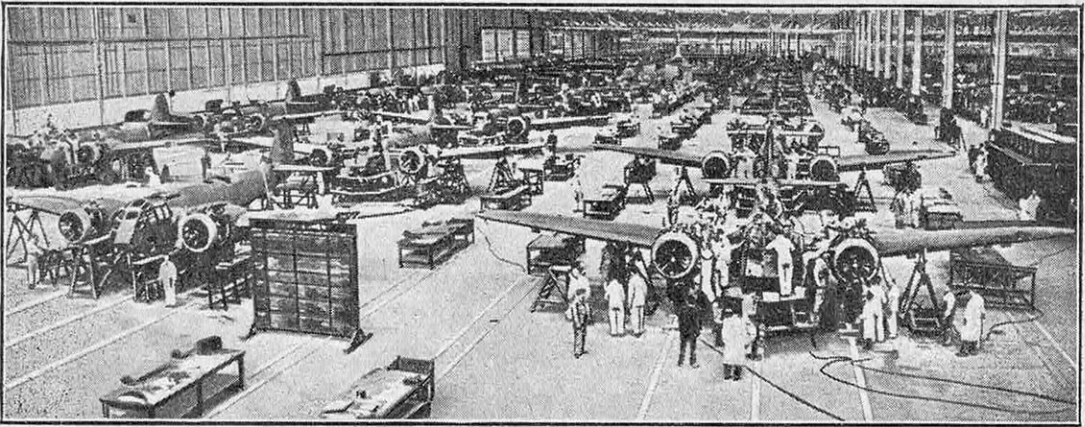
SARO LONDON



SHORT SUNDERLAND



AIRSPEED QUEEN WASP



(A. 2475)

HALL DE MONTAGE OU SE POURSUIT LA CONSTRUCTION EN SÉRIE DES BOMBARDIERS BIMOTEURS BRISTOL BLENHEIM

Aujourd'hui, l'aviation anglaise ne le cède à aucune autre au point de vue des qualités aérodynamiques et militaires des avions qu'elle construit et met, jour après jour, à la disposition du commandement.

Comme partout, au point de vue tech-

nique, les appareils se classent en avions de chasse, de bombardement, d'observation et d'entraînement. Il faut y ajouter les appareils spéciaux à l'usage maritime,

Les gravures qui accompagnent cette étude illustrent, avec leurs légendes, mieux

PLANCHE VII. — LES HYDRAVIONS

Sur la planche page 96 figurent les gros multimoteurs de bombardement et de reconnaissance générale ainsi que le petit hydravion cible « **QUEEN WAST** », dont il existe une version terrestre. Les premiers, aménagés confortablement pour 6 hommes d'équipage, sont destinés à la surveillance des territoires de l'Empire et, à ce titre, sont pourvus de tout l'outillage nécessaire aux réparations provisoires ainsi que du matériel permettant au personnel un séjour prolongé loin de toute base importante. Sur la planche page 98 sont groupés divers appareils de patrouille, de reconnaissance, de torpillage et de réglage d'artillerie. N'y figurent pas : les versions à flotteurs, des monoplaces de chasse **HAWKER « NIMROD »** et « **OSPREY** », du biplace de coopération **WESTLAND « WALLACE »** et le biplace d'entraînement **AVRO « 626 »**.

L'hydravion de reconnaissances lointaines et de bombardement supermarine « Scapa ». — Cet hydravion, utilisable comme appareil de reconnaissance, de bombardement, d'entraînement à la navigation et porteur de torpilles, est spécialement adapté aux missions longues grâce à son autonomie, qui lui permet de rester plusieurs semaines loin de sa base. La coque à deux redans est aménagée pour 6 hommes d'équipage (moteurs Rolls-Royce « **Kestrel** », 12 cylindres en V, refroidis par liquide). Sa vitesse maximum est de 227 kmh et son autonomie, de 10 heures. Il est armé de deux mitrailleuses sur tourelles orientables à l'avant et au milieu de la queue. La charge de bombes n'a pas été publiée.

L'hydravion quadrimoteur Short « Singapore ». — Ce biplan est destiné aux bombardements et à la reconnaissance ; la coque à deux redans est aménagée pour 6 hommes d'équipage et porte des plans de queue à dérive triple. Deux de ses moteurs actionnent des hélices tractrices et deux autres, des hélices propulsives ; ils sont installés dans de longues nacelles entre les deux ailes. Le poids de cet appareil en ordre de vol dépasse 12 tonnes. Sa vitesse maximum est de 235 km à l'heure et son rayon d'action 1 600 km. Il est armé de 4 mitrailleuses orientables ; sa charge de bombes n'a pas été publiée.

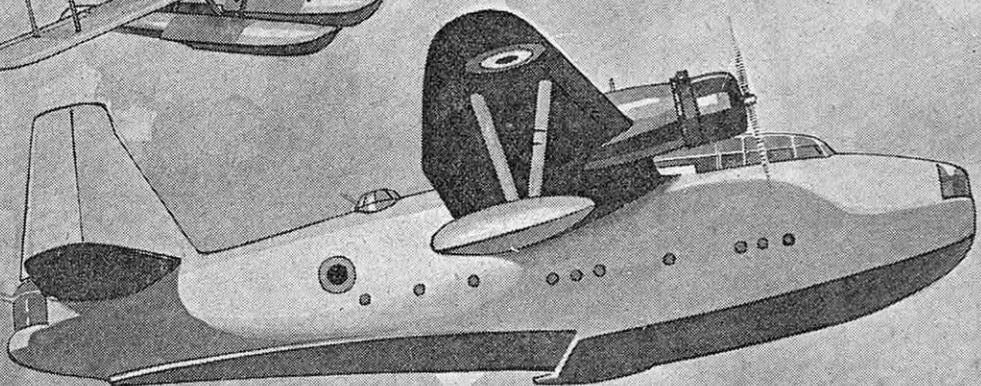
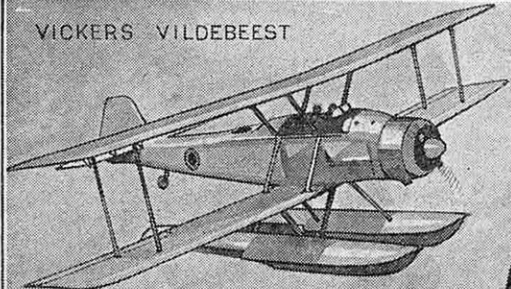
L'hydravion de reconnaissances lointaines et de bombardement supermarine « Stranraer ». — Cet hydravion, dérivé du « **Scapa** » et, comme lui, aménagé pour 6 hommes d'équipage, est adapté aux missions lointaines de longue durée. Il est équipé de deux moteurs Bristol « **Pegasus** », 9 cylindres en étoile refroidis par l'air, installés dans des nacelles collées sous les ailes inférieures. Sa vitesse maximum est supérieure à 250 km à l'heure et son autonomie de vol est voisine de 10 heures.

L'hydravion bimoteur de reconnaissance Saro London ». — Cet hydravion biplan est de construction métallique avec revêtement de la voilure par entoilage (moteur Bristol « **Pegasus** », 9 cylindres en étoile). La coque à deux redans est aménagée pour recevoir un équipage minimum de 5 hommes. Sa vitesse maximum est de 250 km à l'heure et le rayon d'action de 2 800 km. Il est armé de 3 mitrailleuses orientables : l'une dans le compartiment de choc, la deuxième dans le fuselage en arrière de la voilure, la troisième en queue entre les dérives. En outre, de petits berceaux à bombes ont été prévus.

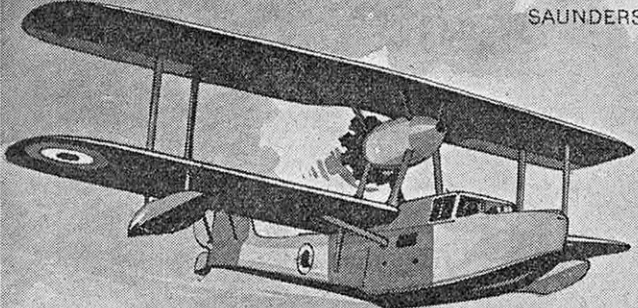
L'hydravion quadrimoteur Short « Sunderland ». — Cet appareil, destiné aux bombardements et à la reconnaissance lointaine, est directement dérivé des fameux hydravions quadrimoteurs commerciaux Short « **Empire** ». Il est de construction entièrement métallique (moteurs Bristol « **Pegasus** », refroidis par l'air). Sa coque à deux redans est aménagée pour un équipage de 6 à 8 hommes et équipée pour des missions de longue durée loin des bases. Sa vitesse maximum est de l'ordre de 350 km à l'heure, et son autonomie de vol, voisine de 11 heures. Il pèse, en ordre de vol, plus de 20 tonnes. Il est armé de 7 mitrailleuses, et sa charge de bombes n'a pas été publiée.

L'avion cible Airspeed « Queen Wasp ». — Cet appareil, hydravion ou avion catapultable, est destiné à servir de cible et est utilisable sans pilote grâce à un appareil de manœuvre radioélectrique. Il existe un autre type d'avion-cible, le **De Havilland « Queen Bee »**. L'envergure du « **Queen Wasp** » est de 10 mètres et ses performances n'ont pas été publiées.

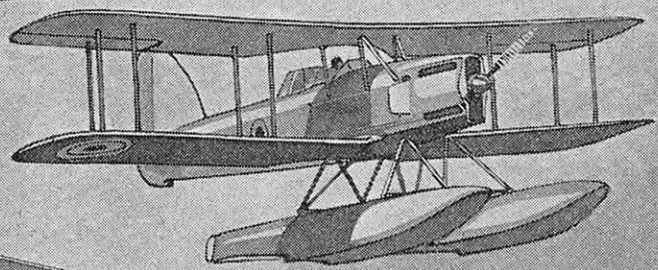
VICKERS VILDEBEEST



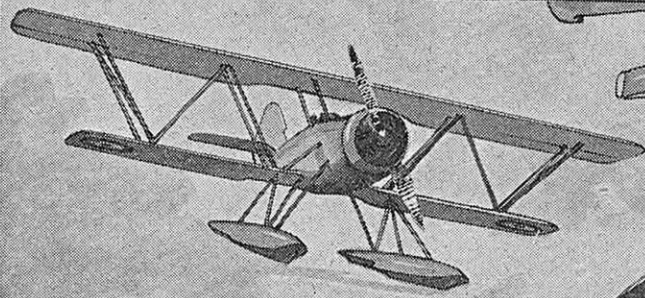
SAUNDERS ROE LERWICK



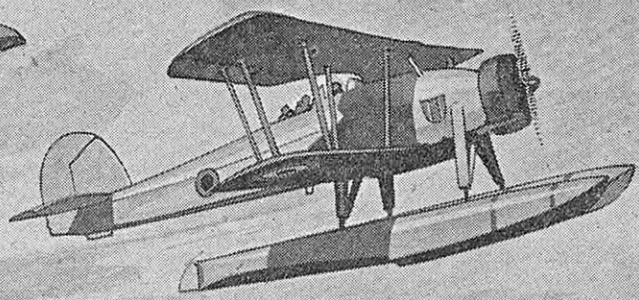
SUPERMARINE
WALRUS



FAIREY SEAFOX



BLACKBURN SHARK



FAIREY SWORDFISH

qu'aucun texte, les résultats désormais acquis.

L'organisation de la Royal Air Force

Dans le domaine de l'organisation, nous trouvons l'influence qu'exerce ici, comme en toutes choses de guerre, dès qu'il s'agit de l'Angleterre, la défense du sol national. Nous retrouvons ici, mais pour d'autres raisons, ce que nous avons noté déjà en Allemagne, l'existence d'un commandement unique pour tout ce qui touche à la défense anti-aérienne de la Grande-Bretagne. Le commandant en chef de la défense dispose, non seulement, de l'arme aérienne que constituent les escadrilles de chasse spécialement et uniquement affectées à la défense locale, mais aussi de tous les moyens d'observations de guet, de transmission et d'artillerie anti-aérienne dont le réseau serré couvre le territoire. Bien entendu, cette concentration ne s'est pas effectuée sans heurt avec les autres armes, toujours un peu particularistes, mais le bon sens a triomphé, et ce commandement unique a été réalisé et fonctionne. Les dures leçons déjà infligées aux incursions allemandes sont là pour en témoigner.

La notion d'une armée de l'air quasi indépendante et réunie sous un commandement unique et séparé n'est d'ailleurs pas nouvelle en Angleterre, puisqu'en 1918 déjà, la R. A. F. avait son chef, indépendant même du maréchal Haig et ne reconnaissant que le chef suprême, le maréchal Foch.

La R. A. F. est donc une armée à part,

qui a ses uniformes et ses grades spéciaux.

Rien que dans le cadre des officiers, on trouve en montant : l'officier pilote, l'officier de vol, le lieutenant de vol, le chef d'escadrille, le commandant d'ailes, le capitaine de groupe, le commodore de l'air, le vice-maréchal de l'air, le maréchal de l'air, le maréchal en chef de l'air et le maréchal de la R. A. F.

Les escadrilles sont formées en groupes dont la réunion constitue un « commandement ». Dans les Indes, dernièrement encore, certaines escadrilles étaient réunies non en « groupes » mais en « ailes », de constitution un peu différente.

Nous ne donnerons pas, bien entendu, la répartition territoriale actuelle des divers commandements stationnés en Angleterre.

En 1926, d'après « Flight », cinq commandements de bombardement étaient stationnés à Abingdon, Andover, Mildenhall, Linton-upon-Ouse, Grantham et Londres, avec un commandement en chef à Uxbridge. Par contre, il n'y avait qu'un commandement unique de la chasse à Stanmore.

L'Observer Corps (corps d'observation et de guet), considérablement développé en ces derniers temps, est formé de personnel civil, remarquablement entraîné, pourvu des meilleurs appareils et réparti en quatre zones : Nord (Catterik) ; Midland (Grantham) ; Sud (Stanmore) ; Ouest (Gloucester).

Une autre section de la R. A. F. est le commandement côtier chargé de la reconnaissance des eaux territoriales et compre-

PLANCHE VIII. — LES HYDRAVIONS (SUITE)

Le biplace de bombardement léger et de torpillage Vickers « Vildebeest ». — Ce monomoteur est de construction entièrement métallique avec revêtement par entoilage (moteur Bristol « Pegasus », 9 cylindres en étoile). Déjà ancien, il n'est plus utilisé qu'à de rares exemplaires. Sa vitesse maximum est de 220 km à l'heure. Son rayon d'action de 2 000 km. Il est armé d'une mitrailleuse fixe tirant vers l'avant à travers le champ de l'hélice et d'une mitrailleuse mobile sous tourelle orientable au poste arrière; entre les éléments du train d'atterrissage ou des flotteurs, il porte une grosse bombe et une torpille.

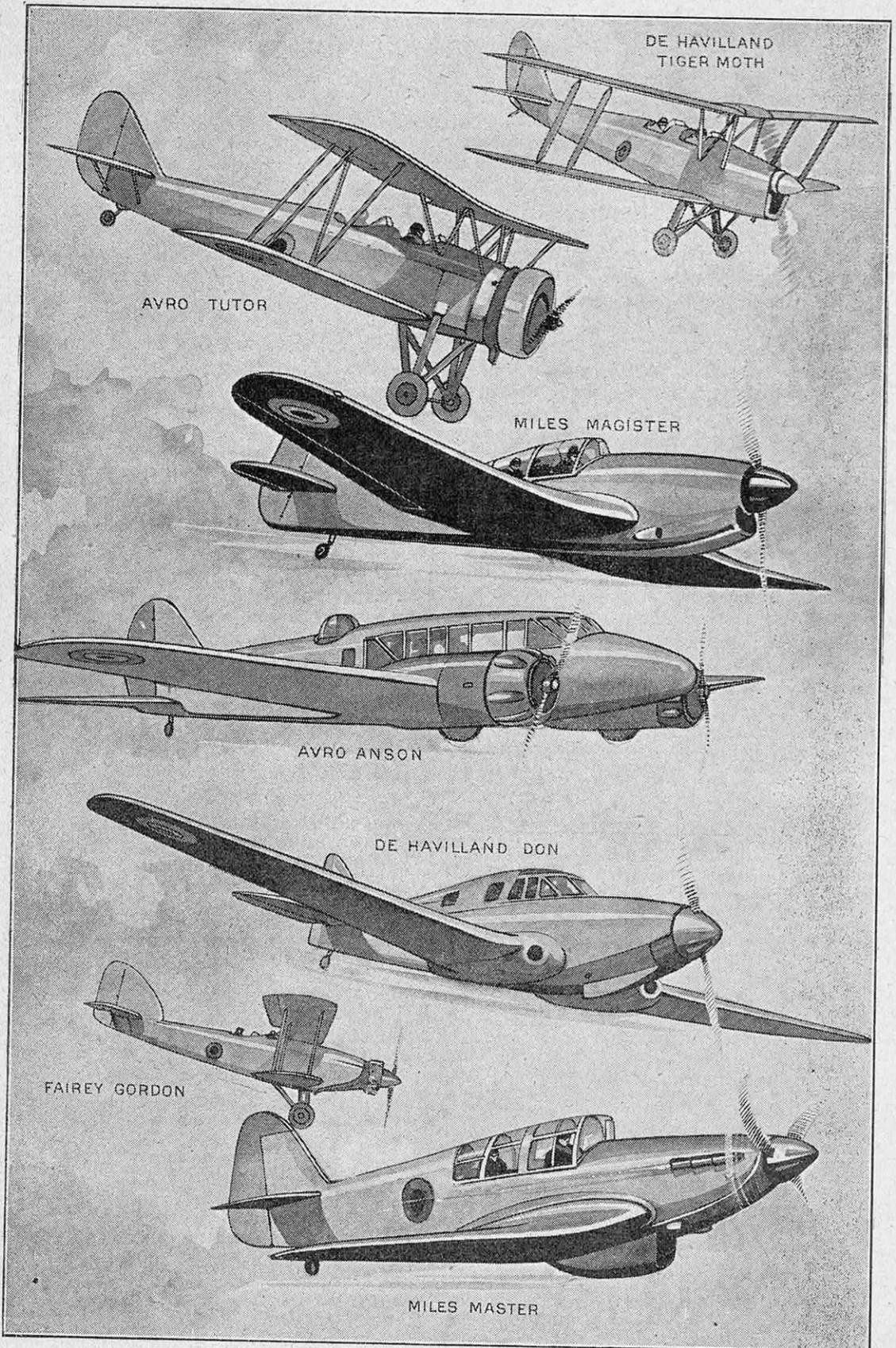
L'hydravion bimoteur Sainders-Roe « Lerwick ». — Les détails de cet appareil à usages multiples sont jusqu'ici tenus secrets ainsi que ses caractéristiques et ses performances.

L'amphibie de coopération supermarine « Walrus ». — Ce biplan monomoteur catapultable appartient à la Fleet Air Arm et dérive du « Seagull » et est destiné principalement au réglage d'artillerie des navires de guerre. La coque à un redan est aménagée pour 3 hommes d'équipage. Le train d'atterrissage rentre latéralement dans les ailes inférieures. Sa vitesse maximum est supérieure à 200 km à l'heure (moteur Bristol « Pegasus » 9 cylindres en étoile).

L'hydravion léger de reconnaissance Fairey « Seafox ». — Ce biplace léger appartient à la Fleet Air Arm et est destiné à être catapulté par les croiseurs légers. Il est de construction métallique (moteur Napier Halford « Raper », 16 cylindres en H, refroidis par l'air) et le fuselage est aménagé pour deux postes : celui du pilote, ouvert, celui de l'observateur, fermé. Sa vitesse maximum est de 200 km à l'heure et son rayon d'action, 700 km. Il est armé d'une mitrailleuse orientable au poste arrière.

Le monomoteur à usages multiples Blackburn « Shark ». — Cet appareil, dont il existe deux versions, terrestre et navale, est destiné à la Fleet Air Arm en vue du bombardement, du torpillage, de la reconnaissance et du réglage d'artillerie. C'est un biplan à ailes détachables de construction mixte (moteur Armstrong-Siddeley, 14 cylindres en étoile). Il est aménagé pour 2 ou 3 hommes d'équipage suivant les missions. Sa vitesse maximum est de 250 km à l'heure et son rayon d'action de 860 km. Il est armé d'une mitrailleuse fixe tirant vers l'avant, d'une mitrailleuse orientable au poste arrière. Il emporte une torpille de 680 kg ou un poids équivalent de bombes.

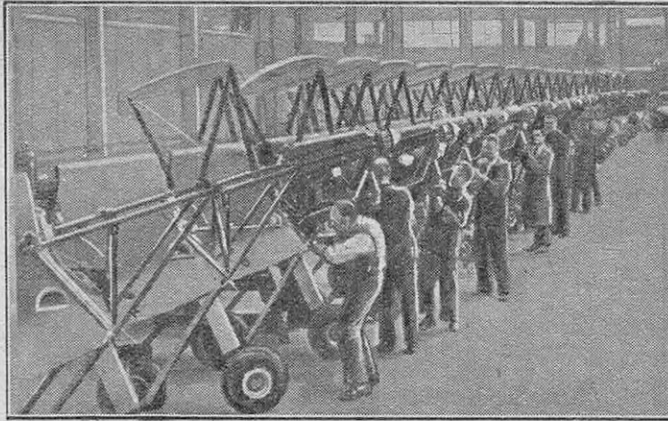
Le monomoteur à usages multiples Fairey « Swordfish ». — Cet appareil de la Fleet Air Arm, biplace ou triplace, hydravion ou avion catapultable, est destiné au torpillage, à la reconnaissance et au réglage d'artillerie pour les navires de guerre. Il est de construction métallique (moteur Bristol « Pegasus », 9 cylindres en étoile) et emporte 2 hommes d'équipage pour le torpillage et 3 hommes pour la coopération. Sa vitesse maximum est de l'ordre de 250 km à l'heure, son plafond voisin de 6 000 m et son autonomie de vol de 10 h environ. Il est armé d'une mitrailleuse fixe tirant vers l'avant, d'une mitrailleuse orientable tirant vers l'arrière, d'une torpille ou de bombes.



nant, outre les appareils terrestres, des hydravions et des bombardiers-torpilleurs.

L'entraînement forme la quatrième section de la R. A. F., répartie également sur tout le territoire. Depuis la guerre, le Canada est appelé à jouer un rôle de premier plan dans la préparation du personnel navigant. Le centre d'Ottawa est équipé sur des bases qui eussent paru invraisemblables, il y a seulement quelques mois.

Le caractère colonial de l'armée britannique se retrouve dans l'existence des six grands commandements répartis dans l'Empire : Moyen Est (Q. G. Le Caire), Irak



(A. 2477)
CONSTRUCTION EN SÉRIE DES AVIONS D'ENTRAÎNEMENT TIGER MOTH AUX USINES DE HAVILLAND
(VOIR PAGE CI-CONTRE.)

(Q. G. Dibbon), Indes (Q. G. New-Delhi), Méditerranée (Q. G. Malte), Aden (Q. G. Aden), Far-East (Q. G. Singapour).

On sait quelle part la R. A. F. a prise aux opérations coloniales, notamment dans le Proche-Orient, dans les années qui ont suivi la guerre précédente. C'est l'Angle-

terre qui, la première, a réussi à mater, en un temps record, une révolte dangereuse sans engager un seul fantassin, en n'employant strictement que des unités d'aviation, appuyées seulement par des autos blindées de ravitaillement, placées sous les ordres du commandement aérien. Il est juste de rappeler que l'idée neuve et hardie

PLANCHE IX. — LES AVIONS D'ENTRAÎNEMENT ET DE LIAISON

Les planches, pages 100 et 102, rassemblent des appareils de types divers destinés à l'instruction et au perfectionnement d'une part, aux missions d'estafettes et de transport de personnel, d'autre part. Les biplaces monomoteurs MILES « MAGISTER », « MASTER » et « R R », D H « TIGER-MOTH », à l'exception du HAWKER « HART » (identique au « HIND ») sont utilisables aussi bien comme avions d'entraînement et aux missions de liaison rapide. Le bimoteur triplace AVRO « ANSON » est spécialement destiné à la reconnaissance côtière. Seul le bimoteur AIRSPEED « ENVOY » figure parmi les appareils destinés au transport de personnel nombreux (inspections, états-majors, techniciens), les autres types étant des appareils civils DE HAVILLAND : le « RAPIDE » (9 places), le « 86 B » (14 places), le « FLAMINGO » (15 places).

Le biplace léger d'entraînement De Havilland « Tiger Moth ». — Cet appareil existe en deux versions : terrestre et navale. Sa vitesse maximum est voisine de 175 km à l'heure, son plafond de 4 700 m et son autonomie de vol de 3 h (moteur De Havilland « Gipsy Major », 6 cylindres inversés en ligne).

Le biplace d'entraînement Avro « Tudor ». — Cet appareil, de construction métallique avec revêtement étoilé, a une vitesse maximum de 200 km à l'heure (moteur Armstrong-Siddeley 7 cylindres en étoile).

Le biplace d'entraînement préliminaire Miles « Magister ». — Cet appareil léger sert à l'entraînement, au pilotage et au P. S. V. Sa vitesse maximum est de 230 km à l'heure, son plafond de 5 500 m et son autonomie de 3 h de vol (moteur De Havilland « Gipsy Major », 4 cylindres inversés en ligne).

Le bimoteur de reconnaissance côtière Avro « Anson ». — Le fuselage de ce monoplane, de construction mixte (moteur Armstrong-Siddeley « Cheekah » 7 cylindres en étoile) est largement vitré et aménagé pour 3 hommes d'équipage, le pilote comme le navigateur pouvant faire office de bombardier. Sa vitesse maximum dépasse 300 km à l'heure et son autonomie de vol, 6 h. Il est armé d'une mitrailleuse fixe tirant vers l'avant, d'une mitrailleuse orientable dans la tourelle arrière. Il porte des berceaux pour 100 kg de bombes.

Le triplace de liaison et de communication De Havilland « Don ». — Ce monoplane, de construction mixte (moteur De Havilland « Gipsy Twelve », 12 cylindres en V inversé refroidis par l'air) porte une cabine fermée pour 3 hommes d'équipage : deux côte à côte en avant et un radiotélégraphiste-mitrailleur derrière eux. Sa vitesse maximum est voisine de 350 km à l'heure, son plafond de 6 500 m et son autonomie de vol de 5 h. Il est armé d'une mitrailleuse fixe sur l'aile droite, d'une mitrailleuse photographique fixe sur l'aile gauche, d'une mitrailleuse orientable sur tourelle au poste arrière. Il emporte dans ses ailes des berceaux pour 8 bombes légères.

Le remorqueur de cibles Fairey « Gordon ». — Cet appareil a un fuselage de structure métallique avec revêtement mixte (aluminium et toile). Il peut recevoir des flotteurs. Sa vitesse maximum est de 240 km à l'heure, son plafond de 6 500 m, son autonomie de 5 h de vol. Il est armé d'une mitrailleuse de capot tirant à travers l'hélice et d'une mitrailleuse sur tourelle. Des bombes peuvent être fixées sous le plan inférieur.

Le biplace d'entraînement et de perfectionnement Miles « Master ». — Cet appareil a été tout récemment adopté par la Royal Air Force. Sa vitesse maximum est de 430 km à l'heure, son plafond de 8 500 m et son autonomie de 2 h de vol (moteur Rolls-Royce « Kestrel », 12 cylindres en U refroidis par liquide). Il est armé d'une ou deux mitrailleuses et emporte de petits berceaux à bombes.

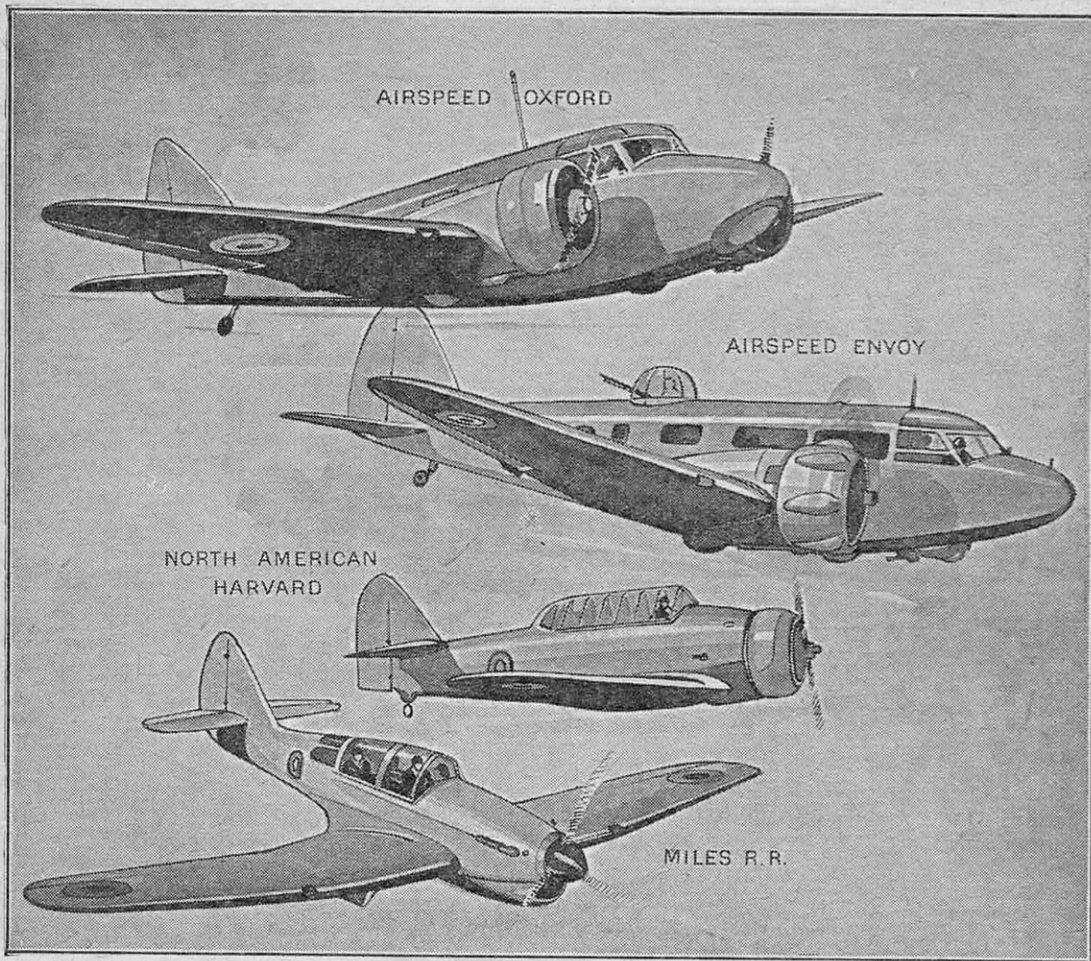


PLANCHE X. — LES AVIONS D'ENTRAÎNEMENT ET DE LIAISON (SUITE)

Le bimoteur de perfectionnement Airspeed « Oxford ». — Cet appareil est utilisable suivant son équipement pour l'entraînement au pilotage des bimoteurs, à la navigation, au vol de nuit, au bombardement, au vol à grande altitude, au tir et à la photographie aérienne. Le fuselage à poste largement vitré est aménagé pour 4 hommes d'équipage au maximum : un bombardier à l'avant, 2 pilotes côte à côte (ou un pilote et un navigateur), un radio-opérateur. Sa vitesse maximum est supérieure à 300 km à l'heure et son autonomie de vol de 6 h (moteurs Armstrong-Siddeley « Cheetah », 7 cylindres en étoile).

Le bimoteur de bombardement moyen, de reconnaissance et de liaison Airspeed « Royal Envoy ». — Cet appareil dérive du « Convertible Envoy » de l'Afrique du Sud. Le fuselage à cabine vitrée du type commercial est aménagé pour 7 hommes dont 3 hommes d'équipage. Le train d'atterrissage rentre vers l'arrière dans les fuselages moteurs. Sa vitesse maximum est de l'ordre de 325 km à l'heure, et son autonomie de 4 h (moteurs Armstrong-Siddeley « Cheetah », 7 cylindres en étoile).

Le biplace d'entraînement varié North American « Harvard ». — C'est l'appareil américain North American BT. 9, acheté en 400 exemplaires par le ministère de l'Air britannique et destiné à l'entraînement, au pilotage, au P. S. V., à la navigation, à la radiographie et à la photographie. De construction entièrement métallique, il atteint une vitesse maximum de 340 km à l'heure; son plafond est de 7 000 m et son autonomie de 4 h de vol. Il est armé d'une mitrailleuse fixe dans l'aile et d'une mitrailleuse photographique (1).

Le biplan d'entraînement rapide Miles « R R ». — Cet appareil d'entraînement au pilotage des avions rapides est éventuellement utilisable comme avion toutes missions. Sa vitesse maximum est voisine de 500 km à l'heure et son plafond de 9 000 m (moteur Rolls-Royce « Kestrel », 12 cylindres en V refroidis par liquide).

d'une telle manœuvre revient à Winston Churchill, alors ministre des colonies.

Maintenant, les unités de la R. A. F. affluent sur notre sol. On les y rencontre au hasard des randonnées dans la zone des armées, souvent côte à côte avec les escadrilles françaises. On sait quel effort la R. A. F. a déjà fourni et quels succès elle a

remportés, aussi bien en interdisant le survol du vieux pays, qu'en protégeant nos reconnaissances et en survolant profondément le sol germanique. Nul doute que, lorsque viendra l'heure des grands chocs, pilotes et appareils anglais ne se montrent égaux à l'immense tâche qui leur incombera. Le lion a aussi des ailes.

(1) Voir *La Science et Vie* n° 246 page 461.

LA BATAILLE NAVALE DE MONTEVIDEO

Par Camille ROUGERON

La bataille navale de Montevideo est le premier engagement naval sérieux de la guerre de 1939. Il a mis aux prises deux types de navires de conceptions entièrement différentes : d'une part, les croiseurs légers britanniques, aux caractéristiques voisines de ceux qu'ont construits la plupart des pays signataires des accords de Washington et de Londres ; d'autre part, le plus récent des « cuirassés de poche » de la marine allemande, construit sous la réglementation du traité de Versailles. Sur les premiers, tout avait été sacrifié à la vitesse. Sur les derniers, tout en conservant une vitesse supérieure à celle des cuirassés lents, on avait installé une artillerie de 280 mm, calibre qui paraissait considérable pour le déplacement de 10 000 t. Le résultat de la bataille montre que la protection des croiseurs légers britanniques, dont on craignait l'insuffisance, a parfaitement résisté à cette puissante artillerie. Inversement, leur armement de 203 et 152 mm n'a pu causer d'avaries graves à leur adversaire. C'est une leçon qui, sur le premier point, risque fort de montrer à la marine allemande combien elle a peu de chances de réussir en envoyant sur les mers ses autres navires dont aucun ne possède d'artillerie supérieure à celle de l'Admiral-Graf-Spee.

LA première bataille navale de la guerre de 1939 a mis aux prises, au large de la Plata, le navire allemand *Admiral-Graf-Spee* et les trois croiseurs britanniques *Exeter*, *Achilles* et *Ajax*.

L'*Admiral-Graf-Spee* était sorti dans le courant de septembre, le long des côtes de Norvège, en trompant la surveillance britannique. Il ne se signala à l'attention qu'après avoir atteint l'Atlantique Sud, en coulant le vapeur *Clement*, le 30 septembre, au large des côtes du Brésil. Il poussa une pointe dans l'océan Indien, où il coula, le 1^{er} novembre, à l'entrée méridionale du canal de Mozambique, l'*Africa Shell*, un minuscule pétrolier de 706 tonnes. Espérait-il se ravitailler en gas-oil ? Il aurait alors été déçu, car le pétrolier naviguait à vide. Il s'agissait plutôt d'une manœuvre destinée à détourner, vers l'océan Indien, l'attention des croiseurs français et anglais partis à sa poursuite. Il ne se signala pas, en effet, par d'autres destructions dans ces régions et on ne devait pas le revoir avant le combat que nous étudions, à la suite duquel il débarqua les équipages du *Huntsman*, de l'*Ashlea*, du *Trevanion*, du *Doric Star*, du *Newton Beech* et du *Streons-halph*, qu'il avait coulés au cours de ses voyages.

Il est probable que la bataille fut une conséquence de la perte du navire allemand ravitailleur *Ussukuma*, et de la présence devant Montevideo du croiseur britannique *Achilles*, qui empêcha un autre navire ravitailleur, le *Tacona*, de quitter

ce port pour accomplir sa mission. Le commandant de l'*Admiral-Graf-Spee* se serait alors décidé à se ravitailler par la saisie du paquebot français *Formose*, malgré la présence connue de croiseurs britanniques dans le voisinage.

Parti le 11 novembre du Havre, le *Formose*, après avoir navigué en convoi pendant une partie du trajet, se rendait seul de Rio de Janeiro à la Plata, lorsqu'il rencontra, le 13 décembre, à 6 heures du matin, l'*Admiral-Graf-Spee*. Presque aussitôt apparut le croiseur britannique *Ajax*, arborant le guidon du chef de division, le commodore Harwood, qui ouvrit aussitôt le feu et prévint par radio l'*Exeter* et l'*Achilles*. Entre temps, l'*Ajax*, devant la supériorité écrasante du feu de l'*Admiral-Graf-Spee*, manœuvra pour éviter de se laisser écraser avant l'arrivée des secours.

L'*Achilles* et l'*Exeter* rejoignirent l'*Ajax* alors que celui-ci se trouvait entre l'*Admiral-Graf-Spee* et l'estuaire du Rio de la Plata. Sous le feu combiné des trois croiseurs britanniques, le navire allemand chercha à rejoindre la côte uruguayenne au delà de la Punta del Este. Vers la tombée de la nuit, la position de l'*Admiral-Graf-Spee* devint très difficile. L'*Ajax* déploya un écran de fumée, tandis que l'*Achilles* et l'*Exeter* attaquaient des deux côtés, martelant le navire allemand, qui fut contraint de chercher refuge à Montevideo, où il s'ancra, à 23 h 30, alors que ses adversaires montaient la garde en rade extérieure.

Après avoir demandé trente jours de

délai pour réparer ses avaries et en avoir obtenu trois, qui expiraient le 17 décembre, à 18 h, le commandant Langsdorff fit passer 700 hommes de l'*Admiral-Graf-Spee* à bord du *Tacoma*, navire allemand qui se trouvait ancré à Montevideo. Il leva l'ancre à 17 h 15 et coula son navire à 17 h 55, à 5 milles au large de la côte uruguayenne. La fraction de l'équipage qui avait accompagné le navire rejoignit le territoire argentin. Le commandant Langsdorff ne voulut pas survivre à son bâtiment et se suicida le lendemain.

La bataille, qui dura toute une journée, fit 34 tués et 60 blessés sur l'*Admiral-Graf-Spee*, pendant que l'*Exeter* perdait 61 tués et 23 blessés, l'*Ajax*, 7 tués et 5 blessés, l'*Achilles*, 4 tués et 3 blessés.

Le combat fut particulièrement dur pour l'*Exeter*, qui fut touché plus de 40 fois,

et dont trois pièces de 203 sur huit furent mises hors de service. Deux des quatre tourelles de l'*Ajax* subirent le même sort.

Il ne semble pas que les avaries faites à l'*Admiral-Graf-Spee* aient diminué beaucoup ses facultés de navigation, ni même de combat. Les dégâts perceptibles de l'extérieur ne portaient guère que sur la tour servant de passerelles de navigation et de direction de tir. Les avaries invoquées pour différer le départ du bâtiment de Montevideo, destruction de la cambuse et des cuisines, n'intéressaient que des locaux en dehors du caisson blindé.

Les adversaires

La bataille du Rio de la Plata mettait aux prises des navires issus de conceptions très différentes.

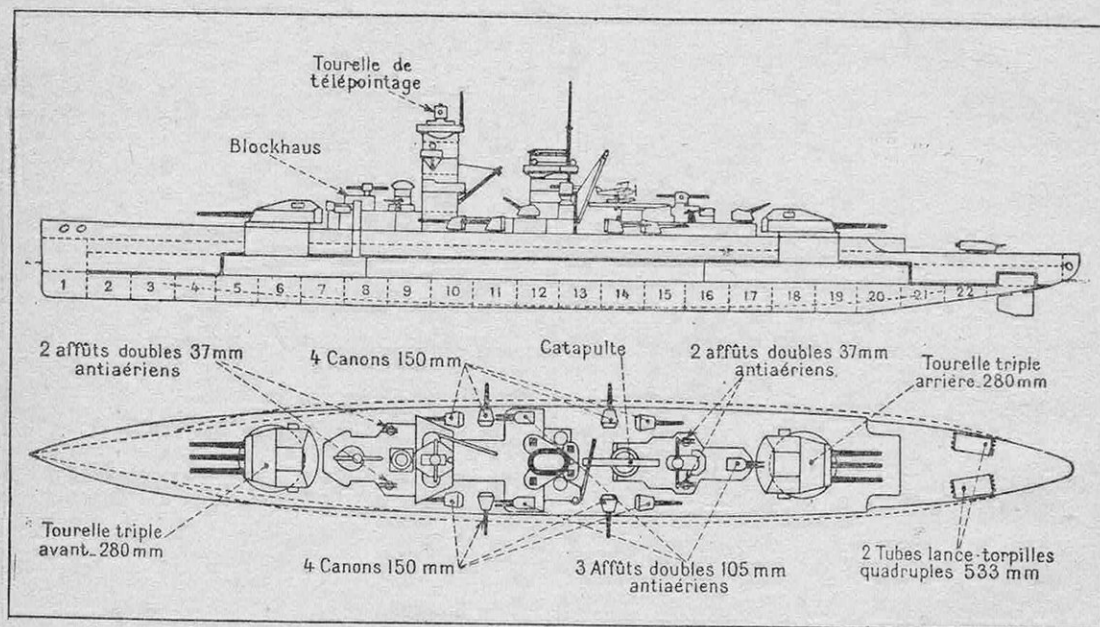


FIG. 1. — PLAN SCHÉMATIQUE DE L'ARMEMENT DE L'« ADMIRAL-GRAF-SPEE »

La disposition et les caractéristiques de l'*Admiral-Graf-Spee* sont les mêmes que celle du *Deutschland*, mis en chantier en 1929 (à des détails près, comme les passerelles). Ses caractéristiques sont les suivantes : la longueur est de 182 m, la largeur de 21,7 m, le tirant d'eau moyen de 5 m, le déplacement standard, suivant la définition du Traité de Versailles, 10 000 t. Le déplacement en surcharge doit atteindre 13 000 t. L'artillerie comprend six canons de 280 en deux tourelles triples, huit canons de 150 sur affût simple, sous masque; disposées à raison de quatre de chaque bord et qui peuvent éventuellement tirer contre avions jusqu'à +60°, six canons de 88 contre avions éloignés, huit canons automatiques de 37 et dix mitrailleuses contre avions rapprochés. L'armement se complète par huit tubes lance-torpilles de 533, sur deux affûts quadruples, deux avions et une catapulte. L'appareil moteur, de 54 000 ch, se compose de huit moteurs Diesel M A N, à 9 cylindres et deux temps, réunis par groupes de quatre pour commander deux lignes d'arbres. La vitesse maximum est d'environ 28 nœuds. Sur la protection, aucun renseignement officiel n'a été donné. D'après l'annuaire anglais, le « *Jane's Fighting Ships* », elle comprendrait une cuirasse de ceinture de 100 mm, un pont blindé de 40 à 60 mm, atteignant 80 mm sur les soutes à munitions, une protection contre les torpilles formées d'un « bulge » extérieur et d'une cloison interne de 40 mm. Les tourelles sont bien protégées par une cuirasse fixe de 100 mm; la plaque d'embrasure aurait 175 mm. L'équipage officiellement indiqué est de 925 hommes; on sait que le *Graf-Spee* est parti avec plus de 1 000 hommes pour sa croisière. Le *Graf-Spee* était revenu à plus de 800 millions de francs actuels.

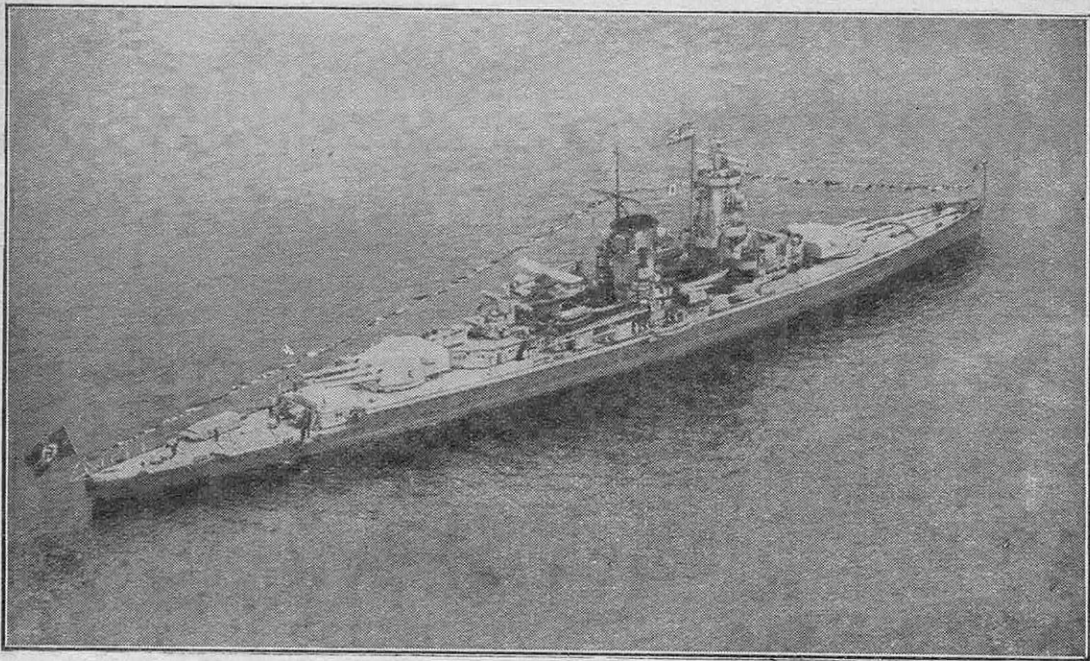


FIG. 2. — L' « ADMIRAL-GRAF-SPEE »

(37 262)

L'Admiral-Graf-Spee était le plus récent des trois « cuirassés de poche » (pocket battleships), dont les deux précédents sont le Deutschland et l'Admiral-Scheer. Il avait été mis en chantier en octobre 1932, à l'arsenal de Wilhelmshafen et était entré en service le 6 janvier 1936.

L'Exeter, le plus puissant des croiseurs britanniques, était un des nombreux croiseurs répondant aux exigences de l'accord de Washington de 1922, qui limitait le déplacement à 10 000 t et le calibre à 203 mm. Il répondait même à une exigence supplémentaire, que la marine britannique s'était imposée à une époque où elle trouvait insuffisamment sévères les limitations de Washington, et où elle s'efforçait d'entraîner, par l'exemple, les autres marines à les accentuer.

La thèse anglaise, à cette époque, était l'insuffisance numérique des croiseurs issus de l'accord de Washington et leur excès de puissance unitaire, à la fois en déplacement et en tonnage. Ce dont l'Amirauté prétendait avoir besoin pour la protection de ses lignes de communications, ce n'était pas de croiseurs de 10.000 t ni de canons de 203 ; le déplacement de 7 500 t et le calibre de 152 lui suffisaient parfaitement. Par contre, il lui fallait, paraît-il, pour la protection des lignes de communications d'un empire mondial un nombre minimum de croiseurs que l'expérience historique avait fixé *ne varietur*. A vrai dire, les auteurs n'étaient guère d'accord sur ce nombre. Les uns, qui seraient volontiers remontés, pour justifier leur thèse, à l'époque où Nelson réclamait des frégates,

et encore des frégates, parlaient de 80 ; d'autres se seraient contentés de 50. Mais tous les avis concordaient sur le fait que le déplacement de 10.000 t était exagéré et le calibre de 203 inutilement puissant.

L'Exeter, mis en chantier en 1929, frère jumeau de l'York, répondait au premier stade de cette conception, celui où le déplacement fut réduit, sans toucher au calibre. C'est le plus récent des croiseurs britanniques armés de 203. Le déplacement a été réduit à 8 390 t, ce qui fut obtenu en ramenant de huit à six le nombre de pièces. Les autres caractéristiques restaient très voisines de celles des croiseurs britanniques de 10 000 t qui l'avaient précédé : même artillerie de D. C. A., composée de huit pièces de 101, de quatre pièces de 47 et d'une douzaine de mitrailleuses, même vitesse de 32,5 nœuds, même protection légère, constituée essentiellement par un pont blindé de 50 mm au voisinage de la flottaison et par une cuirasse de ceinture de 50 à 75 mm, de développement très réduit en longueur et en hauteur, qui n'assurait un léger complément de protection qu'au seul appareil propulsif.

L'Achilles et l'Ajax, mis en chantier en 1931 et 1933, sont les deux plus récents des cinq croiseurs de la classe Leander. Ils

répondent au deuxième stade de cette conception, celui où la réduction porte à la fois sur le calibre ramené à 152 mm, et sur le déplacement, réduit à 7 000 t. C'est le retour « to sanity in cruiser design » que vantait l'annuaire britannique de Jane, en l'opposant aux croiseurs issus de l'accord de Washington. L'artillerie principale est ramenée à huit pièces de 152, en quatre tourelles doubles à répartition symétrique.

280 mm. Mais si l'Amirauté allemande, encore respectueuse sur ce point des prescriptions du traité de Versailles, continuait à le classer dans la catégorie des « panzerschiffe », il faut reconnaître que c'était un cuirassé d'une nature bien particulière.

Au traité de Versailles, en imposant à la marine allemande des cuirassés de 10.000 t portant une artillerie de 280, on avait cru l'obliger à imiter les marines secondaires,

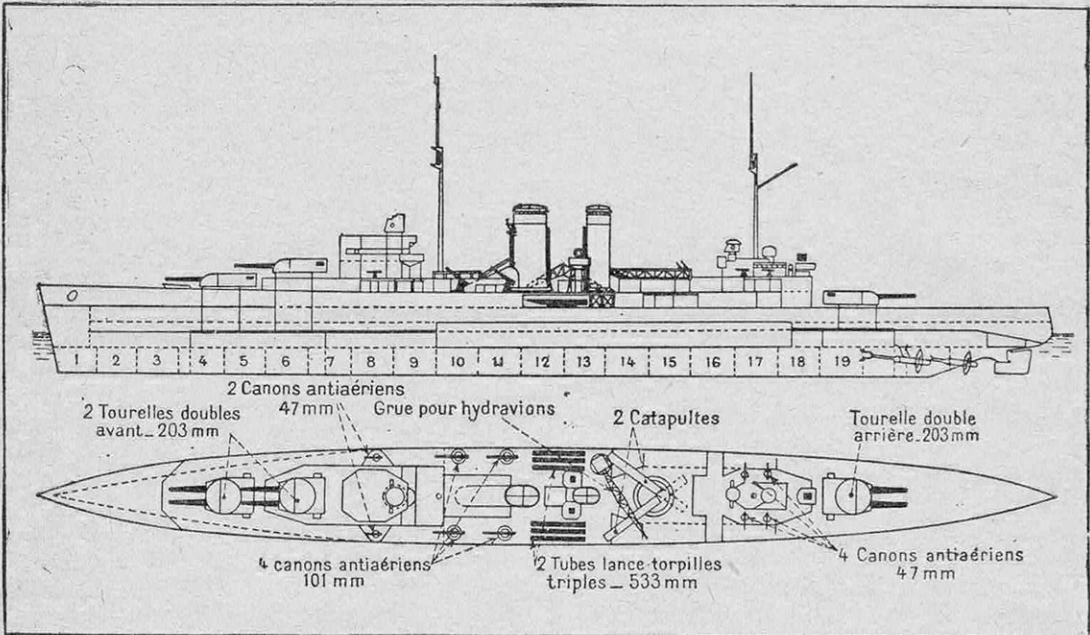


FIG. 3. — PLAN SCHÉMATIQUE DE L'ARMEMENT DE L'« EXETER »

L'Exeter, de 8 390 t de déplacement standard, a 185 m de longueur, 17,70 m de largeur, 5,20 m de tirant d'eau. Son artillerie comprend six canons de 203 en trois tourelles doubles, huit canons de 101 de D. C. A., quatre canons de 47 et quatorze canons automatiques et mitrailleuses de défense contre avions rapprochés. Son armement se complète par deux tubes triples lance-torpilles de 533 mm, et deux avions avec chacun leur catapulte. La protection comporte une cuirasse de ceinture de faible hauteur, ne protégeant que l'appareil moteur et évaporatoire, dont l'épaisseur varie de 50 à 75 mm. L'appareil propulsif est constitué par des chaudières et turbines à engrenages actionnant quatre lignes d'arbres, de 80 000 ch au total. La vitesse maximum normale est de 32 nœuds.

L'artillerie de D. C. A. comprend, comme sur l'Exeter, huit pièces de 101, quatre pièces de 47 et un nombre de mitrailleuses légèrement supérieur. La vitesse reste de 32,5 nœuds. La protection comporte encore un pont blindé de 50 mm, doublé, sur l'étendue de l'appareil propulsif, d'une cuirasse de ceinture de faible hauteur de 50 à 100 mm.

L'Admiral-Graf-Spee, mis en chantier en 1932, était le dernier des trois navires, dont le Deutschland, commencé au début de 1929, était tête de série. Il répondait aux limitations imposées par le traité de Versailles aux cuirassés allemands, déplacement au plus égal à 10 000 t, calibre au plus égal à

qui parviennent à faire, dans ces conditions, des bâtiments aux prétentions modestes, fort bien protégés contre ce même calibre, et donnant la vitesse raisonnable dont le progrès des appareils propulsifs modernes permet de doter aujourd'hui tout navire de guerre. Le déplacement de 10 000 t a suffi au cuirassé pendant près d'un demi-siècle ; le calibre de 280 est celui que la marine allemande persistait à maintenir au lendemain de la construction des dreadnoughts. Ce sont de tels déplacements et de tels calibres dont se contente encore, par exemple, la marine suédoise sur ses cuirassés les plus récents.

Mais la marine allemande ne se résignait pas à construire une flotte de ligne en vue de s'assurer simplement une position honorable en Baltique. Elle visait plus haut, et elle crut tenir la solution par la construction des trois *Deutschland*. La marine britannique, que l'accord de Washington autorisait seule à mettre en chantier des navires de ligne dans les quelques années qui suivirent, venait de construire le *Nelson* et le *Rodney*, portant une artillerie de 406, une protection les mettant à l'abri de ce calibre,

Une fois ceci obtenu, il restait, en effet, toute une série de missions où l'on pouvait bénéficier de la supériorité permise en calibre : c'étaient celles où l'on ne rencontrait, comme adversaires possibles, que les croiseurs des signataires de l'accord de Washington, limités au calibre de 203.

Telle est la conception qui est à la base de la construction du *Deutschland*, de l'*Admiral-Scheer* et de l'*Admiral-Graf-Spee* : échapper aux navires de ligne par la vitesse, surclasser les croiseurs par la puissance de



(37 263)

FIG. 4. — LE CROISEUR « EXETER »

L'Exeter, mis en chantier en août 1928 aux Devonport Dockyards, est le dernier des croiseurs armés de 203 mm qu'ait construits la marine britannique. Il appartient à une série de deux navires qui ne portent que trois tourelles doubles et où l'on n'a pas atteint le déplacement de 10 000 t permis par l'accord de Washington. L'Exeter ne déplace, en effet, que 8 390 tonnes.

et payant ces qualités par une vitesse de 23,5 nœuds seulement, très modérée si l'on tient compte des possibilités des appareils propulsifs modernes. Vouloir imiter la marine anglaise en construisant en 10 000 t, avec une artillerie de 280, une réduction des 35 000 t du *Nelson*, c'était se condamner d'une manière certaine à l'infériorité. La limitation à 10 000 t interdisait toute protection efficace contre les très gros calibres ; la limitation du calibre à 280 mm interdisait toute action efficace contre les protections possibles avec 35 000 t. Il restait une seule ressource : faire porter l'effort sur la caractéristique non réglementée, la vitesse, qui permettait au moins d'échapper au navire de ligne adverse.

l'artillerie. Le troisième facteur, la protection, devait évidemment être sacrifié, et l'on ne manqua pas de s'étonner, à l'apparition du *Deutschland*, « cuirassé » aussi long qu'un croiseur de même tonnage, et que cette longueur, imposée par sa vitesse, condamnait à une protection inférieure à celle que portaient certains de ceux-ci (croiseurs italiens type « *Zara*, notamment).

La série des trois *Deutschland* porte une artillerie principale du calibre de 280 en deux tourelles triples, l'une avant, l'autre arrière, une artillerie de défense imposante, de huit pièces de 150, pouvant tirer à la fois contre objectif flottant et contre avions, une artillerie de six pièces de 88 spécialisée dans le tir contre avions avec, pour la défense rappro-

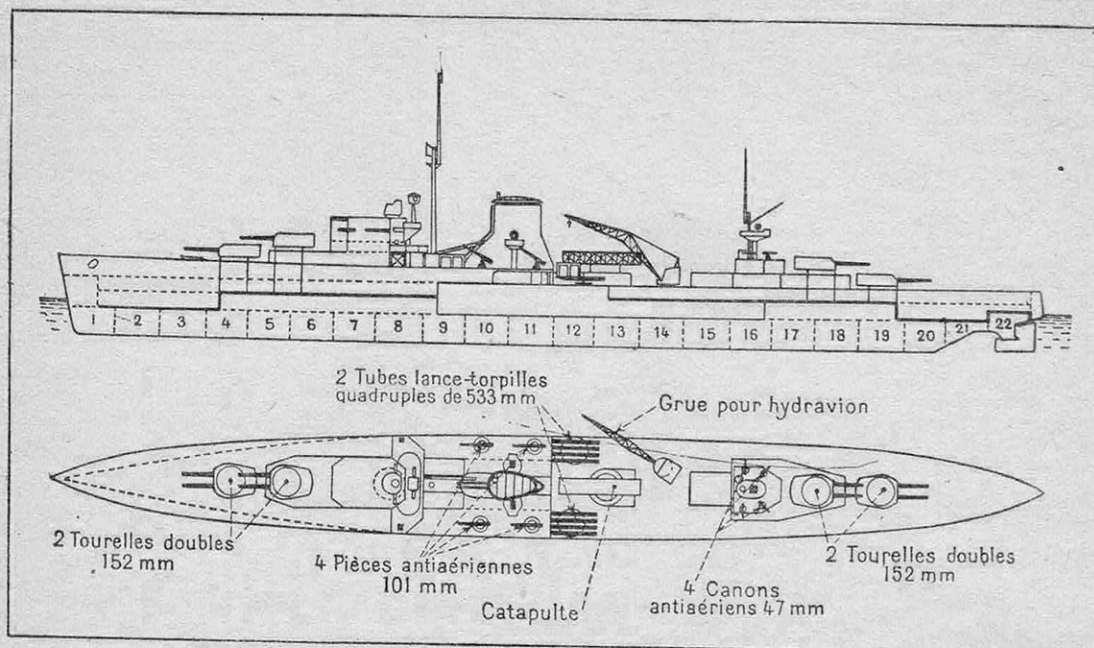


FIG. 5. — PLAN SCHÉMATIQUE DE L'ARMEMENT DE L'« ACHILLES » ET DE L'« AJAX »

L'Achilles, de 7 030 t, et l'Ajax, de 6 983 t, ont une longueur de 169 m, une largeur de 16,80 m, un tirant d'eau de 4,90 m. Ils ont été mis en chantier, le premier en 1931, chez Cammell Laird, le deuxième en 1933, chez Vickers-Armstrongs. Leur artillerie comprend huit canons de 152 en quatre tourelles doubles, huit canons de 101 de D. C. A., quatre canons de 47 mm et dix-huit canons automatiques et mitrailleuses de plus petit calibre pour la défense contre avions rapprochés. Leur armement se complète par deux tubes quadruples lance-torpilles de 533 mm, deux avions et une catapulte. Leur protection comporte une cuirasse de ceinture de 50 à 100 mm régnant sur la seule longueur de l'appareil propulsif, un pont blindé de 50 mm. La protection de l'artillerie est très faible; elle ne dépasse pas 25 mm d'après l'annuaire de « Jane ». L'appareil propulsif est constitué par des chaudières et turbines à engrenages actionnant quatre lignes d'arbres, de 72 000 ch au total. La vitesse maximum normale est de 32,5 nœuds.

chée, huit canons de 37 et 10 mitrailleuses. La protection comporte une cuirasse de ceinture de 100 mm au moins, un pont blindé de 80 mm d'épaisseur, et un caisson pare-torpilles avec bulges extérieurs et cloison intérieure de 40 mm doublant la cuirasse de ceinture. La vitesse officiellement annoncée est de 26 nœuds. Elle ne correspond nullement à la puissance de 54 000 ch que l'on indique simultanément. La vitesse réelle doit dépasser légèrement les 28 nœuds qu'on lui attribue dans l'annuaire français : *Les flottes de combat*.

Tels quels, ces bâtiments devaient, dans l'esprit de leurs auteurs, balayer, par les mers, les navires de commerce qui n'avaient, pour les protéger, que des croiseurs insuffisamment armés. Ils n'avaient à craindre, à l'époque de leur mise en service, que les trois croiseurs de bataille *Hood*, *Repulse* et *Renown*, de la marine britannique. On sait comment la marine française dut répondre par la construction du *Dunkerque* et du *Strasbourg*, qui surclassaient les *Deutschland* à la fois en armement, en protection et en

vitesse, et comment ces constructions donnaient le signal de la rentrée en faveur générale du croiseur de bataille, si décrié pendant les quinze ans qui suivirent la bataille du Jutland.

La valeur de la protection légère

Les engagements navals sont assez rares pour qu'on doive essayer d'extraire de chacun tous les enseignements qu'il comporte. Par ces époques de « fleet in being », après les quelques rencontres du début, les adversaires restent, en général, chacun chez eux et les guerres se terminent sans que l'on soit sûr de voir aux prises les escadres de cuirassés destinées à finir sous le chalumeau des démolisseurs.

Au cours de la guerre de 1914-18, quatre batailles seulement ont pu fournir quelques enseignements sérieux sur la valeur des types de navires qui s'y rencontrèrent : Coronel, les Falkland, le Dogger Bank et le Jutland. Les trois premières eurent lieu avant le printemps de 1915. Les deux dernières ne se seraient certainement jamais produites si

la marine anglaise n'avait pas capté régulièrement les messages du commandement allemand. La première ne mettait aux prises que des types de navires démodés ; la deuxième, des navires de classe très différentes ; la troisième pouvait donner quelques enseignements, assez sommaires, sur les croiseurs de bataille ; la quatrième en fournit quelques autres qui ne furent probablement pas très bien compris, et la bataille cessa au moment où les cuirassés allaient se trouver engagés les uns contre les autres.

Il faut donc se résigner à conclure sans attendre la rencontre improbable d'un *Dunkerque* et d'un *Scharnhorst* ou des trois types de 35 000 t qu'achèvent actuellement les marines française, britannique et allemande.

Le plus clair des enseignements à tirer de la bataille de Montevideo porte sur la valeur de ces protections légères dont on s'accordait à déplorer l'insuffisance au moment où les marines, liées par l'accord de Washington, se lançaient dans des constructions de croiseurs avec blindages de moins de 100 mm, et où la marine allemande les imitait avec des navires aux cuirasses tout aussi insuffisantes, sans que ni l'une ni les

autres prêtassent attention aux leçons officielles qu'on entendait tirer de la bataille du Jutland.

Il fallait, affirmait-on, des navires qui puissent « encaisser ». Il semble que les navires aux prises à Montevideo aient parfaitement encaissé.

L'*Admiral-Graf-Spee*, soumis au tir de concentration de trois croiseurs armés de 203 et de 152, a fort bien résisté pendant plusieurs heures. Les avaries de superstructures ou de parties non protégées par l'artillerie moyenne paraissent toujours impressionnantes. Elles n'empêchent, le plus souvent, ni la navigation ni le combat. Les rares cuirassés russes qui échappèrent à la destruction à Tsouhima, s'arrêtèrent, à leur retour, en France où les hauts apparaissaient comme complètement déchiquetés ; cela n'avait pas empêché un voyage de retour de près de deux mois. Rien ne permet de croire qu'aucun projectile ait pénétré dans le caisson blindé de l'*Admiral-Graf-Spee* qui protège, sur les deux tiers environ de sa longueur, l'appareil propulsif et les soutes à munitions, et qui assure simultanément le maintien de la flottabilité et de la stabilité du navire. Mais peut-être ne faut-il tirer de cette leçon que

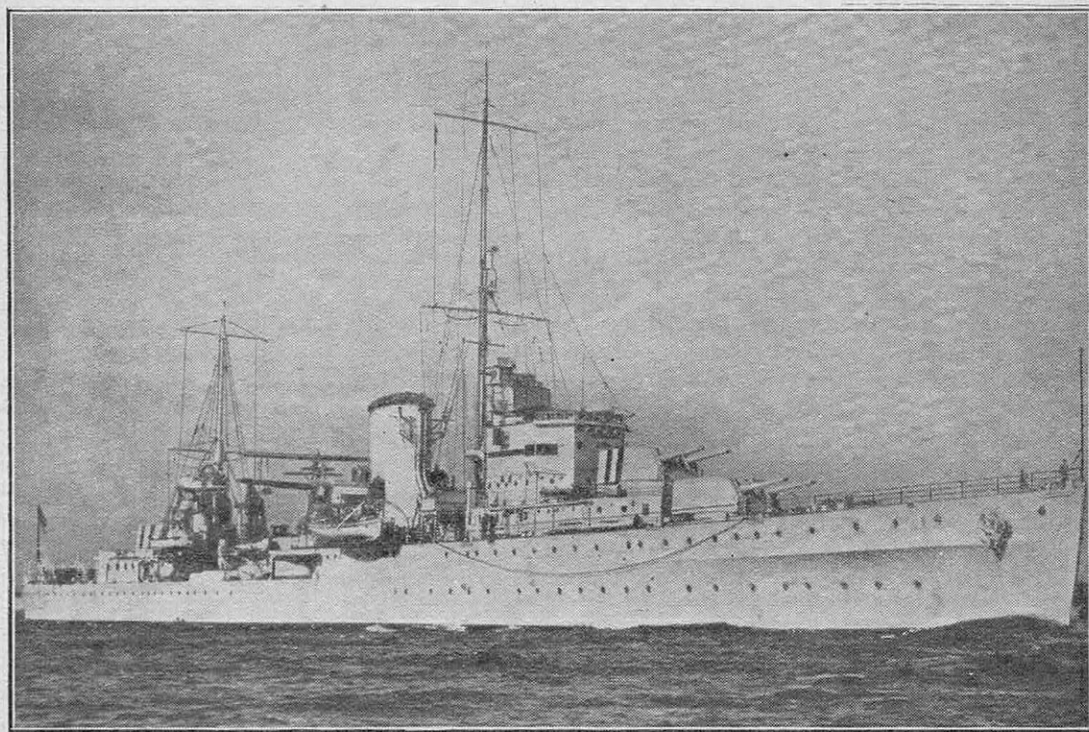


FIG. 6. — LE CROISEUR « ACHILLES »

(37 261)

L'Achilles et l'Ajax sont les deux plus récents croiseurs d'une série de cinq, type « Leander », d'environ 7 000 t de déplacement, qui ont été construits à partir de 1930. L'Achilles était loué à la Nouvelle-Zélande.

la confirmation de l'insuffisance des calibres de 152 et même de 203, dès qu'on veut attaquer un adversaire même faiblement protégé.

La résistance de l'*Exeter* est beaucoup plus démonstrative. Voilà un navire où l'on trouvait que l'équilibre entre la protection et l'armement avait été rompu au profit de ce dernier facteur, et qui résiste plus qu'honorablement à un nombre d'atteintes s'élevant entre 40 et 50, d'après les déclarations de M. Winston Churchill. Sur ces 40 à 50 coups, il faut compter sur une forte proportion d'atteintes par projectiles de 280. S'il avait bien en tout huit canons de 150 contre six de 280, l'*Admiral-Graf-Spee* ne pouvait disposer, contre l'*Exeter*, que de quatre canons de 150 du bord engagé. Si l'on met en balance, outre le nombre des pièces, la cadence de tir qui favorise le 150, et la réduction de durée de trajet qui favorise la justesse et la précision du 280, on peut estimer que l'*Exeter* a dû recevoir près d'une vingtaine de coups de 280, de poids presque trois fois plus fort que ceux contre lesquels sa protection avait été étudiée.

La résistance d'une protection de croiseur léger contre la grosse artillerie se trouve être encore plus surprenante, si l'on réfléchit, non seulement à la disproportion entre le calibre et l'épaisseur des blindages, mais à la constitution de cette protection.

Une protection de croiseur léger ne répond, en effet, que de très loin, à la disposition jugée longtemps indispensable pour qu'une protection soit réellement efficace.

Depuis quarante-cinq ans, à la suite de Bertin, en France, et de White, en Grande-Bretagne, la protection type du cuirassé est le caisson blindé cellulaire. La cuirasse verticale de grande hauteur y est complétée par un pont blindé à chacune de ses extrémités, l'intervalle étant muni d'un cloisonnement serré pour éviter l'extension de l'envahissement de l'eau à travers une perforation de la ceinture, au détriment de la stabilité. De plus, avant d'atteindre le pont blindé inférieur, ultime défense des grands compartiments des fonds contre les coups directs, les projectiles ont à traverser soit la ceinture, soit le pont blindé supérieur. C'est cette disposition, avec échantillons réduits, qui était adoptée, non seulement sur les cuirassés, mais encore sur tous les croiseurs cuirassés en service en 1914.

La protection des croiseurs construits après l'accord de Washington ne rappelle que de très loin ce schéma idéal. Sur tous, en raison de leur longueur imposée par la vitesse, et de leur largeur imposée par les

exigences accrues en stabilité. le tirant d'eau est très insuffisant pour qu'on puisse protéger leurs immenses compartiments de machines et de chaufferies par un caisson blindé cellulaire au voisinage de la flottaison. Le pont blindé unique est, en général, au-dessus de la flottaison. Il est complété par une ceinture qui se borne, en général, à interdire le passage direct des projectiles au-dessous du pont blindé. C'est, en somme, le simple recouvrement des parties vitales par une carapace, tel qu'on le réalisait aux premières années de l'emploi des blindages en marine, et qui prêtait aux plus justes critiques, soit du point de vue stabilité, au cas d'une perforation de la ceinture, soit du point de vue du concours que cette ceinture pouvait apporter à la résistance du pont blindé.

La marine britannique, profitant de la faible puissance installée sur ses croiseurs construits depuis la guerre, et de sa division en quatre lignes d'arbres, était même allée plus loin dans la voie de la simplicité, au détriment de l'efficacité. Elle était parvenue à condenser suffisamment les appareils propulsifs de 70 000 à 80 000 ch qui lui suffisaient, quand les autres avaient besoin du 120 000 à 150 000 ch, de manière à pouvoir les loger à peu près sous la flottaison. Elle avait donc simplement recouvert cet ensemble d'un pont blindé aboutissant au voisinage de la flottaison. On pouvait ainsi se dispenser complètement de toute cuirasse de ceinture. La solution eût fait bondir Bertin et White. Elle n'avait été acceptée par aucune des autres marines, en général assez peu exigeantes cependant en matière de protection de croiseurs.

A vrai dire, il se trouve que les trois croiseurs britanniques qui furent engagés au combat de Montevideo, et qui sont parmi les plus récentes unités, possédaient un embryon de cuirasse de ceinture. Mais celle-ci, ni par sa hauteur très réduite, ni par son développement en longueur — elle ne s'étend pas par le travers des soutes à munitions — n'est capable de jouer le rôle essentiel qu'on lui attribue dans les navires protégés par caisson blindé cellulaire.

Ce furent cependant des navires à protection aussi insuffisante quant à la disposition que quant aux échantillons, qui résistèrent très honorablement à un adversaire aussi puissamment armé. A aucun moment, ni l'*Exeter*, le plus touché, ni l'*Achilles*, ni l'*Ajax* ne donnèrent de crainte quant à leur flottabilité ou à leur stabilité. Des spécialistes, dont on peut trouver aujourd'hui

les conclusions sévères, estimaient qu'une protection de cuirassé d'avant 1914 avait fait son devoir lorsqu'elle résistait à une dizaine de coups de grosse artillerie. L'expérience montre qu'un croiseur léger peut en encaisser une vingtaine.

Ce qui donne quelque valeur à cette conclusion, c'est qu'au fond, l'expérience avait déjà été faite à plusieurs reprises.

Au combat des Falkland, en décembre

de 4 000 t eut sa barre coincée par un projectile et se mit à tourner en rond entre les deux flottes. Il subit, pendant près d'une heure, un tir de concentration des cuirassés anglais avant que ceux-ci parvinssent à l'envoyer au fond.

Lors d'un raid allemand contre un convoi britannique se rendant en Norvège, un croiseur léger du même type se trouva aux prises avec des croiseurs de bataille britanniques

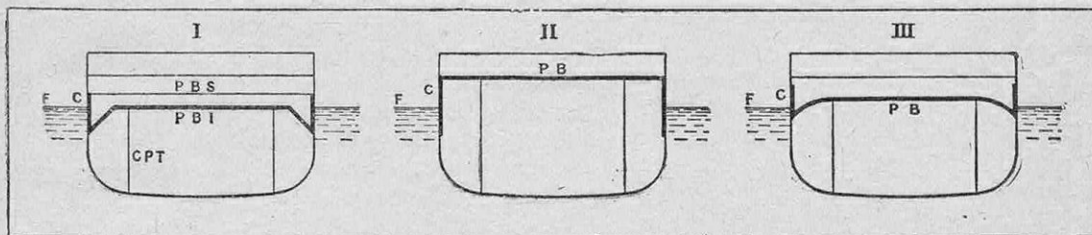


FIG. 7. — QUELQUES TYPES DE PROTECTION DE CUIRASSÉS ET DE CROISEURS

Le schéma I représente la protection type du navire de ligne telle qu'elle était réalisée en 1914. Une cuirasse de ceinture C forme, avec deux ponts blindés, le pont blindé inférieur P B I et le pont blindé supérieur P B S, un « caisson blindé cellulaire » au voisinage de la flottaison. Ce caisson blindé est cloisonné d'une manière serrée pour éviter l'extension de l'envahissement par l'eau à travers les brèches de la cuirasse de ceinture. On remarquera que le pont blindé inférieur ne peut être atteint sans que le projectile ait traversé déjà, soit la cuirasse de ceinture dans le tir à faible distance et faible angle de chute, soit le pont blindé supérieur dans le tir à grande distance et grand angle de chute. Cette protection était complétée en 1914, sur tous les navires de ligne récents de la marine allemande, par une cloison résistante pare-torpilles C P T qui protégeait contre l'effet de l'explosion les compartiments centraux où étaient seules installées machines, chaudières et soutes à munitions. Une protection du même genre est adoptée aujourd'hui par toutes les marines pour leurs navires de ligne. Le schéma II représente un type de protection très anciennement appliqué aux croiseurs légers, à faible tirant d'eau, où les machines, encombrantes, ne peuvent pas être logées au-dessous de la flottaison. Il est admis sur beaucoup de croiseurs construits à la suite de l'accord de Washington. Il présente l'inconvénient que le cuirasse de ceinture C et le pont blindé P B ne se prêtent pas l'appui mutuel de la cuirasse et du pont blindé inférieur dans la solution classique du schéma I. D'autre part, les coups traversant la ceinture peuvent provoquer des envahissements d'eau étendus dans les fonds. Le schéma III peut être adopté lorsqu'on parvient à concentrer l'appareil propulsif au-dessous de la flottaison, comme c'est le cas sur la plupart des croiseurs légers récents de la marine britannique. La cuirasse de ceinture prête son appui au pont blindé, dans le tir à faible distance du moins. Mais l'envahissement de l'eau au-dessus du pont blindé, du bord engagé, peut provoquer de très importantes pertes de stabilité, même si un cloisonnement serré surmonte ce pont blindé. Il faut, pour éviter la destruction de ce cloisonnement par les coups atteignant les hauts, et l'envahissement corrélatif, surmonter ce cloisonnement d'un deuxième pont blindé, comme dans le schéma I.

1914, le *Scharnhorst* et le *Gneisenau* de l'amiral von Spee, armés de canons de 210 et protégés, suivant les principes en vigueur à cette époque, « contre leur calibre », se trouvèrent résister, pendant presque toute une journée, au feu des croiseurs de bataille britanniques armés de 305 qu'on avait envoyés à leur rencontre. Et, au rapport des survivants, lorsqu'ils furent coulés en fin de journée, ce ne fut même pas le caisson blindé cellulaire aux cuirasses de faible échantillon qui céda : la perte tint à l'envahissement de l'eau par les brèches que produisaient dans la carène les coups courts éclatant à son voisinage.

Au Jutland, un pauvre croiseur allemand

faisant 4 nœuds de plus que lui et porteurs d'une artillerie de 381. Il encaissa très correctement quelques coups de 381 et parvint à s'échapper.

Quelles sont donc les raisons qui justifient les reproches que l'on s'est cru tenu d'adresser pendant quinze ans aux dernières constructions de croiseurs légers ? Il n'y en a qu'une : c'est la perte des croiseurs de bataille britanniques coulés au Jutland par leurs similaires allemands, beaucoup moins rapides, beaucoup moins bien armés, mais mieux protégés. A la suite de Jellicoe attribuant dans son livre sur la « Grand Fleet » son demi-échec à l'insuffisance de protection de ces navires et étalant complaisam-

ment des tableaux comparatifs d'épaisseurs de blindage, on se crut obligé de réhabiliter le bon vieux cuirassé à ceinture de 350 mm et de déprécier le croiseur de bataille. Peut-être faut-il voir surtout dans cette thèse l'effet de ces solides rancunes que la quasi-dictature de Fisher avait accumulées pendant les cinq années où il fut à la tête de la marine britannique et qui n'étaient pas fâchées de faire la démonstration de l'erreur d'une conception qui avait valu les succès des Falkland et du Dogger Bank. Quoi qu'il en soit, c'est à cette réaction qu'on doit le *Nelson* et le *Rodney*, où le sacrifice de la vitesse fut poussé au point où il n'avait même plus aucun intérêt pour le renforcement de la protection.

Nous avons essayé, voici une dizaine d'années, dans une étude que les circonstances n'ont pas permis de publier, de prendre la défense de Fisher et de montrer que sa conception pêchait simplement par un léger détail, auquel la marine allemande n'avait pas prêté davantage attention que lui. La cause immédiate de la perte des croiseurs de bataille britannique au Jutland est bien connue. Ce sont des atteintes directes aux tourelles qui mirent le feu aux gargousses en cours de chargement dans la chambre de tir, d'où il gagna celles qui se trouvaient en cours de hissage et de transbordement dans les ascenseurs, la chambre-relais, la chambre de distribution des soutes, et enfin les soutes à gargousses. L'explosion des projectiles en soutes, consécutive à l'incendie des gargousses, faisait sauter le bâtiment.

Si l'on connaît si bien ce processus, c'est que les mêmes atteintes, un an plutôt, avaient été observées sur un groupe de tourelles d'un des croiseurs de bataille allemands qui fut engagé au Dogger Bank, jusqu'à l'explosion des soutes à projectiles exclusivement. Le bâtiment put rentrer ayant perdu les deux cents hommes de l'armement de ces tourelles. La marine allemande s'empressa d'apporter au ravitaillement des tourelles, sur l'ensemble de ses croiseurs de bataille, les quelques modifications bien simples : sas pour le passage des gargousses, volets sur les ascenseurs, qui empêchaient la propagation de l'incendie de la chambre de tir aux soutes. Bien lui en prit, car les atteintes aux tourelles de ces navires furent encore plus nombreuses au Jutland, mais l'incendie et les pertes en hommes se limitèrent à la partie directement touchée, sans extension aux soutes. Les croiseurs de bataille britanniques, qui

avaient eu, si l'on ose dire, la chance de n'être pas touchés aux tourelles à la première rencontre, le furent cette fois. L'incendie parvint aux soutes, qui sautèrent en entraînant les navires dans leur destruction.

Pourquoi les atteintes de tourelles au Dogger Bank ne provoquèrent-elles pas l'explosion des projectiles, comme au Jutland? Très probablement pour des causes qui n'ont rien à voir avec la protection d'ensemble du navire : mise en œuvre plus rapide du noyage, différence d'épaisseur du corps des projectiles, de nature de leur chargement, de constitution de leurs fusées et de leurs amorçages. On se garda bien d'entrer dans ces détails, et l'on préféra conclure à une insuffisance générale de protection que rien ne justifiait.

Aujourd'hui, les mêmes coups de 280 qui expédièrent au fond, en quelques salves, des croiseurs de bataille auxquels Jellicoe reprochait de n'avoir que des plaques de 200 à 250 mm en ceintures et en tourelles, se trouvent impuissants devant un croiseur de déplacement et de blindage deux fois moindres.

L'insuffisance des calibres moyens

Si la résistance de la protection des croiseurs construits par les signataires des accords de Washington et de Londres est faite pour surprendre agréablement ceux qui doutaient de leur faculté d'encaisser, l'insuffisance de leur armement est flagrante.

Est-ce là aussi une réaction contre Fisher, pour qui le seul principe en matière d'artillerie était de mettre sur tout navire le « biggest big gun » qu'il pût porter, et qui finit sa carrière de constructeur en montant des tourelles de 450 sur des croiseurs légers de 18.000 tonnes? Toujours est-il que le calibre de 203 imposé par l'accord de Washington ne correspond nullement à ce que pourraient porter utilement des bâtiments de 10.000 tonnes.

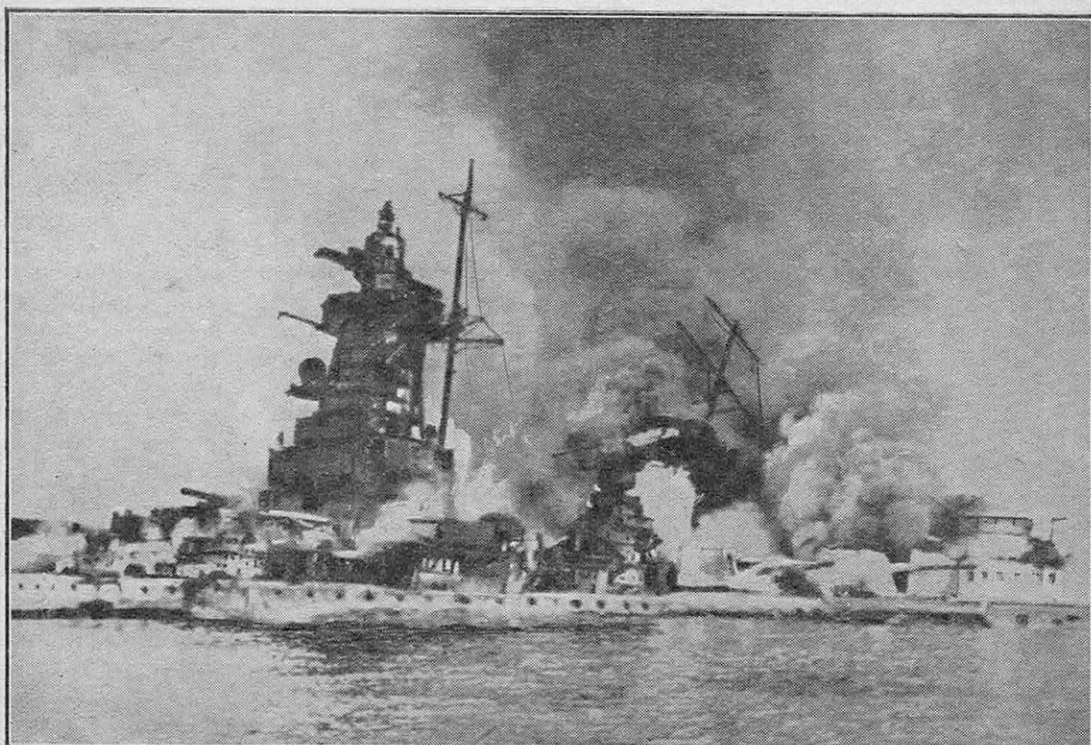
On se demande en vertu de quel principe un croiseur est tenu de ne lancer que des projectiles de 120 kg quand un cuirassé peut en lancer qui pèsent la tonne! C'est le plus certain des titres de gloire de Fisher d'avoir fait succéder, d'un coup, des croiseurs de bataille tirant des projectiles de 450 kg à des croiseurs cuirassés que certaines marines estimaient parfaitement armés avec des projectiles de 90 kg, et cela, en ajoutant 3 000 t seulement à leur déplacement. On en vit le résultat, aussi bien aux Falkland, où ils coulèrent le *Scharnhorst* et

le *Gneisenau*, qu'au Dogger Bank, où le *Blücher* subit pareil sort.

On s'est étonné de voir un navire comme l'*Admiral-Graf-Spee* porter des pièces de 280. Se rend-on bien compte que les cuirassés ont longtemps porté des pièces de 305 pour un déplacement « normal » de 8 000 t, et que le déplacement normal d'un *Admiral-Graf-Spee*, comme celui des nombreux croiseurs de 10 000 t de déplacement « standard », est d'environ 12 000 t?

portion entre leur tonnage et leur armement (1). On aura une idée exacte de la convenance du calibre et du déplacement autorisés en se rappelant que la marine allemande avait monté des pièces de 150 sur des contre-torpilleurs d'environ 1 500 t standard, dont l'un, sous le nom d'*Admiral-Sénés*, a fait une longue carrière dans la marine française.

En montant du 280 sur un navire qui n'est au fond qu'un croiseur, la marine



(38 646)

FIG. 8. — L'« ADMIRAL-GRAF-SPEE » SABORDÉ PAR SON ÉQUIPAGE, EN TRAIN DE BRULER DANS L'ESTUAIRE DU RIO DE LA PLATA AU LARGE DE MONTEVIDEO

Si l'on est contraint de porter pareil jugement sur les croiseurs issus de l'accord de Washington, que dire alors de ceux qui répondent à l'accord de Londres, où le calibre permis est réduit à 155 mm, quand le déplacement autorisé reste fixé à 10 000 t?

L'annuaire britannique, le « *Jane's Fighting Ships* » qualifiait, à leur mise en service, le programme des croiseurs *Achilles* et *Ajax* de retour « to the sanity-in cruiser design », en face des croiseurs « overgunned » issus de l'accord de Washington. L'annuaire allemand, le « *Weyers Taschenbuch der Kriegsmarine* », pourtant assez sobre dans ses commentaires, ne peut s'empêcher de marquer son étonnement devant la dispropor-

tion allemande a fait la preuve qu'elle avait enfin compris les leçons répétées que la marine britannique lui infligea au cours de la guerre de 1914-18. Car la marine allemande a été autrefois une des plus obstinées à maintenir des calibres insuffisants, et c'est une conception judicieuse de la valeur du gros calibre qui a sauvé la marine britannique des conséquences de maintes erreurs en matière d'artillerie, insuffisance de ses projectiles trop souvent limités au « common shell », insuffisance de sa conduite de tir.

Dans toutes les rencontres de 1914 et 1915 entre croiseurs légers des deux ma-

(1) « Für ihre Grösse verhältnismässig schwach bewaffnet ».

rines, les croiseurs britanniques, armés de pièces de 150, n'eurent aucune difficulté à l'emporter sur les croiseurs allemands qui portaient seulement du 105.

Aux Falkland, le triomphateur est le canon de 305 des croiseurs de bataille britanniques, auquel von Spee pouvait seulement opposer le 210 de ses croiseurs cuirassés.

Au Jutland, les croiseurs de bataille allemands, qui venaient de couler en quelques minutes les croiseurs de bataille de Beatty, durent faire demi-tour dès qu'ils commencèrent à recevoir les projectiles de 381 des cuirassés rapides de sir Evan Thomas.

Pour détruire des réseaux de fil de fer ou des fantassins dans leurs tranchées, le calibre de 155 est suffisant, et même surabondant. Presque toutes les marines sont d'accord pour reconnaître que c'est le calibre minimum qui convient pour couler un bâtiment non protégé, torpilleur ou contre-torpilleur. Contre un navire tant soit peu protégé, il faut des calibres très supérieurs. Le succès des pièces de 152 des croiseurs légers britanniques de 1914 au cours de leurs combats contre des croiseurs allemands armés de 105 tenait le plus souvent à la destruction préalable de l'artillerie, non protégée, de leur adversaire, sur lequel on venait ensuite vider ses soutes à faible distance.

La fragilité des conceptions militaires

Les guerres ne se déroulent jamais comme on l'a prévu. C'est à peu près le seul enseignement permanent des batailles terrestres, navales et aériennes.

On trouvait inutilement puissant l'armement des croiseurs réglementés à Washington : il se montre nettement insuffisant

contre un navire dont la protection n'est cependant pas très imposante. On s'accordait à déplorer l'insuffisance de protection des mêmes croiseurs : elle résiste, non seulement à leurs propres projectiles de 203 mais aux projectiles trois fois plus lourds de 280.

Les choses se sont-elles donc passées très différemment en 1914, où les seuls enseignements sérieux se rapportent au rôle du croiseur de bataille ? Ils ont brillamment réussi aux Falkland en coulant des croiseurs cuirassés : c'est qu'ils n'avaient jamais été faits pour cela, mais bien pour le travail en liaison avec les escadres. Le croiseur de bataille, c'était, pour Fisher, un croiseur assez puissant pour tenir sa place dans la ligne à côté du cuirassé. De retour à l'Amirauté fin 1914, il dut passer outre aux protestations du chef de la Home Fleet, qui se plaignait qu'on lui prenait ses navires pour les employer, en les envoyant aux Falkland, à une mission qui n'avait pas été prévue. La contre-épreuve ne pouvait manquer : dès que, rendus à la Grand Fleet, on voulut les utiliser en mission d'éclairage, pour laquelle ils avaient été faits, on en perdit une moitié, et l'autre dut se replier prudemment à l'approche des cuirassés allemands.

Heureusement, tout se termine pour le mieux. Les croiseurs légers peuvent affronter les canons de 280 sans être envoyés au fond à la première salve, les « cuirassés de poche » se coulent eux-mêmes, et la marine allemande peut mesurer aujourd'hui l'étendue de l'erreur commise en montant du 280 sur les croiseurs de bataille de 26 000 t qu'elle vient de construire, quand rien ne l'empêchait d'y monter du 450.

CAMILLE ROUGERON.

Le National Bureau of Standards des Etats-Unis a inauguré récemment un nouveau service : il s'agit de la radiodiffusion jour et nuit du « la », repère international de la hauteur des sons, correspondant à 435 périodes par seconde. Cette émission est faite par la station WWV de Beltsville (Maryland, Etats-Unis), modulée en fréquence (1) sur une fréquence porteuse de 5 000 kilocycles et avec une puissance de 1 kW. Il convient de rappeler que le *National Bureau of Standards* transmet déjà également un certain nombre d'étalons de fréquences : fréquences standard diverses pour ondes porteuses, fréquence audible standard 1 000 hertz, pulsations très précises donnant la seconde, auxquelles il faut ajouter maintenant le la_2 avec 435 hertz. La précision de cette dernière émission dépasse le dix-millionième.

(1) Voir *La Science et le Vie*, n° 270, page 475.

LE REPERAGE ACOUSTIQUE DES AVIONS

Par Jean CRÉPIEUX

Déjà, au cours de la guerre de 1914-1918, le problème se posa, et fut résolu, de repérer par le son les pièces d'artillerie, le creusement de galeries de mines, les sous-marins. Bien qu'elle ait dû être étudiée très hâtivement, la question du repérage acoustique des avions eux-mêmes reçut des solutions pratiques relativement satisfaisantes, puisque la défense antiaérienne de Paris réussit à abattre, de nuit, en 1918, 12 avions allemands. Depuis lors, l'écoute aérienne a fait l'objet d'expérimentations nombreuses, méthodiquement conduites, et il y a plusieurs années déjà que des constructeurs américains, tchécoslovaques, allemands et français sont parvenus à mettre au point et à construire en série, pour les diverses armées, des appareils atteignant une précision réellement surprenante, compte tenu des multiples difficultés à vaincre.

La localisation des sons par la « sensation de passage »

Nous avons tous la faculté, à vrai dire assez grossière, parce que peu cultivée, d'apprécier la direction d'où proviennent les sons que nous entendons. Comment opérons-nous pour cela ? Il semble que le mécanisme ne soit pas le même suivant la hauteur des sons perçus. Mais cette faculté fait intervenir la différence entre les sensations des deux oreilles, car elle disparaît, pour la plus grande part, quand l'un de ces deux organes cesse de fonctionner. Pour les sons aigus, il semble que le cerveau apprécie surtout les différences d'intensité entre les sons perçus, tandis que dans le cas des sons graves (1 000 périodes par seconde et au-dessous), il perçoit la différence de phase entre les sons reçus

par les deux oreilles, différence de phase qui correspond à l'instant très court séparant l'arrivée de la même onde sonore à l'une et l'autre oreilles. Il est d'ailleurs d'une sensibilité extraordinaire dans ce domaine, puisqu'il apprécie des différences de temps de l'ordre du 30 millionième de seconde, permettant de déterminer la direction d'origine d'un bruit avec une précision voisine de 5° (des écouteurs militaires bien entraînés parviennent à une précision de 2°5), de sorte que c'est par la différence de phase que le cerveau apprécie la direction de l'avion (fig. 1).

La majorité des bruits émis par un avion proviennent principalement de l'échappement, de l'hélice dont les pales battent l'air, des vibrations de la cellule, des sons de sillage produits par les filets d'air glissant le long de l'avion à grande vitesse. La plupart ont une

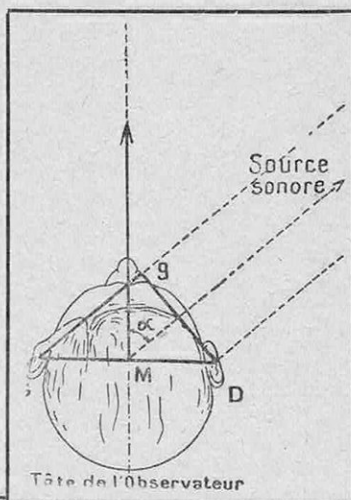


FIG. 1. — LA SENSATION DE DIFFÉRENCE DE PHASE DANS L'ÉCOUTE D'UNE SOURCE SONORE ÉLOIGNÉE

Les ondes sphériques émises par une source suffisamment éloignée peuvent être considérées comme planes lorsqu'elles parviennent à l'observateur et l'on peut admettre que les intensités de son reçues par les oreilles gauche et droite sont égales. Lorsque la source se trouve dans une direction perpendiculaire à GD, ces ondes frappent simultanément les deux oreilles; mais si elle se trouve sur le côté, à droite, par exemple, chaque onde frappe d'abord l'oreille D et ne parvient à l'oreille G qu'après avoir parcouru le chemin gG. L'intervalle de phase entre les sons perçus simultanément par les deux oreilles est fonction de l'angle qui représente l'obliquité de la source par rapport au plan vertical médian de la tête de l'observateur.

fréquence inférieure à 500 périodes/s.

Cette sensibilité est développée par l'habitude et, pour cette raison, elle est maximum dans les directions où nous avons coutume d'en faire usage, c'est-à-dire dans un plan perpendiculaire à l'axe de la tête et passant par les deux oreilles. Il n'est, pour s'en convaincre, que d'essayer, étant debout, de repérer un avion volant haut : la recherche est souvent laborieuse. Si l'on s'étend ensuite sur le sol, dans une direction de préférence parallèle à la route de l'avion, la recherche de la direction de la source sonore retrouve toute sa précision.

Si on écoute une source voisine du plan de symétrie de la tête, le passage de la source d'un côté à l'autre de ce plan est très nettement perçu ; c'est ce qu'on appelle la sensation de passage. Le plus rudimentaire des appareils utilisant la sensation de

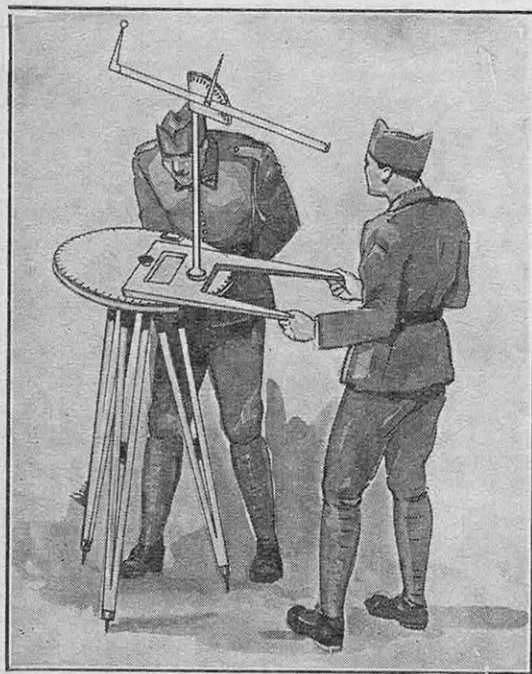


FIG. 2. — PLANCHETTE D'ÉCOUTE DU BRUIT D'UN AVION A L'OREILLE NUE

Une table circulaire portant sur son pourtour des graduations est disposée horizontalement sur un pied télescopique. Posée sur elle, une planchette munie de deux brancards peut pivoter autour de l'axe de la table. Sa position est repérée par un index se déplaçant devant la graduation circulaire fixe. Une tige verticale, solidaire de la planchette, soutient une alidade mobile autour d'un axe horizontal et portant un index se déplaçant devant une graduation fixe. L'écouteur se place entre les brancards et il oriente planchette et alidade dans le sens de l'avion entendu. Un servant lit devant les index azimut et site.

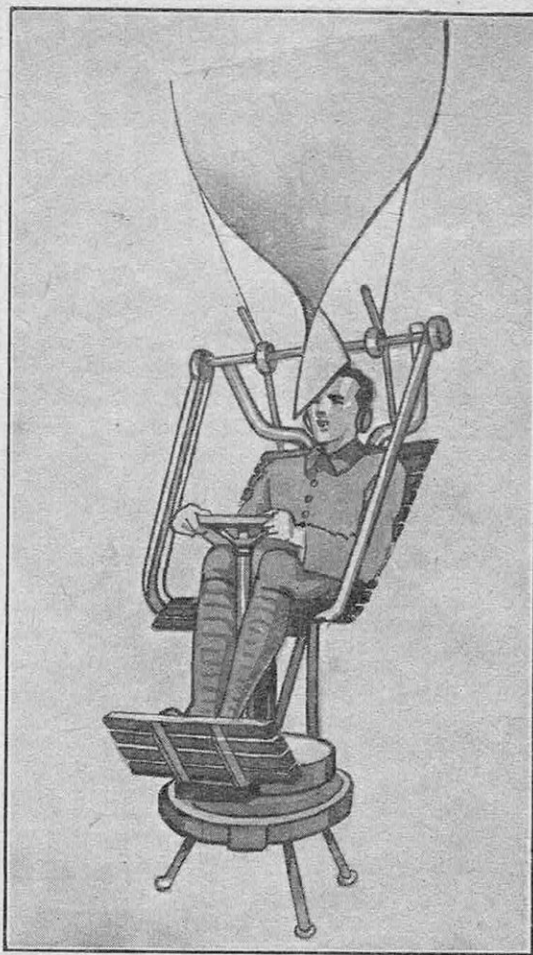


FIG. 3. — REPÉRAGE PAR ÉCRAN HÉLICOÏDAL

Pour éviter la fatigue nuisible à la précision de l'écoute, l'observateur est confortablement installé dans un fauteuil incliné à 45° dont il obtient la rotation à l'aide d'un volant de manœuvre et d'un système d'engrenages. Devant lui est disposé un écran Baillaud constitué par une surface hélicoïdale limitée par deux génératrices rectangulaires dont l'une est dans le plan vertical bissecteur de la tête de l'écouteur. L'axe de l'hélicoïde passe par le milieu de la ligne des oreilles et lui est perpendiculaire. Une onde sonore qui frappe l'écran est ainsi partagée en deux parties qui se propagent chacune d'un côté de la surface hélicoïdale et parviennent aux deux oreilles après avoir suivi des trajets égaux. En faisant osciller l'écran de haut en bas et de gauche à droite de part et d'autre de la direction de l'avion, l'écouteur éprouve la sensation de passage et peut aisément suivre la marche de l'avion. Des index se déplaçant devant une graduation font connaître à tout instant l'azimut et le site. (L'hélicoïde Baillaud utilisait fort judicieusement la remarquable propriété que présentent les écrans, d'affaiblir le son reçu par l'oreille qui se trouve du côté opposé à la source et plus encore d'accroître la différence de phase entre les deux oreilles, donc la précision du pointé.)

passage pour localiser un avion est la planchette d'écoute (fig. 2) qui peut atteindre dans l'évaluation de la direction du plan vertical de « visée » de cette source, une précision de 2°5 avec un observateur bien entraîné. Pour augmenter cette précision, on a pensé à accroître, pour un même angle d'écart de la source sonore avec le plan de symétrie de la tête de l'écouteur, la différence de phase entre les deux ondes, ce qui rend plus nette la sensation de passage.

Ce résultat peut être atteint en prolongeant la tête dans son plan de symétrie par un écran qui allonge le trajet que doit faire l'onde sonore ayant atteint une oreille, et qui se diffracte au contact de la tête et contourne celle-ci avant d'atteindre l'autre

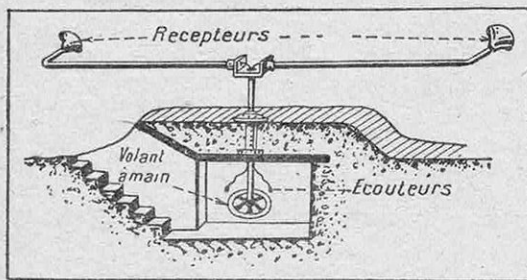


FIG. 4. — L'« ORTHOPHONE » DE CLAUDE
La base d'écoute des oreilles et par conséquent le déphasage des sons parvenant aux oreilles se trouvent augmentés par l'écartement des pavillons, ce qui améliore la précision du relevement.

oreille. Cet allongement du trajet a, en outre, le résultat avantageux de diminuer l'intensité du son diffracté qui parvient de l'autre côté. Ces écrans ont été plus ou moins perfectionnés ; on en a construit de forme hélicoïdale (fig. 3), qui suivaient l'avion non seulement dans son plan vertical d'écoute, mais donnaient aussi sa hauteur sur l'horizon.

On peut aussi, par un procédé qui n'est pas sans analogie avec celui employé en télémétrie optique, augmenter la base d'écoute des oreilles en allant prélever le son à une certaine distance de chaque côté de la tête à l'aide de pavillons reliés à l'oreille par des conduits auditifs.

On se rend compte que ce procédé augmente le déphasage et la précision sera d'autant plus grande que le son sera prélevé plus loin.

La première réalisation de ce genre d'instrument d'écoute a été faite pendant la guerre 1914-18 : c'est l'orthophone de Claude (fig. 4). Mais cet orthophone ne donne que la direction du plan vertical de visée passant

par l'avion (azimut).

Si on lui adjoint un second appareil identique, mais dont la base, au lieu de se mouvoir horizontalement autour d'un axe vertical, peut se déplacer dans un plan vertical orthogonal à la base du précédent en pivotant autour de cette dernière, on obtient alors l'angle de site de l'avion. Les deux éléments azimut et site, définissant la direction de l'écoute, sont ainsi connus simultanément.

Le principe de l'orthophone est appliqué dans tous les appareils, même les plus modernes, de détection acoustique dont la forme générale reste celle du télésitèmetre Perrin en service à la fin de la guerre : deux couples de récepteurs jumeaux sont montés sur un bâti rigide pouvant pivoter autour de deux axes, soit à la manière d'un théodolite, soit à la façon d'un équatorial. Les coordonnées angulaires donnant la direction de l'avion sont tantôt l'azimut et le site (fig. 5), tantôt l'angle de « toit » et l'angle de « balayage » (fig. 6).

Le premier montage a l'avantage de demander aux observateurs des mouvements plus naturels que le deuxième ; il a, par contre, l'inconvénient de présenter un minimum de précision au voisinage du zénith en ce qui concerne l'évaluation de l'angle d'azimut. Les coordonnées angulaires en question sont d'ailleurs in-

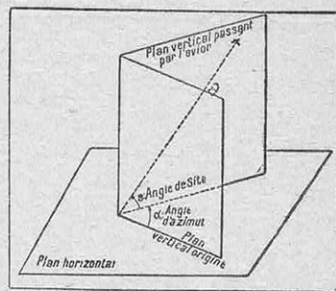


FIG. 5. — REPÉRAGE DE LA DIRECTION D'ÉCOUTE D'UN AVION PAR LES ANGLES D'AZIMUT ET DE SITE

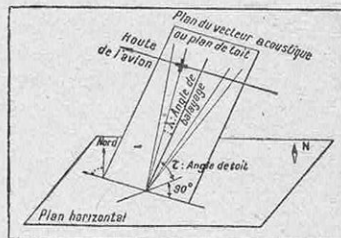


FIG. 6. — REPÉRAGE DE LA DIRECTION D'ÉCOUTE D'UN AVION PAR LES ANGLES DE « TOIT » ET DE « BALAYAGE »

Le plan de « toit » contient la route de l'avion. Il est défini par l'orientation de sa trace sur le plan horizontal par rapport à la direction du nord et par son inclinaison sur le plan horizontal (angle de « toit »). La direction de l'avion dans ce plan est définie par l'angle de « balayage » que fait la direction où il est entendu avec la ligne de plus grande pente du plan.

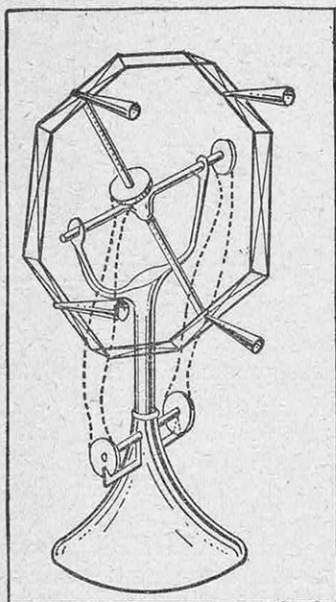


FIG. 7. —
SCHÉMA DU
TÉLÉSITEMÈ-
TRE PERRIN

Cet appareil permet de déterminer la direction d'une source sonore par ses angles de « toit » et de « balayage » (voir fig. 6). Il se compose essentiellement de quatre pavillons dont les axes demeurent constamment parallèles : deux sont reliés aux oreilles d'un écouteur en « toit », deux

à celles d'un écouteur en balayage. La « barre de toit » reliant les pavillons de « toit », solidaire d'un cadre octogonal, peut recevoir à la fois un mouvement de « toit » autour d'un axe horizontal qui lui est perpendiculaire, et un mouvement de « balayage » autour de son axe propre.

diquées à tout instant sur les appareils par un dispositif d'enregistrement approprié. Chacun des couples de récepteurs est relié aux oreilles d'un servant par des conduits acoustiques d'égale longueur ; chaque servant maintient l'avion dans le plan de symétrie des deux écouteurs.

Les principaux perfectionnements apportés à ces appareils depuis la guerre de 1914-18 ont eu pour but d'en augmenter la portée et la précision : pour la lutte contre les avions de bombardement gros porteurs volant à haute altitude, on emploie, en effet, aujourd'hui des pièces de gros calibre et à grande portée. Il faut donc des appareils de repérage à zone d'action étendue, c'est-à-dire aussi puissants que possible et d'une grande précision, ce qui oblige, comme nous le verrons, à corriger avec beaucoup de soin les perturbations que subissent les ondes sonores provenant de l'avion. Ces perfectionnements ont été notamment obtenus en améliorant les formes et les matériaux

de construction des pavillons d'écouteurs ainsi que les dispositifs mécaniques de commande des divers mouvements. Mais, avant de passer au problème de la portée, notre exposé des principes serait incomplet si nous ne mentionnions les appareils dont le principe est, non plus d'augmenter la différence de phase entre les deux ondes perçues simultanément, mais de former de la source sonore de véritables « images » acoustiques (ou des taches sonores par réflexion, analogues aux surfaces caustiques qu'on rencontre en optique géométrique).

Le problème de la portée des appareils d'écoute

En atmosphère idéalement calme et transparente, l'intensité du son qui parviendrait au poste d'écoute serait inversement proportionnelle à la distance de l'avion à ce poste. Si l'on écoute un avion qui s'éloigne, on constate que l'intensité du son reçu décroît beaucoup plus rapidement que ne l'indique la loi théorique et que cette décrois-

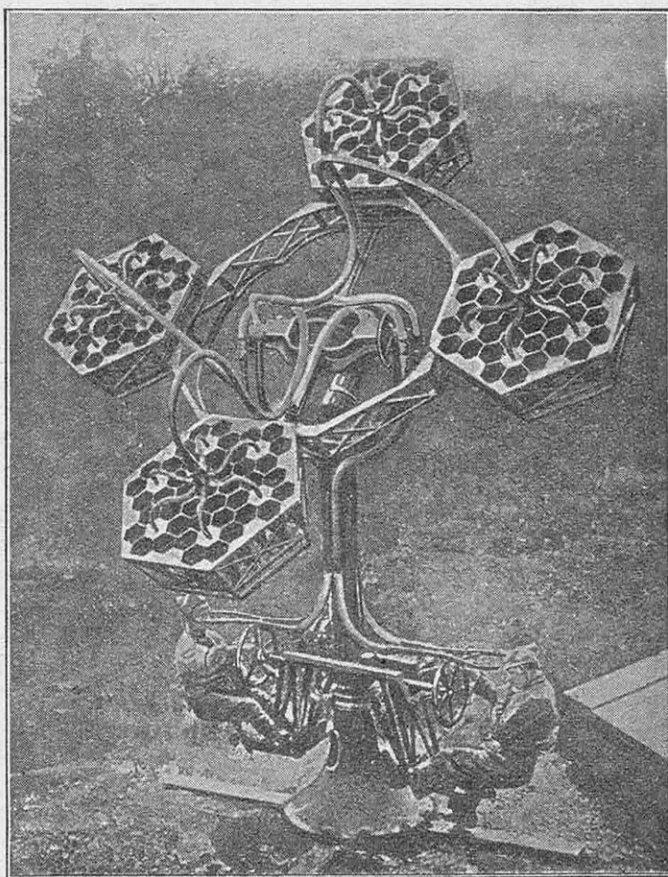


FIG. 8. - RÉALISATION PRATIQUE DU TÉLÉSITEMÈTRE PERRIN
Chacune des « oreilles » géantes comporte 42 alvéoles. Elles sont reliées par des tuyaux sonores aux oreilles des écouteurs.

sance s'accroît encore lorsque l'avion se rapproche de l'horizon.

En raison de l'action des nombreux bruits parasites d'origine terrestre qui sont amplifiés par l'appareil de repérage lorsque celui-ci opère sous un faible site, la portée d'écoute est beaucoup plus grande si l'avion vole haut que s'il évolue à faible altitude. La portée est généralement plus grande de nuit que de jour. S'il y a du vent, les ondes sonores subissent en outre au passage des diverses couches animées de vitesses différentes, de véritables réfractions qui peuvent entraîner leur extinction complète.

Mais ce n'est pas encore tout. En quelque point qu'on se trouve placé, le silence n'est jamais parfait; les bruits de la terre, roulements de véhicules, bruissements des feuilles seront entendus en même temps que le bruit de l'avion. Or, ce sont les sons correspondant aux plus basses fréquences qui portent le plus loin. Il en résulte que les bruits parasites qui parviennent à l'écouteur, et par conséquent par la distance, seront des sons graves de

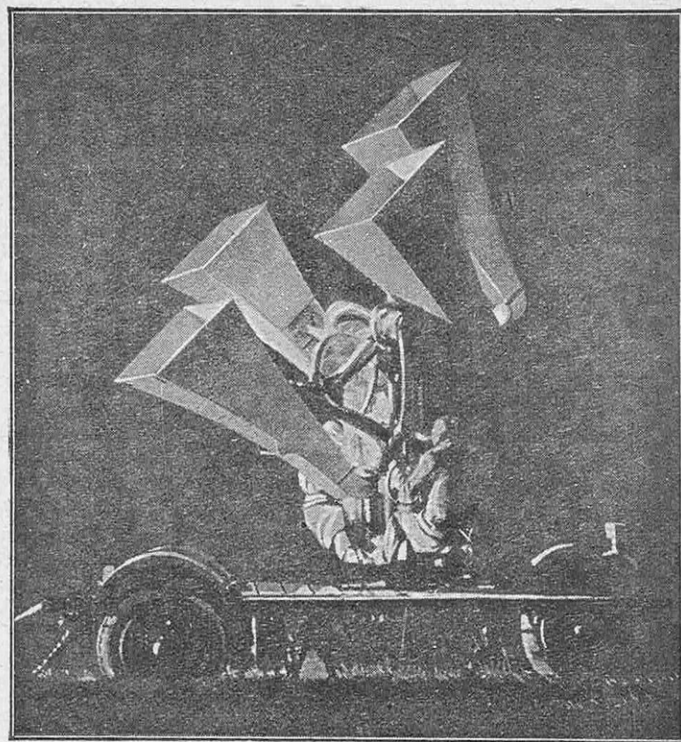


FIG. 10. — POSTE D'ÉCOUTE SPERRY A QUATRE PAVILLONS EXPONENTIELS

« filtrés » même période que ceux émis par l'avion. Certains même pourront avoir la fréquence

qui est capable d'exciter la résonance de ces grands volumes creux qui constituent les pavillons, et il se produira dans ceux-ci le même phénomène que dans certains coquillages où les enfants s'amuse à écouter le « bruit de la mer ». Ce bruit de fond peut atteindre des intensités telles que toute la précision de la méthode disparaît.

Il n'y a évidemment pas d'autre moyen d'éviter le bruit produit par le frissonnement des feuilles que de s'écarter des arbres, tout comme, de manière générale, il faut placer un appareil d'écoute suffisamment loin de toute voie ferrée ou de toute route fréquentée par des véhicules automobiles.

En contre-partie de ce bruit de fond, du moins pourrait-on croire que les grands pavillons récepteurs procurent une grande amplification permettant malgré tout d'entendre un avion très

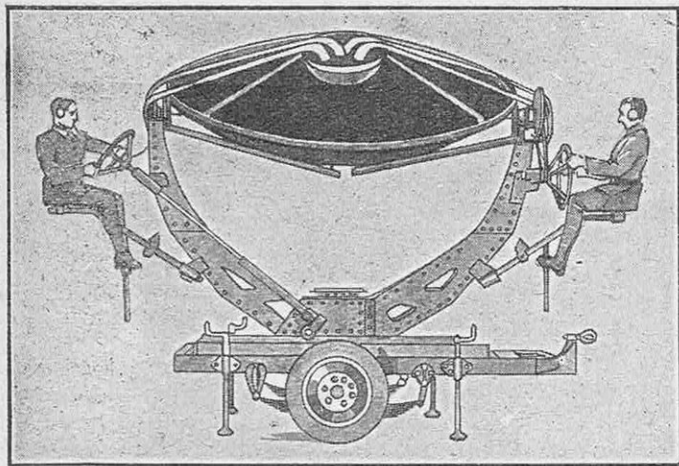


FIG. 9. — REPÉRAGE PAR LE PARABOLOÏDE BAILLAUD

Constitué essentiellement par un miroir parabolique en staff cet appareil permet de déterminer la direction d'une source sonore par son azimut et par son site. Le miroir concentre les rayons sonores au voisinage de son foyer suivant une tache comparable à la surface caustique engendrée par les rayons lumineux qui se réfléchiraient sur un même miroir optique. Un jeu de cornets acoustiques, combinés avec un écran, permettent à deux servants de repérer en site et azimut la direction d'un avion suivant le procédé d'écoute binauriculaire.

éloigné. Effectivement, l'amplification d'un appareil est, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus grande que ses dimensions sont plus importantes; cependant l'expérience a montré que la portée croissait bien moins vite que l'amplification et que, pour l'augmenter dans une forte mesure, par des moyens purement acoustiques, il fallait construire des appareils d'un encombrement et d'un poids inacceptables. D'autre part, au delà d'une certaine valeur, assez faible à vrai dire, il n'y a pas intérêt à amplifier davantage,

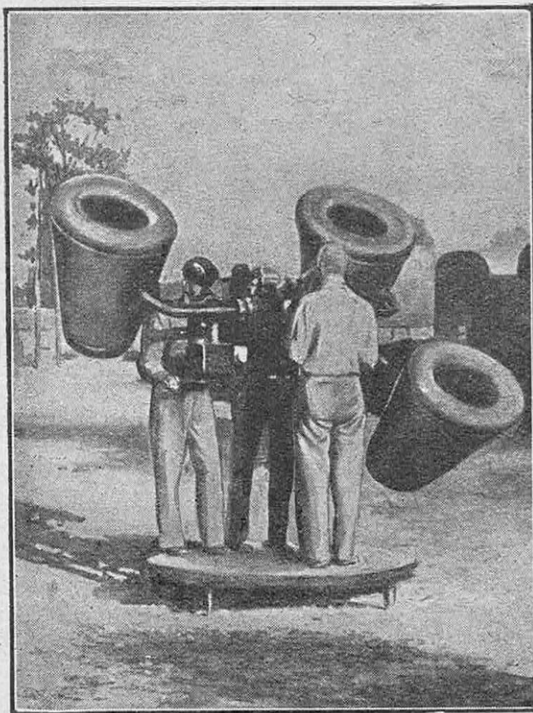


FIG. 11. — DÉTECTEUR SONORE D'UN MODÈLE NOUVEAU EN SERVICE DANS LA D. C. A. DE L'ARMÉE AMÉRICAINE

Ce détecteur comporte seulement trois récepteurs, le récepteur central étant commun aux deux systèmes de repérage, en site et en direction. Chaque récepteur est en bois de teck recouvert d'acétate de cellulose.

car ce qui permet de suivre un avion à l'ouïe, c'est le contraste existant entre le bruit propre de cet avion et le bruit ambiant. Or, l'amplification accroît indifféremment l'un et l'autre, mais n'accroît nullement le contraste. (De même, lorsque l'on veut recevoir par T. S. F. le concert transmis par une station de radiodiffusion éloignée dont l'émission est noyée dans un ensemble de parasites de niveau élevé, rien ne sert de tourner le bouton de réglage de la puissance.)

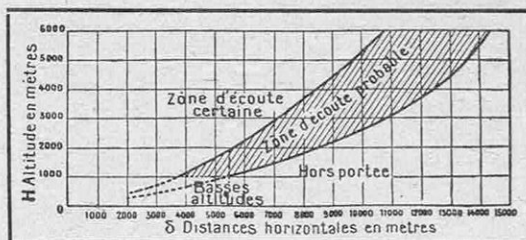


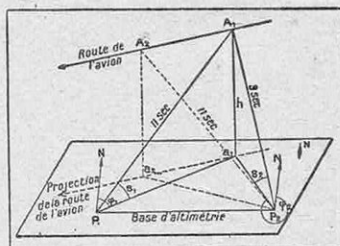
FIG. 12. — GRAPHIQUE INDIQUANT LES LIMITES GÉNÉRALES DU REPÉRAGE ACOUSTIQUE. Les courbes ci-dessus, empruntées à la thèse de M. A. Rey et relatives à un plan vertical contenant l'avion et l'appareil d'écoute, indiquent qu'il existe pour chaque altitude une portée maximum et une portée minimum, en d'autres termes qu'il faut distinguer une zone d'écoute certaine, une zone d'écoute probable et une zone hors portée. La portée maximum qui, pour les altitudes inférieures à 1 600 m, ne dépasse pas 6 km, croît très vite avec l'altitude; cependant, au-dessus de 5 000 m, elle cesse d'augmenter aussi rapidement et elle semble même tendre vers une valeur limite.

On vérifie très facilement, avec deux appareils de détection acoustique d'amplifications très différentes, mais dont le plus puissant présente seul un notable bruit de fond, que les portées pratiques sont de même ordre dès qu'il y a un peu de vent.

L'influence du vent et de la température

Avant de passer aux méthodes d'utilisation de ces appareils, il convient de noter que le vent introduit dans la propagation

FIG. 13. — DÉTERMINATION DE L'ALTITUDE D'UN AVION PAR LA MÉTHODE BISTATIQUÉ



En altimétrie optique bistatique, des visées simultanées de l'avion A, à partir de P_1 et P_2 correspondent, en raison de la propagation quasi instantanée de la lumière, à la même position de l'avion dans l'espace. En altimétrie acoustique, à moins que l'avion ne se déplace constamment sur une route équidistante de P_1 et P_2 , ce qui ne se réalise évidemment pas en pratique — les durées de trajet du son de A_1 à P_1 et P_2 sont inégales et les ondes qui viendront frapper P_1 et P_2 à un même moment auront été émises à des instants différents. Si, par exemple, A_1 est à 11 s de P_1 et à 9 s de P_2 , au moment où P_1 recevra une onde émise en A_1 , P_2 recevra une onde émise en A_2 lorsque l'avion aura déjà parcouru tout le chemin $A_1 A_2$.

de l'onde émise par l'avion des perturbations dont il y a lieu de tenir compte. La vitesse apparente du son augmente ou diminue suivant que le vent souffle en venant de l'avion vers l'appareil d'écoute ou en sens opposé. En première approximation, on peut, supposant l'atmosphère constituée de couches successives, admettre que la trajectoire des ondes sonores subit une translation et une série de réfractions.

D'autre part, la température de l'atmosphère varie avec l'altitude. De jour, elle diminue au fur et à mesure que l'on s'élève et il n'est pas rare de noter des écarts de 50° C entre le niveau du sol et une altitude de 9 000 m. De nuit, l'écart est un peu moins sensible, le sol se refroidissant rapidement par radiation. Finalement, la trajectoire des ondes sonores émises par un avion n'est nullement rectiligne. C'est une courbe à concavité assez accentuée et tournée vers le haut.

La correction d'aberration acoustique

La vitesse des avions est loin d'être négligeable, puisque, pour les types les plus modernes, elle atteint déjà la moitié de la vitesse du son. La direction fournie par l'appareil d'écoute n'est donc pas celle de l'avion actuel, mais celle de l'avion au moment où il émettait le son qui est parvenu,

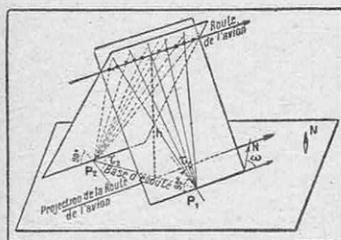


FIG. 14. — DÉTERMINATION DE LA ROUTE ET DE L'ALTITUDE DE L'AVION PAR LA MÉTHODE GOERZ

Un « toit » indéformable est constitué par les deux plans passant par la route de l'avion rectiligne et d'altitude constante par hypothèse et chacune des deux stations d'écoute P_1 et P_2 . La connaissance des angles permet de déterminer la route et l'altitude de l'avion.

quelques secondes plus tard, aux oreilles des écouteurs; c'est celle d'un avion passé qui peut être fort éloigné de l'avion actuel. Or, seules les coordonnées de ce dernier sont intéressantes à connaître. C'est assez dire qu'une correction très importante, appelée cor-

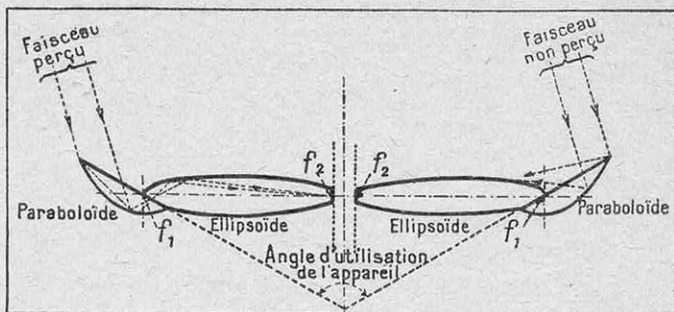


FIG. 15. — SCHÉMA ACOUSTIQUE DU POSTE GOERZ

Le son est transmis aux oreilles des servants par des tubes en forme d'ellipsoïdes de révolution dont un foyer coïncide avec le foyer du récepteur parabololoïde correspondant. Ces ellipsoïdes sont coupés à leur autre foyer f_2 par des plans normaux à leur axe de révolution et distants de l'écartement normal des oreilles d'un écouteur. L'exactitude du repérage est due au fait qu'un son venant de gauche n'est reçu qu'avec l'oreille gauche et un son venant de droite qu'avec l'oreille droite, tandis qu'un son arrivant de face est perçu par les deux oreilles. L'angle dans lequel on entend avec les deux oreilles étant réellement très petit, un repérage très précis est possible.

rection d'aberration acoustique, devra être apportée aux premières indications de l'écoute.

Ainsi, pour obtenir la direction dans laquelle se trouve l'avion au moment de l'écoute, c'est-à-dire l'avion actuel, il faut appliquer aux indications des appareils de repérage trois corrections essentielles : d'aberration acoustique, de vent et de température.

L'avion futur

La position actuelle de l'avion naviguant de nuit étant supposée connue, le problème du tir antiaérien n'est assurément pas encore résolu, mais il est ramené au problème classique du tir de jour sur avion vu (1). C'est sur un avion futur, on le sait, que, compte tenu du temps nécessaire à la détermination de la route, à la transmission des ordres, à la durée du trajet des projectiles, etc., devront être dirigés projecteurs, mitrailleuses ou canons.

C'est ici qu'intervient nécessairement une hypothèse simplificatrice qui se retrouve à la base de tous les calculs nécessités par les problèmes que pose la défense antiaérienne et à laquelle on a déjà eu recours pour le calcul de l'aberration acoustique : celle de la marche horizontale, rectiligne et uniforme de l'avion recherché.

Une telle marche est, en effet, normale, principalement pour un avion bombardier qui doit veiller à la cohésion du groupe auquel il appartient généralement, qui cherche évidemment à atteindre le plus rapidement possible l'objectif qui lui a été

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 233, page 392.

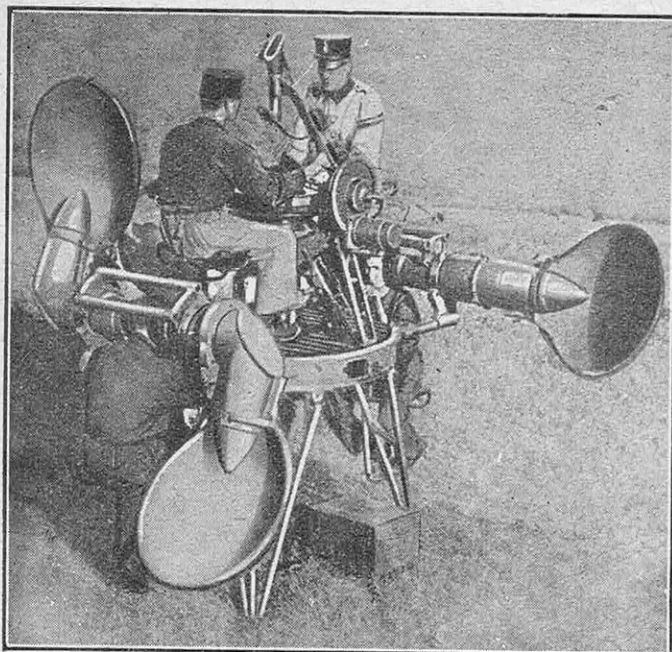


FIG. 16. — POSTE D'ÉCOUTE LÉGER GOERZ EN FONCTIONNEMENT DANS L'ARMÉE SUÉDOISE

Les pavillons récepteurs sont constitués par des réflecteurs paraboliques ayant la forme d'oreilles de chauve-souris, par exemple, ces vertébrés qui volent la nuit, avec une étonnante sûreté. On distingue sur la photographie les écouteurs en site et en azimut — ce dernier ayant les mains sur le volant de direction dont la manœuvre entraîne la rotation de tout l'appareil, y compris les sièges, sur son support annulaire — le traceur de route et le chef de pièce.

assigné ou s'en revient à sa base de départ, sans perte de temps, sa mission présumée accomplie.

Un vol rectiligne et régulier lui est encore imposé au moment même de l'approche de l'objectif pour l'exécution d'un bombardement quelque peu efficace. Et, plus que tous les autres, bien entendu, les avions volant de jour au-dessus des nuages pour se dissimuler à la vue d'observateurs terrestres ou par nuit brumeuse et recourant au P. S. V. (pilotage sans visibilité extérieure) sont tenus de suivre une route rectiligne.

Comment mesurer l'altitude de l'avion : la méthode bistatique

Les appareils d'écoute ne font immédiatement connaître que la direction apparente dans laquelle

l'avion est entendu et, après corrections, la direction réelle de l'avion (définie, par exemple, par son site et son azimut). Un troisième élément manque donc pour fixer, dans l'espace, la position de l'avion poursuivi : sa distance ou son altitude. C'est l'altitude, constante par hypothèse, qui sera recherchée, soit par la méthode bistatique, soit par la méthode monostatique, cette dernière, beaucoup moins précise, nécessitant une évaluation réaliste de la vitesse.

La figure 13 schématise un principe identique à celui de la triangulation optique. Il convient cependant de remarquer que si la différence des trajets lumineux entre l'avion et les deux postes P_1 et P_2 est négligeable, la correction d'aberration est loin d'être identique pour les deux chemins acoustiques. En d'autres termes, si les lunettes pointées sur l'avion en déterminent les sites et les azimuts exacts, chacun des deux appareils d'écoute est dirigé, au même instant, vers un avion

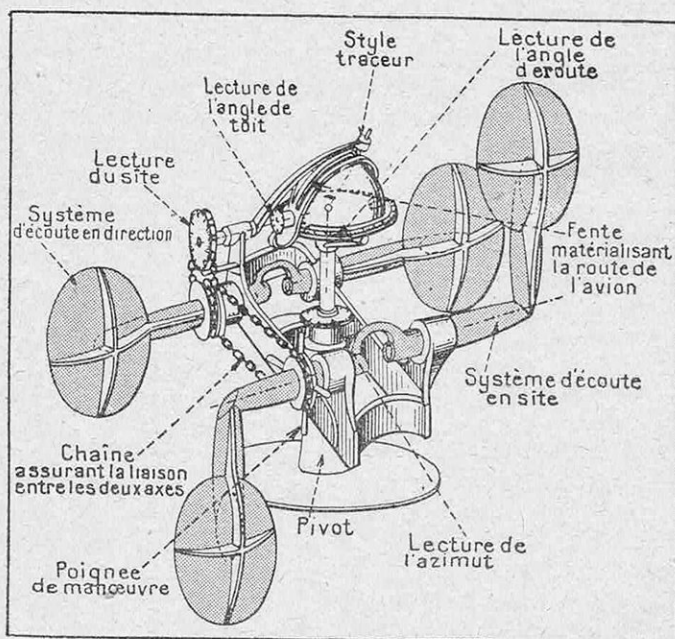


FIG. 17. — SCHÉMA D'UN APPAREIL D'ÉCOUTE GOERZ
L'ensemble de l'appareil est monté sur un châssis mobile autour d'un axe vertical. Les axes des deux systèmes d'écoute, en site et en direction, sont maintenus automatiquement parallèles grâce à une chaîne. Ils sont ainsi orientés simultanément. La route de l'avion est tracée par le style sur la sphère centrale.

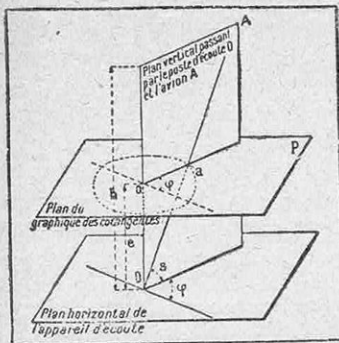


FIG. 18. — SCHEMA DE PRINCIPE DE LA METHODE DITES « COTANGENTES »
On effectue une perspective conique, à partir de O (appareil d'écoute), sur un plan de référence p de la

route de l'avion A. Sur le graphique p tous les points a figuratifs des positions A de même azimut se trouvent sur une droite Oa faisant l'angle avec la droite origine des azimuts sur le graphique des cotangentes ; tous les points a figuratifs de positions A de même site sont situés sur un cercle dont le rayon est égal au produit de la distance e et de la « cotangente » de l'angle de site s (d'où le nom de graphique des cotangentes). La mesure de la vitesse de déplacement de a et une estimation de la vitesse vraie de l'avion permettent de calculer l'altitude h et d'en déduire les corrections à apporter aux lectures.

« passé » différent et la résolution des triangles de la figure 13 n'aurait plus en acoustique aucune signification.

Cette difficulté peut cependant être tournée.

Puisque l'on admet l'hypothèse fondamentale de la D. C. A., toutes les visées faites d'un poste d'écoute sont dans un

même plan qui est incliné sur l'horizon d'un angle constant, l'« angle de toit » de l'avion, et ici on aperçoit quel avantage il peut y avoir à définir la direction d'un avion par ses angles de toit et de balayage. La trajectoire supposée rectiligne est donc définie par l'intersection des deux plans de visée issus des postes d'écoute et, par

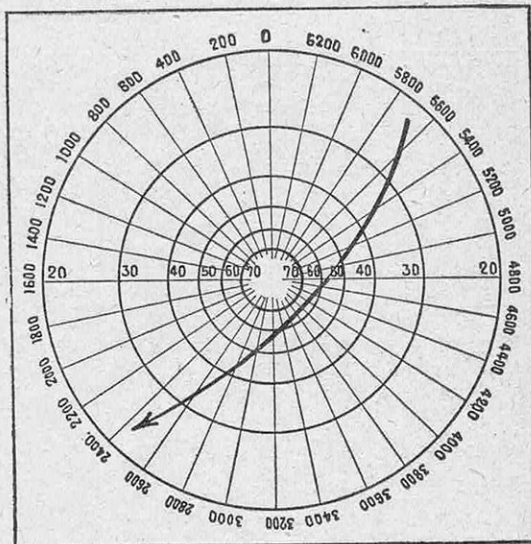


FIG. 19. — RÉDUCTION D'UN GRAPHIQUE DES COTANGENTES SUR LEQUEL A ÉTÉ TRACÉE, D'APRÈS LES DONNÉES DE L'ÉCOUTE, UNE ROUTE D'AVION

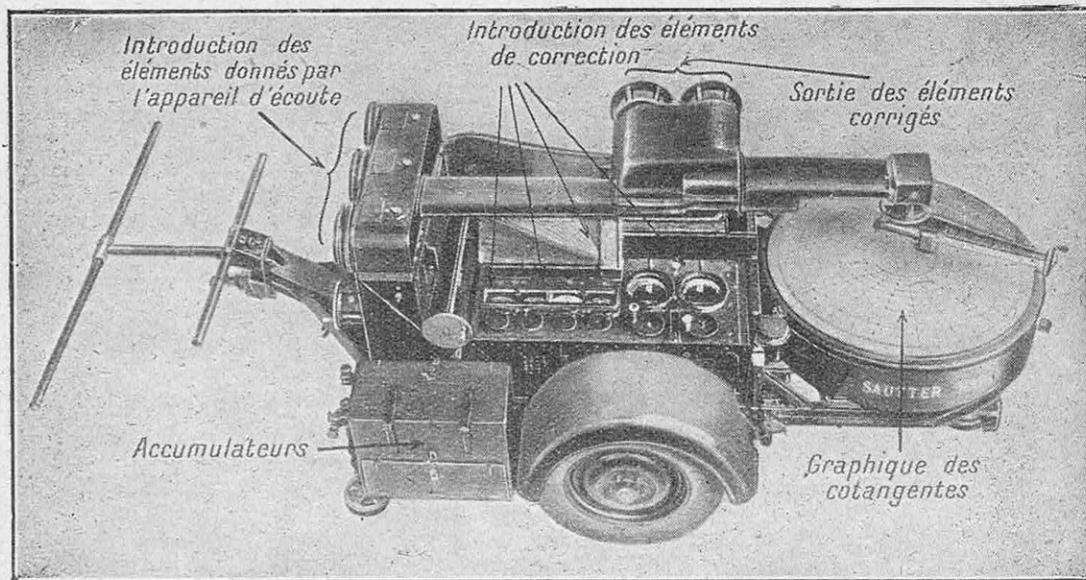


FIG. 20. — CORRECTEUR D'ÉCOUTE SAUTTER-HARLÉ SUR REMORQUE

Cet appareil permet de corriger automatiquement les coordonnées fournies par l'écoute en tenant compte des éléments suivants : aberration acoustique, vitesse et direction du vent, variation de température en altitude, état hygrométrique, parallaxe géométrique, etc. Il fournit ainsi avec précision l'altitude et la position « actuelle » de l'avion. On trouvera dans le texte l'explication de ces différents termes.

conséquent, son altitude est connue.

Dès lors, il suffit de suivre pendant quelques secondes (de l'ordre de huit) l'avion sur sa route pour pouvoir d'un seul poste mesurer et calculer sa vitesse, sa distance et sa position vraie.

La méthode se trouve toutefois en défaut si la route de l'avion est parallèle à la base d'altimétrie. Et, pour éviter ce cas d'indé-

Le poste d'écoute qui suit ce dernier donne, à chaque instant, la direction de ses positions successives et le temps qui a été mis pour passer de l'une à l'autre. D'après notre hypothèse fondamentale, toutes ces directions successives sont dans un même plan, de sorte que si nous coupons celui-ci par un plan horizontal, nous obtenons une droite sur laquelle les segments parcourus sont propor-

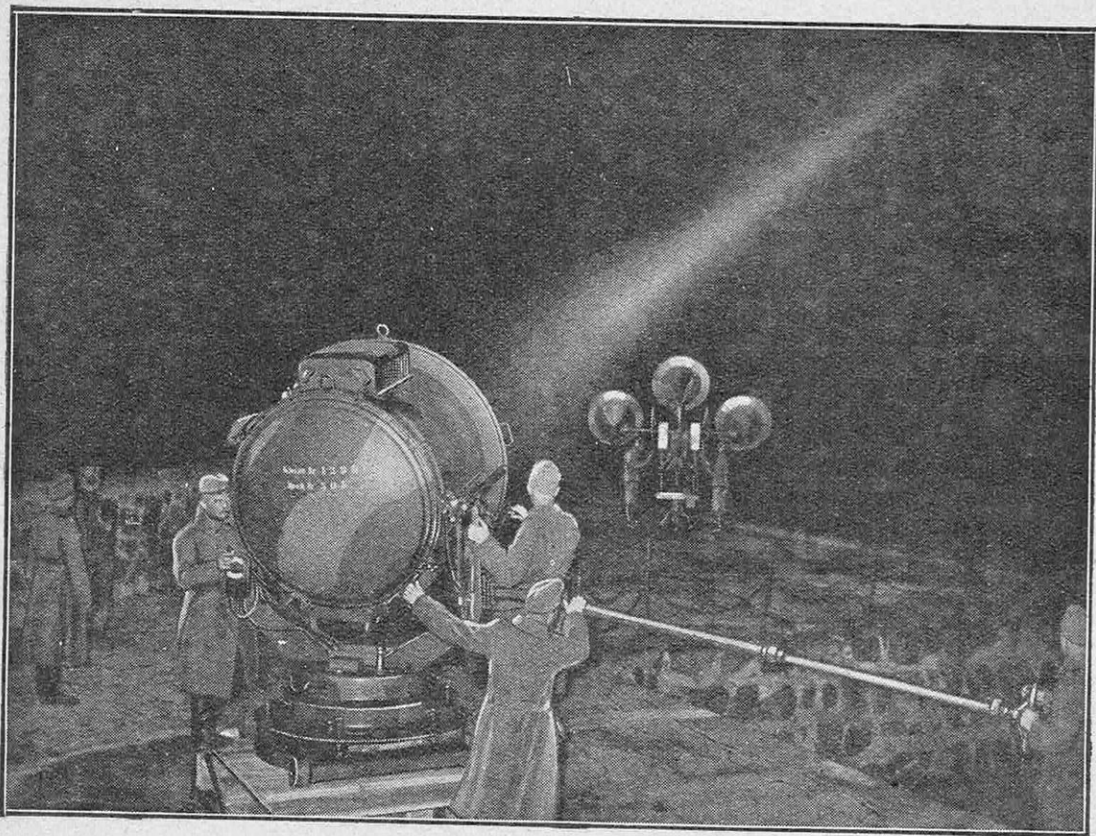


FIG. 21. — LE FAISCEAU DU PROJECTEUR DE D. C. A. EST ORIENTÉ VERS L'AVION ENNEMI D'APRÈS LES INDICATIONS TRANSMISES PAR L'APPAREIL DE REPÉRAGE PAR LE SON, LORS DES DERNIÈRES MANŒUVRES DE LA WEHRMACHT ALLEMANDE

termination, les appareils d'écoute doivent être utilisés non pas par paire, mais par groupes de trois répartis sur le terrain aux sommets d'un triangle quelconque. Tel est en particulier le schéma du procédé utilisé par le constructeur Gœrz dans le poste d'écoute qu'il a créé il y a une dizaine d'années et qui est en service dans plusieurs armées étrangères.

La méthode des cotangentes

Comme nous l'avons dit plus haut, lorsqu'on ne dispose que d'un seul poste d'écoute, il est nécessaire de faire une hypothèse supplémentaire sur la vitesse de l'avion.

tionnels à ceux que parcourt l'avion sur sa trajectoire. Le rapport de proportionnalité est le même que celui des distances du centre d'écoute au plan horizontal de projection et au plan horizontal de l'avion. Ce rapport nous est inconnu puisque nous ne connaissons pas l'altitude et nous ne pouvons le calculer qu'en supposant connue la vitesse de l'avion. Mais comme l'ennemi n'a qu'un nombre limité de types d'avions dont les vitesses de croisière sont connues et que des écouteurs exercés parviennent, avec une sûreté étonnante, à identifier au seul ronronnement des moteurs, nous admettrons que la vitesse de l'avion entendu est la

même que pour tous les avions du même type : telle qu'elle est indiquée par les services de renseignements.

Pratiquement, on utilise pour les tracés de route des canevas appelés « graphiques » de cotangentes (1) dont la figure 19 représente la réduction d'un spécimen et constitués essentiellement par des cercles concentriques correspondant à des sites variant de 10 en 10 degrés et une série de rayons correspondant à des azimuts variant entre 0 et 6 400 millièmes de 200 en 200 millièmes par exemple. Dès lors, il est extrêmement simple, si l'appareil d'écoute, préalablement orienté, est muni d'un dispositif donnant par simple lecture l'azimut et le site sous lesquels il suit un avion, de reporter presque instantanément ces données sur le graphique. A chaque groupe de mesures lues, par exemple 63°, 4 300 millièmes, correspond sur le graphique un *pointé* aussitôt effectué grâce aux nombreuses mailles du canevas qui permettent, avec un minimum d'entraînement, de situer avec facilité et précision le point figuratif. Ainsi, à une route suivie par un avion et repérée par les lectures de site et d'azimut, correspond, sur le graphique des cotangentes, une route obtenue en reliant les pointés successifs.

Si l'on se contente d'une évaluation approchée, on détermine simplement l'altitude, à partir de ce graphique, après estimation de la vitesse de l'avion entendu : des abaques et des réglottes donnent immédiatement, par simple lecture, le résultat cherché.

Avec deux stations d'écoute, distantes, par exemple, de 3 km et reliées par téléphone, l'altitude s'obtient non plus de manière approchée mais avec précision de la manière la plus simple. En reportant sur un même graphique les pointés des deux postes d'écoute, on obtient, en effet, deux routes parallèles, puisque parallèles l'une et l'autre à la route réellement suivie par l'avion dans l'espace. La détermination de l'altitude se réduit alors à la mesure, effectuée paral-

(1) Parce que le rayon de chaque cercle est proportionnel à la « cotangente » de l'angle de site

lèlement à la direction de la base d'écoute, de la distance des deux routes sur le graphique préalablement orienté. Ce procédé, qui n'a fait intervenir aucune hypothèse sur la vitesse de l'avion, présente l'avantage de ne pas nécessiter des pointés simultanés des deux appareils d'écoute. Comme nous l'avions annoncé, il est beaucoup plus simple que la méthode Gøerz.

Le graphique des cotangentes se prête encore admirablement à la détermination et à l'application des diverses corrections.

Les appareils de repérage sonore fournissent ainsi la position de l'avion actuel, c'est-à-dire celle que donneraient de jour les instruments habituels de pointage optique. Ils permettent donc soit de diriger sur l'avion des faisceaux de projecteurs, soit, en transmettant leurs données à un appareil de tir qui élabore les coordonnées de l'avion futur, de diriger de nuit le tir d'une batterie de canons antiaériens. Le plus souvent, cependant, ils sont accouplés à un poste de recherches optiques muni de récepteurs de télépointage, de téléaffichage ou simplement téléphoniques. L'expérience a montré, en effet, que si, avec des jumelles ordinaires, il était déjà souvent possible par nuit très claire de découvrir un avion, par contraste, des observateurs entraînés obtenaient encore d'excellents résultats par nuits étoilées et, à moyenne distance, par nuit noire en utilisant des lunettes à grand champ et très grande clarté. Le poste optique retransmet à distance à l'appareil de conduite de tir le site et l'azimut actuels de l'avion.

Ainsi l'appareil de conduite de tir fonctionne d'abord sur les données corrigées de la seule écoute, puis, dès que le poste optique a « pris » l'avion, il utilise les données de ce dernier comme s'il suivait l'avion directement de jour. L'altitude et la vitesse de l'avion continuent, toutefois, à être transmises par le poste d'écoute, qui ne cesse de suivre l'avion pour le cas où, par suite de l'interposition de nuages par exemple, le poste optique viendrait à le « perdre ».

JEAN CRÉPIEUX.

La Bakelite Corp., la Haskelite Corp., spécialisées dans la fabrication des résines synthétiques, en collaboration avec le technicien de renommée mondiale Clark, ont mis au point un modèle d'avion de sport dont la cellule est entièrement en matière plastique. La résistance spécifique des pièces travaillantes, c'est-à-dire la résistance rapportée au poids, serait plus élevée que celle des alliages légers. Le plus remarquable dans ce nouveau mode de construction est qu'un seul jeu de formes permettrait de fabriquer par jour plus de vingt cellules complètes.

LA CHIRURGIE « CRANIO-CEREBRALE » ET LA GUERRE

Par Jean LABADIÉ

Que la guerre soit la plus rude mais aussi la plus féconde des écoles pour le chirurgien, d'Ambroise Paré à Larrey, toute l'histoire de la chirurgie en justifie. La précédente guerre a contraint les praticiens militaires à risquer des opérations « désespérées »... qui ont réussi. La blessure du crâne, en particulier, avec « amputation » de matière cérébrale, a amené de véritables révélations touchant les fonctions — encore si obscures — des diverses régions de l'encéphale. Dans les années qui ont suivi, forte de ces leçons imposées, la chirurgie du cerveau a progressé encore. La Science et la Vie a déjà eu l'occasion (1) d'exposer les difficultés que rencontrent ces progrès et les audaces qu'ils nécessitent. Dans une récente et très pertinente communication à l'Académie de Chirurgie, le docteur Thierry de Martel, qui figure un des plus éminents protagonistes de l'art neuro-chirurgical, a mis en lumière les conditions pratiques d'intervention qui s'imposent aujourd'hui, si l'on veut apporter aux soldats blessés du crâne, avec toute l'efficacité et la célérité nécessaires, le bénéfice des perfectionnements obtenus.

Ni trop près, ni trop loin du front...

A l'ambulance militaire comme à la clinique civile il n'est qu'une façon d'opérer, la « meilleure » suivant le mot du docteur de Martel. En ce mot ultrarapide, l'éminent spécialiste prétend synthétiser évidemment tout ce que l'art chirurgical comporte d'empirisme inéluctable et de moyens techniques rationnels, disons même : « rationalisés », puisque — on l'a souvent observé — le chirurgien au travail n'a droit ni à un geste inutile, ni au gaspillage d'un seul instant. De plus, il doit être, chaque fois que c'est possible, automatiquement préservé de tout geste maladroit dont les conséquences sont toujours irréparables dans un champ opératoire aussi complexe que le cerveau.

Quelle sera donc, en fonction de ces facteurs, la meilleure façon d'opérer les soldats blessés du crâne ?

Le facteur « empirisme », auquel nous venons de faire allusion, est évidemment lié à la personne même de l'opérateur, muni de toute son habileté, de toute son expérience. On pourrait donc évaluer ce facteur par une sorte « d'équation personnelle » idéale, ne relevant que des résultats pratiques. Autrement dit, le bon neuro-chirurgien, plus encore que tout autre, se reconnaît à ce qu'il « a fait ses preuves ». M. de Martel n'a pas craint de compter, devant l'Académie de Chirurgie, les spécialistes français actuellement désignés, dans ce sens. Il en nomme six

en tout, non pour les isoler mais, tout au contraire, pour qu'on leur donne les moyens de faire école. Et ceci est, d'abord, une question d'organisation.

Dans la précédente guerre, un blessé du cerveau était opéré le plus tôt possible, comme les autres blessés, puis évacué loin des lignes, sitôt l'opération terminée. Mais le « plus tôt possible » n'est pas toujours, pour les opérations du cerveau, la règle optima. L'opération « cranio-cérébrale » a ceci de particulier qu'elle ne s'accommode pas d'un second transport immédiat. Le transport d'un tel blessé sitôt après l'intervention est le plus souvent néfaste ; fréquemment, durant la précédente guerre, un opéré qui semblait bien près de la guérison au moment de son départ de l'ambulance, est mort d'encéphalite quelques jours après le long voyage que nécessitait son évacuation sur un hôpital de l'intérieur. Conclusion : le blessé en question doit être transporté assez loin de la ligne de feu pour qu'une fois opéré le chirurgien puisse le garder en surveillance aussi longtemps qu'il le jugera bon, mais non toutefois trop loin afin que le premier transport n'entraîne pas un trop grand délai pour l'intervention.

La conciliation de ces conditions contradictoires n'est pas sans offrir de grandes difficultés, variables avec le caractère même de la guerre. Un front stabilisé permettra de les réaliser avec assez d'aisance ; une guerre de mouvement compliquera les choses.

Avec le docteur de Martel, voyons le détail du problème.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 251, page 377.

Les caractères spéciaux des traumatismes du cerveau par les projectiles de guerre

Toute opération intéressant l'encéphale constitue un traumatisme crânio-cérébral

nécessaire et par conséquent *voulu* par le chirurgien. Le trépan est d'abord un instrument de fracture — une « arme » à deux tranchants. Aussi bien le traumatisme opératoire, par les troubles physio-pathologiques qu'il entraîne, a souvent éclairé utilement le neuro-chirurgien sur le traumatisme « crânio-cérébral » accidentel.

Partons donc de ce principe qu'une tête blessée est fatalement vouée à d'autres blessures, pour être sauvée.

Mais encore la fracture accidentelle peut présenter deux formes bien distinctes, suivant que le crâne est frappé par un projectile ou suivant qu'il constitue lui-même le projectile, comme il peut arriver à tout motocycliste, à tout aviateur accidenté. C'est, du reste, le cas le plus général des fractures crâniennes en temps de paix.

Le neuro-chirurgien, habitué à ce genre de fracture, peut se trouver désorienté devant l'aspect, bien différent, des blessures crâniennes par balles et obus. Se référant aux précisions mathématiques qui lui sont

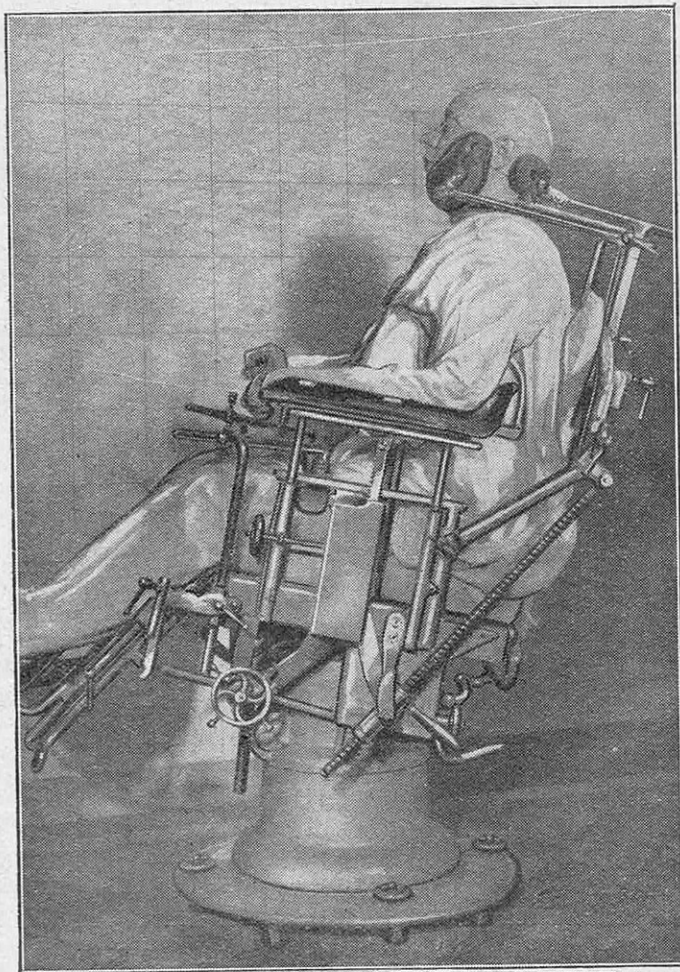
chères, le docteur de Martel fait observer que, dans l'une et dans l'autre espèce de fracture par choc, l'énergie cinétique mise en cause est du même ordre de grandeur mais différemment répartie.

« Au cours d'un accident d'automobile, une tête de 8 kg, animée d'une vitesse de 72 km à l'heure et qui s'arrête « pile » sur un obstacle, dispose, pour la destruction de cet obstacle d'une énergie de 160 kgm.

« Lorsqu'une balle de fusil de guerre, pesant 15 g, frappe à une vitesse restante de 450 m par seconde, un crâne qui fait obstacle à sa marche, elle dispose, pour briser cet obstacle, d'une énergie de 150 kgm. »

On le voit, l'énergie mise en jeu dans les deux sortes de chocs est strictement comparable. Mais, dans l'accident d'automobile, les 160 kgm sont répartis dans l'ensemble du crâne : il en résulte que celui-ci, sous le choc, tend à « rap-

procher » deux pôles opposés de la boîte crânienne — l'un de ces pôles étant au point d'impact avec l'obstacle. Les conséquences pathologiques sont les suivantes : la rupture crânienne de cette forme comporte le moins de commotion cérébrale et le plus de délabrements. Si le crâne résiste, tout le travail s'épuise en déplacements intra-crâniens ; le liquide céphalo-rachidien



(38 278)

FIG. 1. — LE FAUTEUIL D'OPÉRATIONS DE MARTEL

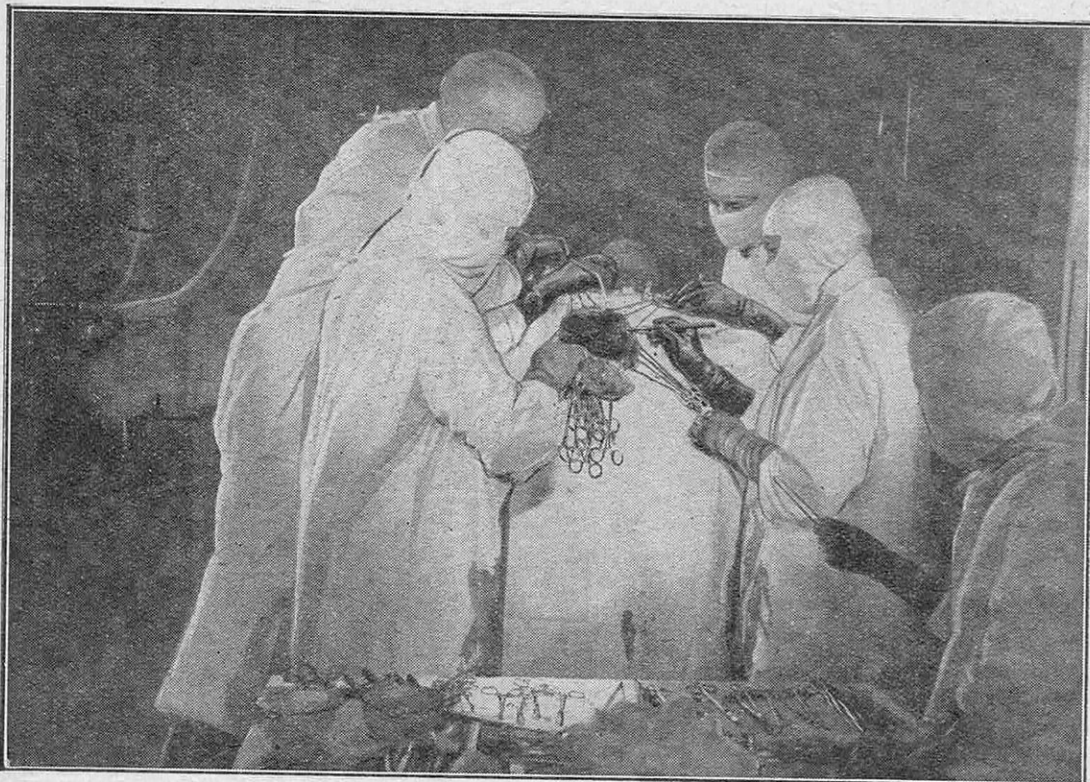
Il s'agit ici d'une table d'opérations articulée capable de placer le patient dans toutes les positions éventuelles qu'exige le développement imprévu de l'opération. Toutefois, celle-ci débute dans la position verticale, qui est la plus adéquate pour maintenir le champ opératoire cérébral dans un minimum d'envahissement sanguin et diminuer les pertes de sang.

se projette en « coup de bélier » sur les parois ventriculaires. Les tissus se disloquent, pour ainsi dire, par effet hydrodynamique. Le délabrement est alors irrémédiable — à tel point qu'une fracture osseuse nette peut apparaître, dans de tels accidents, comme bienfaisante : elle agit en tant que « soupape de sûreté ».

Dans le cas d'un crâne faisant obstacle à une balle, le « travail disponible » est employé d'une manière tout différente. La

muettes » — c'est-à-dire non absolument essentielles à la vie — sont très étendues dans le cerveau. Les blessures qui les atteignent guériraient donc sans séquelles graves, « si une complication infectieuse n'emportait pas le malade ».

Aussi bien, M. de Martel n'hésite pas à « amputer » un ou l'autre des lobes frontaux, si c'est nécessaire. Et l'opéré n'en éprouve, ultérieurement, aucun malaise. Mieux encore : « Si la guerre n'avait pas éclaté, disait



(38 279)

FIG. 2. — INTERVENTION CRANIO-CÉRÉBRALE EFFECTUÉE SUR LE FAUTEUIL DE MARTEL

balle entre en contact avec l'os par une surface très étroite qui cède facilement ; elle traverse le crâne en perdant peu de sa vitesse. Les lésions anatomiques qu'elle cause relèvent de la chirurgie. Si elle frappe à grande vitesse, elle traverse la tête, remportant inemployée la plus grande partie de son énergie cinétique ; si elle frappe à faible vitesse, elle a juste la force de traverser l'os qui, dans ce cas, aura servi de pare-choc.

Ainsi, toutes restrictions faites, naturellement, sur le trajet parcouru dans l'encéphale par le projectile de guerre, on peut affirmer que « si la blessure n'atteint pas un point essentiel de l'encéphale, le blessé peut et doit guérir ».

Or, précise M. de Martel, les « zones

M. de Martel à ses collègues de l'Académie, je vous aurais présenté trois jeunes malades qui faisaient le désespoir de leur famille. Je les ai rendus très doux et appliqués en pratiquant chez eux l'ablation complète du lobe frontal droit, qu'ils ont très facilement supportée. »

Le cerveau n'est pas aussi fragile qu'on le pensait naguère

Maintenant éclairés sur la nature très spéciale des blessures cranio-cérébrales par armes à feu, nous comprenons que leur gravité, quand elles ne sont pas mortelles, puisse se limiter à l'infection, qu'elle soit consécutive à l'opération ou qu'elle rende celle-ci impossible par suite d'une inter-

vention tardive. La plupart des blessés du crâne de 1914 sont morts tôt ou tard, soit d'encéphalite, soit d'abcès du cerveau, séquelles les plus ordinaires de l'opération et qui, souvent, sont apparues longtemps après la fameuse évacuation précoce.

Ici, comme dans toutes les blessures de guerre, l'infection est véhiculée par des apports extérieurs. La balle et même l'éclat d'obus, s'il vient d'un « fusant », sont aseptiques. Reste le cuir chevelu dont les lambeaux se mêlent aux esquilles osseuses de la fracture. En 1914, le chirurgien triait minutieusement ces esquilles à la pince et, par un puzzle de reconstitution, parvenait à savoir s'il en restait encore dans la blessure encéphalique.

Les leçons du passé montrent qu'il faut procéder plus largement, surtout en chirurgie de guerre, « où, suivant l'expression du docteur Robineau, autre grand spécialiste du crâne, tout ce qui permet de gagner du temps mérite d'être pris

en considération ». Il faut tailler un large volet osseux, centré sur la blessure. A travers la fenêtre ouverte, le chirurgien voit clairement ce dont il s'agit. M. Robineau cite des anecdotes opératoires étonnantes : un volet ostéoplastique de ce genre qui, certain jour, se détache et tombe. Il l'aseptise par dix minutes d'ébullition, le remet en place et la soudure se fait. « L'évolution a été aussi simple et aussi normale que si le fragment de voûte crânienne était resté attaché aux parties molles. » « Depuis, ajoute le praticien, j'ai taillé à ciel ouvert le volet osseux que j'ai déposé dans un plateau. » Il l'y reprenait en fin d'opération, souvent après trois ou quatre heures, pour le remettre en place.

Cette technique hardie, que préconise également M. de Martel, est-elle acceptable dans la chirurgie de guerre ? Son succès

n'est-il pas réservé aux cliniques des hôpitaux du temps de paix ? La réponse paraît être encourageante. L'ablation totale du volet serait critiquable si vraiment l'on tranchait, par là, des vaisseaux nourriciers indispensables à la cicatrisation ultérieure. Mais les « os de la voûte crânienne n'ont pas d'artères nourricières », explique M. Robineau, afin de dissiper ces illusions sur la « vascularisation » des volets « ostéoplastiques », c'est-à-dire « non entièrement détachés ».

De cette discussion, il résulte que le chirurgien ne doit plus trembler devant l'ouverture largement effective de la boîte crânienne.

Par contre, il faut éviter la « hernie », c'est-à-dire l'expansion de la matière cérébrale à travers la membrane protectrice de la « dure-mère ». Et s'il faut inciser celle-ci, justement c'est ce que permet de faire, avec le minimum de dégâts, la large fenêtre préconisée.

Ensuite, dans le même sens de hardiesse, vient la question du pansement de fermeture et des « drains ». Laisser le crâne ouvert, parfois durant plusieurs jours, afin d'assurer l'écoulement des suppurations, ou afin de laisser à l'œdème inévitable, consécutif à l'opération, le temps de s'apaiser, sans que l'encéphale subisse une compression qui, même provisoire, serait fatale au blessé, voilà une technique qui, naguère, eût effrayé le chirurgien militaire. Elle doit être acceptée et même devenir courante. A quoi servirait d'avoir opéré à merveille, si le blessé succombait à la compression du cerveau par œdème ou, pire, par une formation de sang coagulé (hématome) ?

Les seuls risques de cette technique consistant à traiter le cerveau comme un organe délicat, certes, mais nullement aussi fragile

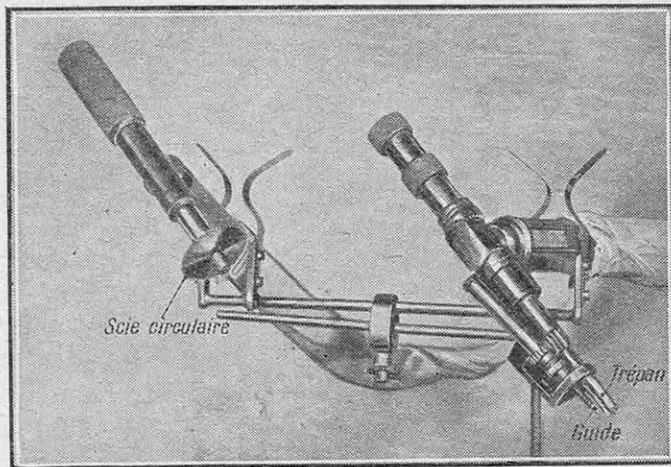


FIG. 3. — LES DEUX INSTRUMENTS CLEFS DE LA CHIRURGIE RAPIDE CRANIO-CÉRÉBRALE

En haut, la scie circulaire grâce à laquelle l'opérateur excise la boîte crânienne sans toucher aux méninges : un guide automatique s'oppose, en effet, à tout dépassement en profondeur de la cloison osseuse proprement dite. En bas, le trépan à débrayage automatique qui permet de percer la boîte crânienne sans toucher davantage aux méninges. (Voir le texte.)

(33 280)

qu'on le croyait jadis, plutôt par ignorance, ces risques sont ceux de l'infection. Mais l'infection par contagé est facile à éviter. Quant à l'infection par les « germes » flottant dans l'air, elle est beaucoup moins fréquente qu'on ne le pense : il faut un support matériel, un grain de poussière, au germe infectieux pour venir efficacement échouer sur les tissus de la plaie. Il n'est pas impossible de purifier suffisamment, de ce point de vue, l'atmosphère d'une salle d'opération.

Considérez les photographies ci-jointes, de quelques épisodes d'opérations cranio-cérébrales familières au docteur Thierry de Martel, et, par exemple, devant ce crâne ouvert en deux, comme une grenade, et qui survécut à ce traitement nécessaire par l'extirpation d'une tumeur, vous pouvez bien conclure sans témérité que, décidément, le cerveau n'est pas aussi fragile que le pensaient nos pères. A condition de bien le connaître, le chirurgien peut et doit aller droit au mal — tumeur ou éclat d'obus —

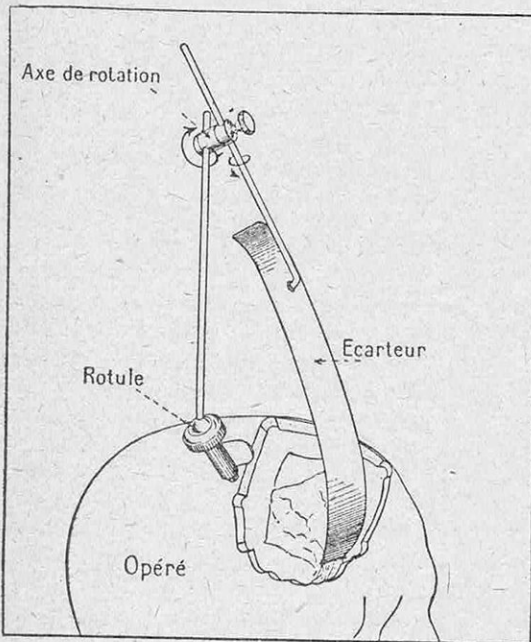
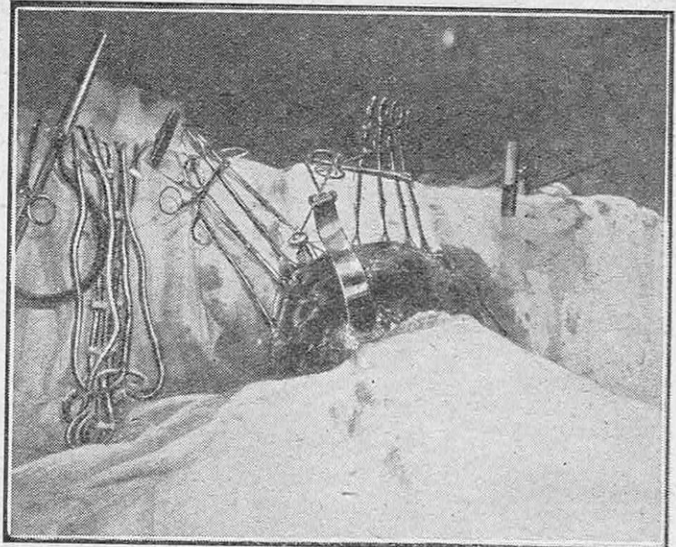


FIG. 4. — L'ÉCARTEUR A ROTULE

Un rapide examen de la figure schématique montre que, moyennant deux rotations dans l'espace, le chirurgien peut amener la lame de soutien de l'écarteur dans une position telle que l'exige le maintien de la matière cérébrale dans une position fixe, quelle que soit la partie opérée.



(38 281)

FIG. 5. — L'ÉCARTEUR CÉRÉBRAL EN POSITION AU COURS D'UNE OPÉRATION

dont il s'agit de le délivrer, sous peine de mort pour lui.

L'outillage rationnel

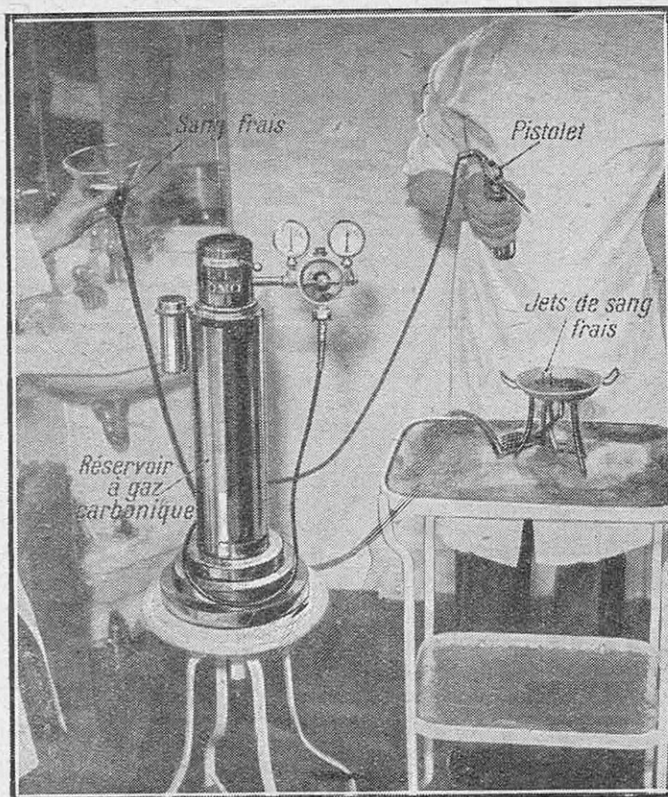
La formation chirurgicale placée à la distance optimum du front, que réclame le docteur de Martel, devra comporter un outillage spécial dont ce praticien a inventé ou perfectionné les pièces capitales.

Citons d'abord le siège articulé qu'il substitue à la table d'opération, au classique « billard ». Dans le champ cérébral plus encore que dans tout autre champ opératoire, l'invasion du sang est la grande ennemie, l'analogue de la brume pour l'aviateur. Les vaisseaux de l'encéphale sont innombrables et ramifiés à l'extrême. Leur sectionnement inévitable amène précisément cette invasion sourde, plus redoutable que le jet franc d'une artériole. La position verticale de l'opéré apparaît donc comme la plus rationnelle. On ne le couchera que si l'évolution de l'opération l'exige et juste le temps nécessaire. Telle est la pensée directrice qui aboutit à la conception du fauteuil que reproduit notre photographie (fig. 1) et dont la complexité mécanique n'est qu'apparente. Des commandes très simples réalisent quasi instantanément toutes les variations de position désirées.

Un autre appareil mécanique extrêmement simple est l'« écarteur ». Le chirurgien de l'encéphale opère le plus souvent — comme nous l'avons montré dans un précédent article sur la neuro-chirurgie, en général (1), —

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 251, page 377.

au fond d'un puits. Il n'y a place, dans le champ opératoire, que pour ses propres mains, voire la pointe de ses instruments. La main qui opère ne saurait donc, en même temps, maintenir « écartées » les masses encéphaliques sous lesquelles il faut travailler. Puisque, par hypothèse, la boîte crânienne est largement ouverte, prenons appui sur elle pour y fixer le support d'une sorte de « compas à deux dimensions », qui se termine par une lame incurvée. Il s'agit d'amener cette lame dans la position convenable pour qu'elle soutienne la masse cérébrale à écarter, avec le maximum d'aisance pour celle-ci,



(38 282)

FIG. 6. — LE PISTOLET A GAZ CARBONIQUE « ANTI-HÉMORRAGIQUE »

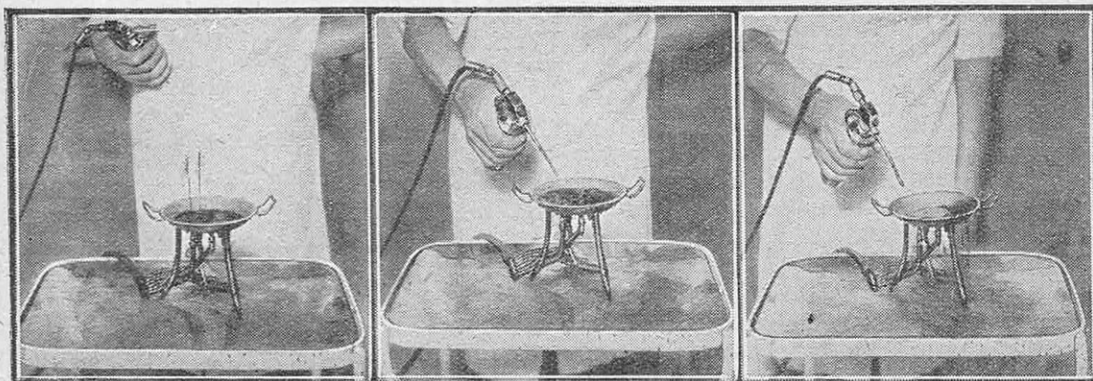
Un réservoir de gaz carbonique alimente un pistolet analogue à ceux qu'utilisent aujourd'hui certains procédés de peinture, à cela près qu'il est plus délicat. En dirigeant le jet gazeux sur le jet sanguin au cours de l'opération, on obtient les effets qu'illustre la figure ci-dessous.

c'est-à-dire sans lui causer le moindre froissement. Un théorème de géométrie élémentaire nous apprend que n'importe quel corps solide (en l'espèce la lame support) peut prendre n'importe quelle position dans l'espace à trois dimensions, moyennant deux « rotations ». Voyez l'écarteur de Martel : deux pivots à vis de serrage traduisent pratiquement le théorème cinématique. Et voilà un aide-opérateur de tout repos.

L'hémorragie demeure, avons-nous dit, un obstacle capital. En chi-

urgie générale, on tamponne les petits vais-

seaux, on bouche les gros avec des pinces



(38 283)

FIG. 7. — LE BALAYAGE DU CHAMP OPÉRATOIRE ET L'HÉMOSTASE OBTENU PAR LE PISTOLET A GAZ

De gauche à droite, on voit les deux jets (ici expérimentaux) du sang jaillissant d'une artère fraîchement coupée. Le jet gazeux commence par balayer l'inondation sanguine de manière à débarrasser le champ opératoire au regard du chirurgien, ce qui est le premier avantage. Puis, grâce à une incidence convenable, le jet gazeux parvient à équilibrer le jet sanguin jusqu'à ce que coagulation s'ensuive. Le chirurgien n'a pas eu à toucher la plaie ni directement ni indirectement.

« hémostatiques ». Certes, les praticiens ont imaginé des « pincés hémostatiques » infiniment délicates à l'usage cérébral, notamment les « clips » imaginés par l'Américain Cushing. Mais voici qui est d'une étonnante ingéniosité. M. de Martel vient de réaliser une sorte de « pistolet à gaz carbonique » dont il dirige le jet sur le champ opératoire envahi par le sang. Tandis qu'un aspirateur classique pompe ce sang, le courant projeté de gaz carbonique balaie le jet sanguin au ras de la section artérielle : celle-ci apparaît alors avec netteté. Le chirurgien l'a dégagée du brouillard. Il la voit.

La voyant, il dirige à contre-jet le gaz carbonique contre le filet sanguin et le tient en équilibre par l'effet de force vive du gaz choisi *lourd*, dans cette intention. Cet équilibre peut aboutir à la coagulation (que le gaz carbonique favorise). Si celle-ci tarde à venir, le praticien intervient avec le coagulateur électri-

que (bipolaire, afin de ne pas déranger les nerfs de l'encéphale auxquels l'on ne saurait demander de tenir lieu de « l'autre » pôle). Ainsi, littéralement sans y toucher, le chirurgien a eu raison de son ennemi le « brouillard sanguin ».

Quant aux « appareils de force », d'une précision non moins indispensable, ils ne sont autres que la scie circulaire électrique, dont le tranchant est réglé, au dixième de millimètre près, par un guide qui s'appuie sur le crâne. Cette scie est destinée à fendre l'os suivant des « perforations » jalonnant le périmètre du « volet » projeté.

Ces perforations sont l'œuvre d'un « tré-

pan » électrique automatique muni d'un dispositif de sécurité d'une ingéniosité rare. Le chirurgien applique la vrille à la paroi osseuse avec la même désinvolture (apparente) qu'un menuisier affrontant une planche avec son vilebrequin ; quand la fraise a atteint l'autre bord de la paroi, la résistance à l'outil s'annule évidemment. La chute de cette résistance déclenche automatiquement un « débrayage ». Et l'appareil cesse de

tourner juste à l'instant où son travail dépasserait les limites permises.

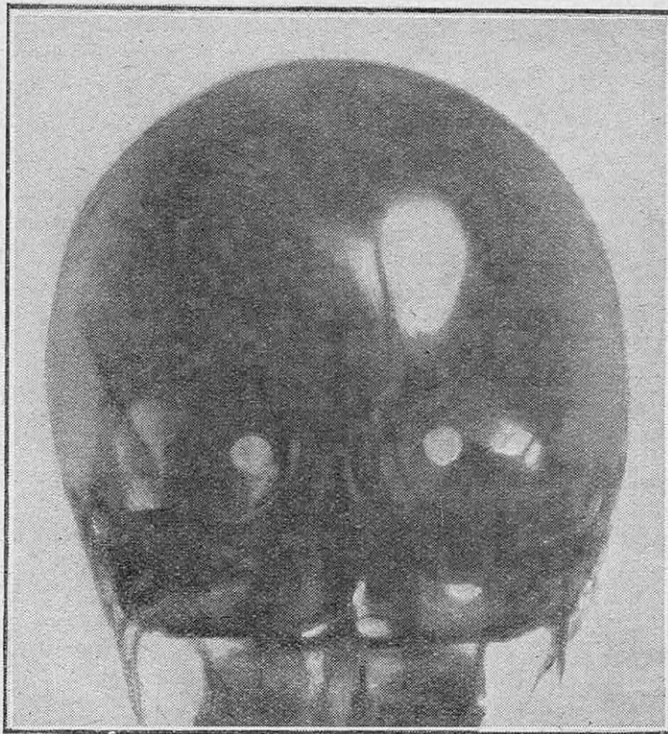
Si le docteur Thierry de Martel n'avait cédé à la vocation de chirurgien, il eût certainement pu choisir, avec le même succès, celle d'inventeur mécanicien. Mais, en réalité, le chirurgien est un ouvrier de haute précision, et ce n'est pas sans orgueil que les plus éminents d'entre eux organisent leur « travail », qui doit être rapide et précis, d'après les méthodes Taylor.

Aussi bien, c'est un en-

semble spécialement destiné à la chirurgie cranio-cérébrale de guerre que le docteur de Martel a établi. De généreuses donatrices lui ont permis d'en construire plusieurs « jeux », qui sont à la disposition des services sanitaires de l'armée.

Ajoutons, pour mémoire, que le chirurgien du crâne doit disposer également des appareils radiographiques courants.

Ils lui permettent, grâce à la technique de la « ventriculographie », par insufflation d'une quantité d'air strictement mesurée, à l'intérieur du crâne, d'apercevoir les déformations que les projectiles inclus peuvent imprimer à la masse cérébelleuse et situer,



(38 284)

FIG. 8. — RADIOGRAPHIE DITE « VENTRICULOGRAFIE »
Sur un cerveau normal, l'image des deux ventricules cérébraux est parfaitement symétrique. Ici, on voit que l'un des ventricules est complètement effacé et repoussé au delà de la ligne médiane par la tumeur.

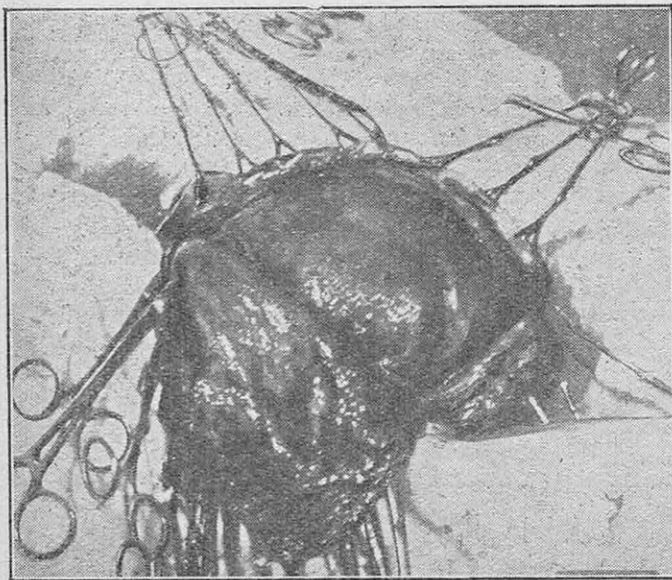
par ce moyen, lesdits projectiles. Nous avons décrit cette méthode à propos de l'identification des tumeurs dans un précédent article (1).

Il ne reste donc qu'à organiser l'« apprentissage » entre spécialistes de l'opération crano-cérébrale rationnelle.

Mais, ainsi que l'ont fait observer plusieurs collègues de M. de Martel à l'Académie de Chirurgie, il faut envisager les cas, malheureusement fréquents, où le blessé du crâne sera, simultanément, un « polyblessé ». Dans la guerre moderne, ni la mitrailleuse, ni le schrapnell, ne se bornent à la blessure unique. Dans ce cas, la chirurgie crânienne doit s'accommoder des opérations de chirurgie générale qui s'imposeront parfois avec la même nécessité de promptitude.

Il n'est pas de notre ressort d'intervenir dans la discussion désintéressée qui se déroule entre nos grands praticiens. Nous ne doutons pas que cette discussion n'aboutisse à la coordination des efforts. Un seul point doit être considéré comme acquis : la haute spécialisation de la chirurgie crano-cérébrale exigeait d'abord une rationalisation

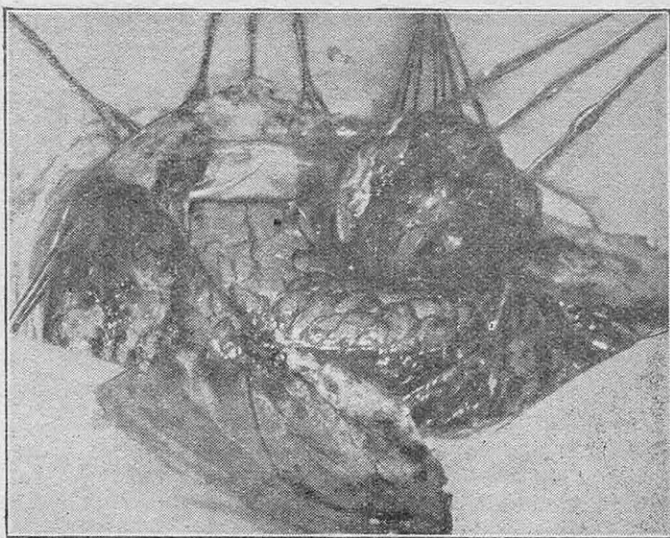
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 251, page 333.



(38 285)

FIG. 9. — SCALP DU VOILET

La peau est décollée de l'os, qui sera coupé séparément.



(38 286)

FIG. 10. — EXTRACTION DE LA TUMEUR RÉVÉLÉE PAR VENTRICULOGRAPIE

La tumeur est soutenue par les fils de traction qui l'attirent progressivement hors du cerveau, tandis que le chirurgien facilite l'opération à l'aide du scalp.

des moyens matériels d'intervention. Ces moyens sont, d'ores et déjà, familiers, mettons à une douzaine de spécialistes. Il n'est pas douteux que si, malgré le port du casque — qui n'est intervenu qu'après deux ans d'hostilités dans la précédente guerre — les blessures du crâne se multiplient au cours du conflit actuel, nos blessés seront sauvés, grâce à ces mesures, dans une proportion bien plus grande qu'ils ne l'ont été en 1914-1918. Surtout, en ce qui concerne les séquelles de ce genre de traumatisme, telles que l'épilepsie, les troubles de la locomotion, les sensations de « vide » et de déséquilibre, sans parler des méningites... D'autant qu'une technique auxiliaire, que nous passons sous silence afin de ne pas développer exagérément cette étude, la greffe osseuse, a fait, en l'espèce, de très grands progrès. Il est courant, aujourd'hui, de prélever sur un point convenable du squelette de l'intéressé un fragment osseux que le chirurgien transforme en « bouche-trou » d'une fracture crânienne. La similitude des deux tissus osseux (porte-grefte et greffon) semble, en effet, constituer la seule condition de la réussite d'une telle opération.

JEAN LABADIÉ.

LA LIGNE « SIEGFRIED »

Par André DAULNAY

La situation défensive où se sont établies, depuis le mois de septembre, les armées française et allemande a donné au présent conflit un caractère de guerre qui étonne et déconcerte les amateurs de grandes batailles. En fait, les belligérants occupant leurs fortifications respectives ont délibérément supprimé toute manœuvre en rase campagne et transformé les hostilités en un véritable siège réciproque, comme si deux gigantesques villes fortifiées s'étaient soudainement rapprochées jusqu'au contact. L'issue du combat dépend encore de l'état-major et du courage des combattants. Peut-elle dépendre de la puissance stratégique des positions elles-mêmes ? La ligne Maginot est considérée comme inexpugnable. Ceux qui ont pu connaître quelques aspects de notre défense frontalière ont acquis la conviction de son invulnérabilité. En Allemagne, on a aussi exalté la solidité de la ligne Siegfried. Peut-elle provoquer chez les techniciens avertis un semblable sentiment de sécurité ? On connaît peu, en France, la ligne fortifiée que les Allemands nous opposent. Cependant, ceux qui ont vécu en Allemagne ont pu, dans les revues militaires, les conversations et même certains films de propagande, se faire une idée succincte du gigantesque travail accompli par le Reich pour se garder à l'Ouest. C'est le recoupement de ces diverses sources qui a permis de dresser la vue d'ensemble que nous offrons à nos lecteurs.

Comment fut créée la « ligne Siegfried »

ON sait que le traité de Versailles, entre autres clauses, interdisait rigoureusement à l'Allemagne de construire des fortifications à moins de 50 km à l'Est du Rhin.

Cependant, dès 1934, le commandement allemand envisageait le péril que pourrait courir le Reich en cas de conflit à l'ouest. L'arrivée d'Hitler au pouvoir faisait renaître l'espoir d'une conquête impérialiste dans l'Europe centrale et, par suite, l'inquiétude d'une réaction militaire de la France se portant au secours des nations attaquées : en l'occurrence, la Tchécoslovaquie ou l'Autriche.

Il fallait parer au danger et couper la route de la Bohême et du Danube. Les régions accidentées du Taunus, de l'Odenwald et de la Forêt Noire furent choisies comme position d'arrêt et l'on construisit une ligne de défense fortifiée, reliant ces trois massifs en barrant les grandes vallées d'accès.

Lorsqu'en 1936 le Reich reprit possession entière de la zone démilitarisée depuis le traité de 1919, il s'empressa de reporter ses préoccupations défensives le long même de la frontière française. Une série d'ouvrages fortifiés furent construits en terre allemande, à quelques kilomètres de notre ligne Maginot.

Ils ressemblaient à ceux de l'Odenwald et de la vallée du Neckar : simples fortins

bétonnés, tranchées couvertes, abris blindés pour armes automatiques. C'était une succession linéaire de points fortifiés s'appuyant les uns sur les autres, mais sans aucun dispositif profond. Ils n'étaient à peu près étayés en arrière par aucune position organisée, sauf peut-être dans certaines zones où les défenses naturelles étaient moindres. Encore s'agissait-il là d'un plus grand nombre de fortins plutôt que d'une seconde ligne proprement dite.

Lorsque le Führer eut résolu son coup de force en Tchécoslovaquie et que la menace des puissances occidentales se précisa — c'est-à-dire en avril 1938 — il ordonna la fortification actuelle qui, de la Suisse au Luxembourg, empêche le franchissement de la frontière franco-allemande et qu'on nomme communément la ligne Siegfried.

L'ingénieur Todt, spécialiste des autostrades et grand manieur de béton, fut désigné par Hitler pour cette entreprise, qu'il fallait réaliser en cinq mois. Car la ligne devait être prête en septembre 38. Elle aurait effectivement servi si Munich n'était venu, pour un temps, détourner la menace occidentale.

Après les accords de Munich, les quelque 600.000 travailleurs qui avaient fébrilement édifié la ligne Siegfried se retrouvèrent sur le chantier pour prolonger la fortification le long des frontières luxembourgeoise, belge et hollandaise et doubler, tripler au besoin la défense établie face à la France.



FIG. 1. — CARTE DE LA LIGNE SIEGFRIED MONTRANT LES DIVERSES POSITIONS QU'ELLE COMPORTE

Les premières fortifications furent créées en 1934, dans la Forêt Noire. Après 1936, des ouvrages fortifiés furent construits à quelques kilomètres de la ligne Maginot et, en 1938, fut commencée la ligne actuelle de la Suisse au Luxembourg.

Ainsi, à la déclaration de guerre l'Allemagne se trouvait ceinturée, de Bâle à la mer du Nord, d'une cuirasse puissante qu'elle a, depuis le début des hostilités, renforcée considérablement aux points faibles, surtout dans la zone d'Aix-la-Chapelle et du Rhin inférieur.

Le rôle de la fortification

L'idée de fortification n'est pas nouvelle; elle a relativement peu évolué au

cours des âges. Elle est toujours fondée sur le double principe de l'obstacle opposé à l'assaillant et de la protection du défenseur. Le matériel de guerre, en se perfectionnant avec les progrès des armes, a entraîné le renforcement de l'obstacle et de la protection.

Issu d'un même axiome initial, les remparts, les camps retranchés de César, les châteaux forts féodaux, les villes fortifiées de Vauban ont tous réalisé, avec des moyens divers, un dessein identique.

Depuis qu'il y a des hommes et qui se battent, la guerre a été une suite d'attaques et de défenses. Pour diminuer les effets de l'attaque et augmenter ceux de la défense fut créée : la fortification.

Comment l'état-major allemand conçoit la fortification

Il serait vain de vouloir comparer la ligne Siegfried avec la ligne Maginot. Les conceptions stratégiques qui ont présidé à leur construction sont fort différentes.

Alors que la France, résolument pacifique, ne faisait que se garantir contre l'invasion en creusant son rempart du Nord-Est, l'esprit pangermanique du régime nazi ne se bornait pas à concevoir la construction de la ligne Siegfried comme un simple bastion défensif.

L'expérience de la guerre de 1914 avait laissé à l'état-major allemand la conviction qu'un système de tranchées bien étudié et bien étalé en profondeur ne doit pas seulement constituer une position d'arrêt de l'offensive ennemie, mais encore permettre, par son dispositif même, une base de départ efficace pour la contre-attaque.

Au début de 1917, le haut commandement allemand avait forgé la doctrine de l'échelonnement en profondeur des troupes en situation défensive.

Pour éviter le feu meurtrier de l'artillerie adverse, pilonnant l'ensemble de la position, le commandement fut obligé — bien à

regret — de reporter sur les tranchées de première ligne, moins exposées aux coups de l'artillerie lourde, la majorité des troupes réservées pour la contre-attaque.

Cette concentration à l'avant n'était qu'un pis-aller, imposé par la violence du feu adverse.

La guerre finie, la tactique de l'échelonnement revint à l'ordre du jour. Les premiers règlements allemands parus après 1919 sur la conduite du combat développèrent à outrance la théorie d'une défense active,

De là une conception particulière de la fortification Siegfried, qui est moins un rempart solide qu'une *couverture blindée* de la frontière, devant permettre la manœuvre ultérieure vers l'avant.

L'obstacle « Siegfried »

Une fortification est d'abord un *obstacle*.

Il faut reconnaître qu'en cette matière les Allemands sont des maîtres. Jamais, peut-être, une armée ne s'est garantie par



(38 288)

FIG. 2. — ALERTE SUR LA LIGNE SIEGFRIED

Les compagnies de réserve, stationnées à l'arrière, dans des abris passifs ou même dans des villages, rejoignent en hâte leurs casemates de combat.

fondée sur l'organisation des positions profondes, où l'assaillant « se heurterait au fur et à mesure qu'il y pénétrerait à des difficultés sans cesse plus nombreuses ».

Dès que l'assaillant aurait été épuisé suffisamment par son effort, la défense passerait à l'action, utilisant comme base de départ, pour sa contre-offensive, le dispositif même de la défensive.

La doctrine allemande a peu varié depuis. Sans doute elle a étudié, préparé et réalisé en Pologne la *guerre-éclair*, l'attaque brusquée et massive. Mais, sur le front français, n'osant pas sacrifier 600.000 ou 800.000 hommes pour tenter une brèche dans la ligne Maginot, elle s'est contentée de réaliser au mieux cette défense active qu'elle avait entrevue au cours de la Grande Guerre.

des moyens plus divers contre la menace d'une attaque.

La ligne Siegfried n'est pas une tranchée continue mais une agglomération plus ou moins dense de *petits fortins*, sans autre lien les uns avec les autres que les champs de tir où s'entre-croisent leurs feux.

En avant de ces fortins, une zone assez variable d'étendue, dont la largeur est déterminée par la nature du terrain et la facilité de l'accès. C'est la zone d'obstacles destinée à retarder le plus possible la marche en avant de l'ennemi.

En arrière des fortins, quelques *ouvrages plus considérables* ou des positions d'artillerie défilées aux vues terrestres complètent l'ensemble défensif.

Au delà de la première ligne, d'autres orga-



(38 294)

FIG. 3. — ARBRES MINÉS PAR UN SOLDAT DU GÉNIE

Pour réduire au minimum le travail d'abatage, à la hache, à 1 m environ du sol, le tronc de l'arbre du côté opposé à celui où il doit tomber. Puis on introduit dans l'entaille une charge d'explosif.

nisations semblables établissent un nouveau barrage, à distance suffisante de l'obstacle avancé pour qu'une action simultanée d'artillerie adverse ne puisse être réalisée.

Les « sperren »

La zone avancée est un nid de malfaisance. Tous les pièges, toutes les embûches y sont accumulés.

Au cours de la guerre 1914-1918, le moyen universellement et presque uniquement employé pour interdire ou entraver l'assaut de la première ligne était le réseau de fil de fer. Fixé à des piquets plus ou moins savamment plantés à quelque distance de la tranchée, il gênait la marche de l'assaillant et l'offrait plus facilement au feu des mitrailleuses.

Il n'a pas disparu, loin de là, mais il a combiné son efficacité avec des systèmes plus pernicious que l'on a nommés, outre-Rhin, des « sperren », c'est-à-dire des barrages.

L'imagination teutonne est fertile dans ce genre d'invention. Tout ce qui peut entraver la marche d'un individu, d'une voiture, attelée ou mécanique, a été accumulé comme à plaisir : les barricades, les fossés, les fils de fer tendus au ras du sol, les trous dissimulés dans l'herbe, les enchevêtrements de poutres, de madriers, de ferraille. Sans oublier les procédés classiques : ponts

détruits, inondations, éboulements, routes éventrées.

Pour augmenter l'efficacité de ce barrage, la pyrotechnie s'en mêle. Et ce sont alors les mines, les pétards, les explosifs de toute nature dont la mise à feu est réalisée par les procédés les plus divers.

Tantôt la mine, soigneusement dissimulée dans l'herbe, explose sous la pression du combattant qui marche dessus ou de l'engin qui la foule.

Tantôt, c'est un fil de fer qu'on accroche au passage et qui met en action un détonateur.

Ailleurs, c'est une branche qui gêne pour avancer et qui fait sauter une boîte à mitraille dès qu'on la déplace. Ou bien encore, c'est un menu objet,



(38 289)

FIG. 4. — UN ENGIN INFERNAL ALLEMAND

Deux planches reliées sur le côté par des gonds. Entre les planches un système de mise de feu qui fonctionnera par écrasement lorsque les planches, placées au ras du sol, seront foulées par la roue d'un véhicule ou la chenillette d'un char. La fusée du système est reliée à des mines ou à des arbres entaillés en avant, en arrière, aux environs. Si bien que l'écrasement de l'engin provoquera l'obstruction de toutes les voies par où le véhicule ou le char serait tenté de se dégager.

un crayon, un livre, une boîte de conserve d'allure inoffensive, qui, sournoisement, provoquera une déflagration meurtrière pour celui qui y touchera.

Contre les chars

L'infanterie et son matériel d'accompagnement est évidemment visée particulièrement par cette engence infernale. Mais les gros obstacles sont dressés surtout contre les chars d'assaut.

De larges tranchées continues, dont les parois sont à pic et souvent renforcées d'un mur qui augmente l'escarpement, courent tout le long de la ligne. Leur profondeur atteint parfois plus de 4 mètres. Quelquefois leur tracé est tel qu'ils constituent un bras de dérivation à la rivière toute proche.

Ces fossés sont doublés par une plantation de piquets, de rails, de dents de ciment, de cornières de fer recourbées à la verticale, sur lesquels vient s'épuiser la force des chenilles.

Là aussi, l'explosif est roi, car les chars doivent rencontrer sur leur route de véritables champs de mines terrestres, disposées en quinconce ou reliées en chapelet et qui, par leur déflagration, rendent le char inutilisable quand elles ne l'anéantissent pas.

Les obstacles naturels

Il va sans dire que les obstacles disposés par la nature sont exploités au maximum dans toute cette zone de protection.

Le Rhin, avec sa largeur, son débit rapide, la masse de ses eaux et la multiplicité de ses

bras en certains points de son cours, décuple opportunément la valeur défensive de l'obstacle, entre Bâle et Wissembourg.

Le Palatinat, à l'ouest du fleuve, offre à la manœuvre offensive une région fort difficile; les Basses Vosges, montueuses, boisées, couvertes de la haute végétation qui s'étend sur tout le massif de la Haardt. Les cours d'eau y sont relativement nom-

breux et généralement leur vallée est parallèle à la frontière. Le plus important est la Sarre. Elle n'est pas franchissable aisément de Saarbrück à son confluent. Elle a 2 m de profondeur aux basses eaux et 50 à 100 mètres de largeur; et l'on sait que les ponts sont vite détruits en cas d'invasion.

La vallée de la Moselle, en revanche, est une bonne voie d'accès. Mais de Sierck à Wasserbillig, elle sépare l'Allemagne du Luxembourg, ce qui, pour un belligérant respectueux des neutralités, est déjà un gros désavantage.

De plus, elle est bordée sur la rive droite de coteaux à forte dénivellation où se multiplient les champs de tir propices à l'embuscade.

Au delà, le massif de l'Eifel, boisé, coupé de ravins, aux escarpements abrupts, présente, jusqu'à Aix-la-Chapelle, un terrain tourmenté, où la défensive est facile.

Plus au nord, c'est la plaine du Rhin, le pays plat de la Hollande, où les conditions d'une attaque sont tellement en faveur de celui qui la déclenche que les Allemands



(38 292)

FIG. 5. — UN TAS DE MINES ALLEMANDES

Au cours de l'avance de nos troupes dans la forêt de Warndt elles ont trouvé des multitudes de mines terrestres.

ont pensé en profiter, et rien ne dit qu'ils aient abandonné leur dessein.

Le Reich, jusqu'ici, ne s'était pas fortifié contre les Hollandais. En prévision d'une action alliée au nord de Maestrich, il tente, depuis septembre, de prolonger la ligne Siegfried sur la rive droite du Rhin, jusqu'à l'embouchure de l'Ems.

Ainsi, selon les ressources du terrain, la zone des obstacles met à profit dans toute la mesure possible les particularités défensives du relief, ainsi que l'ingéniosité des obstacles artificiels, pour affaiblir l'armée d'invasion et l'amener en moindre condition sur la ligne fortifiée proprement dite où son élan doit être brisé.

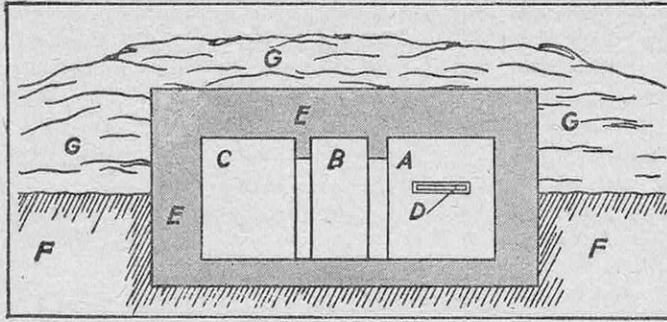


FIG. 6. — COUPE SCHÉMATIQUE D'UN FORTIN DE LA LIGNE SIEGFRIED

A, chambre de tir ; B, réduit à munitions ; C, chambre de repos ; D, créneau de tir ; E, murs et dalle en béton ; F, sol naturel ; G, terres rapportées pour camoufler la casemate.

La position de résistance

Après avoir, au prix de mille embûches, dépassé les obstacles avancés, l'attaquant se trouvera devant la *fortification active*. Position de combat par excellence, où les deux armées sont au contact.

La ligne Siegfried est maintenant constituée par 22 000 petits fortins bétonnés, abritant des groupes combattants servis par des armes automatiques : mitrailleuses légères et lourdes, canons antichars et lance-torpilles.

Qu'on se figure une armée de front, bien disposée, aux meilleurs emplacements, de telle manière que les tirs puissent se croiser, se doubler, se tripler, se renforcer mutuellement par des flanquements judicieusement préparés.

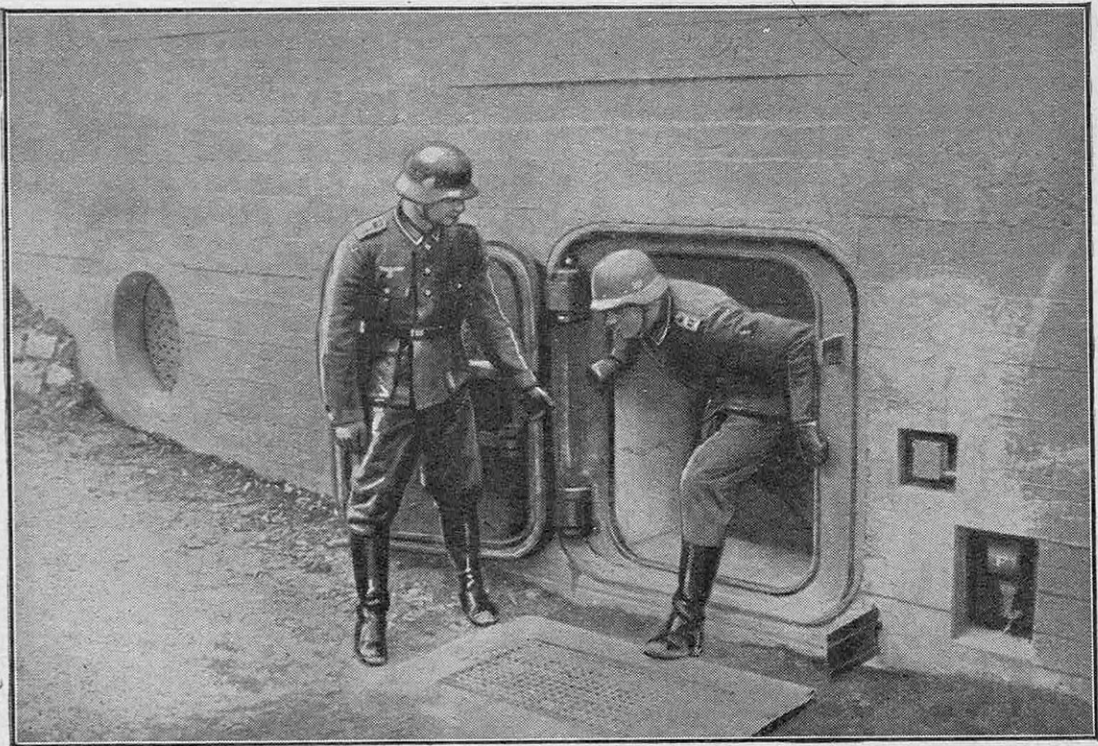


FIG. 7. — ENTRÉE D'UNE CASEMATE DE LA LIGNE SIEGFRIED

(32 893)

En se refermant, la porte d'acier applique sur des bourrelets caoutchoutés qui assurent l'étanchéité intérieure contre les gaz. L'ouverture ronde à gauche permet la ventilation et peut être obstruée de l'intérieur.

Cette armée est divisée à l'extrême en fractions combattantes, dont la mission est limitée dans l'espace et bien définie. Sur chaque fraction, l'abri d'une carapace de béton à l'épreuve de l'obus moyen : telle se présente la fortification Siegfried.

Lorsque la région est vulnérable, les fortins pullulent ; il y en a jusqu'à 50 au kilomètre carré dans certaines régions du Palatinat. La densité de ces *blockhaus* est surtout forte à l'avant, pour demeurer fidèle aux conceptions stratégiques issues de la dernière guerre. La puissance du feu est aussi très considérable, en raison du repérage antérieur, qui a permis d'établir des canevas de tir extrêmement efficaces.

Egaillés sur le terrain, sur une profondeur qui atteint facilement deux ou trois kilomètres, ces *blockhaus* sont étudiés pour répondre à des situations tactiques extrêmement variées.

Les uns se réservent la *lutte contre l'assaut des chars*. Ils sont armés de pièces à tir très tendu et rapide. Certains, à deux ou trois créneaux, battent de leurs *mitrailleuses* des superficies considérables, étant donné leur situation dominante ou leurs vues d'enfilade. D'autres ne sont que des *observatoires* surveillant toute la zone avancée. Quelques-uns en arrière, reliés par des couloirs souterrains, sont surtout destinés, par le calibre de leur armement, à *contrebattre l'aviation ennemie*.

Ainsi se présente la ligne Siegfried.

Sa première position du moins, car quelques kilomètres en arrière une seconde position, semblable à la première, appuie

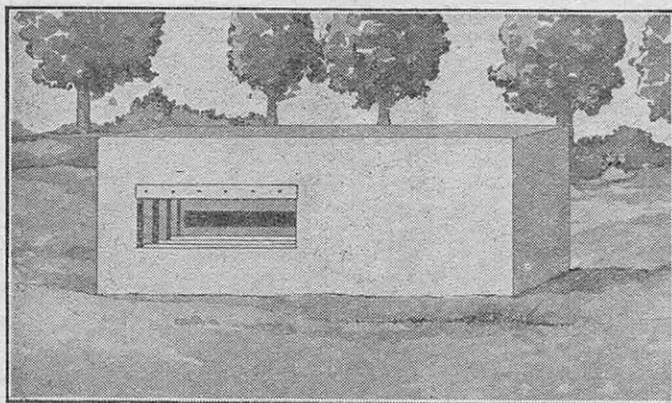


FIG. 8. — VUE EXTÉRIEURE D'UNE CASEMATE AVANT LE CAMOUFLAGE

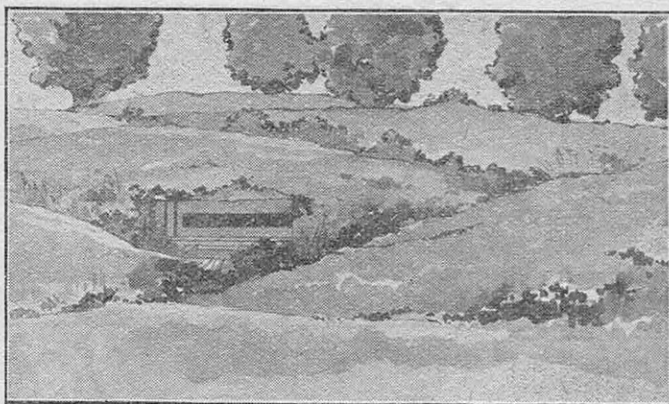


FIG. 9. — APRÈS CAMOUFLAGE, ON N'APERÇOIT DE LA CASEMATE QUE LE CRÉNEAU DE TIR

celle-ci et rend inutile la brèche possible opérée sur un point plus faible. L'assaillant devra alors renouveler son effort avec la menace d'une contre-attaque sur les flancs.

La protection « Siegfried »

Le second but d'une fortification est de protéger le défenseur, de l'abriter, de diminuer sa vulnérabilité pour le maintenir en état de combattre.

Cette protection, les Allemands, comme les Français, l'ont demandée au béton.

La ligne Siegfried est une suite ininterrompue de petits abris où le soldat se sent en sécurité et peut envisager la bataille avec sang-froid.

Chaque élément de la ligne est composé essentiellement d'une *chambre de tir* où est disposée l'arme automatique.

Il y a strictement la place pour les *servants* : chef de pièce, tireur et pourvoyeurs. L'affût de l'arme est souvent fixé au sol de la casemate. Un *créneau* permet le passage du canon et les visées. A côté de la

chambre de tir, un réduit abrite les *munitions* et un local sommairement aménagé constitue un *lieu de repos* pour le personnel.

Les murs, très épais, 1,50 m au minimum, sont en béton armé. Le tout est recouvert d'une « dalle » bétonnée dont l'épaisseur n'est guère inférieure à 1,80 m ou 2 m, et dont l'armature interne est faite de gros fers ronds, voire de rails.

Une fois construite, la *casemate* est recouverte de terre et de gazon, de manière à raccorder son profil avec le terrain environnant. Seuls les créneaux apparaissent ; encore

sont-ils, hors le temps de service, dissimulés et camouflés derrière des plaques d'acier de la couleur du sol.

Les abris d'artillerie

On se souvient peut-être de la déconvenue, disons mieux, du désastre qui attendait l'artillerie allemande le 15 juillet 1918, dans l'offensive sur Reims. Croyant bousculer l'armée Gouraud d'un seul coup, le commandement allemand avait poussé jusqu'à quelques mètres de la tranchée de départ des canons de 77, pour appuyer la progression de son infanterie. Les événements ne se déroulèrent pas ainsi et la contre-batterie de Gouraud démolit les pièces.

Malgré la protection du béton, l'état-major se souvient de la leçon de 1918 et n'ose pas livrer ses canons aux incertitudes de la première ligne.

Les seuls engins d'artillerie qu'il a placés sous casemate sont des armes contre tanks presque exclusivement. Les pièces de campagne, *a fortiori* les gros calibres, ont peu accès dans les casemates. Leurs emplacements sont, ailleurs, très protégés, certes, défilés sous des camouflages, mais gardant leur mobilité, pour répondre aux ordres, non pas d'un régiment ou d'un bataillon, mais de la division ou du corps d'armée.



(38 291)

FIG. 10. — INTÉRIEUR D'UN BLOCKHAUS A DOUBLE ÉTAGE

L'étage supérieur est réservé aux chambres de tir. L'étage inférieur constitue l'abri-repos d'une partie du personnel avec lits de camp, réserves de munitions et de vivres. Ces sortes d'abris sont plutôt rares sur la ligne Siegfried. Leur construction a surtout été poussée depuis septembre 1939 lorsqu'on s'aperçut que l'inconfort réagissait fortement sur le moral des occupants. Malgré ces améliorations, la vie est extrêmement pénible dans ces casemates.

Qualités et défauts de la ligne Siegfried

Nous ne pouvons présentement confronter pour un jugement les conceptions française et allemande et comparer la valeur stratégique des lignes Maginot et Siegfried. Bornons-nous à souligner les qualités et les déficiences de la fortification allemande.

Divisée à l'extrême, la position Siegfried exige de l'assaillant la dispersion de ses efforts offensifs qui en diminue la puissance.

La grande diffusion des groupes de combat, leur étalement en profondeur, leur situation étudiée à loisir par l'état-major dès le temps de paix, ont

transformé le champ de bataille en un quadrillage extrêmement serré où l'unité qui attaque se trouve aux prises de toutes parts avec un ennemi bien abrité, qui le tient à la merci de son tir.

Les casemates bétonnées sont une *bonne protection*. Elles sont conçues pour résister aux coups de l'artillerie légère sans faiblir. Pour en avoir raison, il faut plusieurs obus de gros calibre, sensiblement au même point d'impact, ou bien un obus moyen arrivant de plein fouet sur le créneau.

Or, ces coups d'embrasure sont *peu fréquents* pour une dépense normale de munitions. Les chars peuvent plus facilement

les réaliser, et c'est pourquoi le *canon anti-char est si répandu* dans les blockhaus.

Et puis, il y a l'*obstacle retardateur*, auquel les Allemands, on l'a vu, ont mis tous leurs soins.

Mais il y a aussi, entre les combats, un temps de repos. Prévoir la protection du soldat est nécessaire. Assurer son confort

Si encore ses casemates pouvaient lui permettre de réduire ses effectifs ! Mais sa conception de la position fortifiée ne lui *économise aucun soldat*.

Pour occuper utilement tant de blockhaus, il faut, évidemment, beaucoup de monde.

Somme toute, la ligne Siegfried accuse sa *construction hâtive*.



FIG. 11. — BARRAGE ANTICHARS EN DENTS DE BÉTON

(38 287)

Doubleant les réseaux de fils de fer, les barrages en dents de béton sont disposés auprès de fossés artificiels. Les dents sont de hauteur inégale pour contraindre le tank qui tente de les franchir à perdre contact avec le sol et à prendre des poses dangereuses pour sa stabilité. Ainsi mis en difficulté, il est un objectif plus commode pour les armes antichars.

et son repos ne l'est pas moins. On ne trouve pas dans la construction Siegfried, le souci du bien-être du combattant. Les tunnels et les abris colossaux creusés en 1914-1918 par les Allemands pour abriter leurs régiments ont été plus d'une fois d'immenses tombeaux. On paraît, outre-Rhin, en avoir gardé la terreur. Aussi ne retrouve-t-on pas ici les casernes souterraines si complaisamment décrites par les reporters de la ligne Maginot.

L'Allemand semble ne penser qu'à la bataille.

La ligne Siegfried est-elle infranchissable ?

Napoléon disait que, dans l'attaque des places fortes, il faut concentrer toute la puissance du feu sur un point ; une fois la brèche faite, l'équilibre est rompu, la ville est prise.

C'est toujours cette tactique qui est la bonne et qui aura raison de l'obstacle fortifié que nous oppose l'ennemi.

L'équilibre de la ligne Siegfried n'est pas impeccable. On ne voit pas d'abord que les

fortins qui la composent, considérés en eux-mêmes, soient absolument invulnérables.

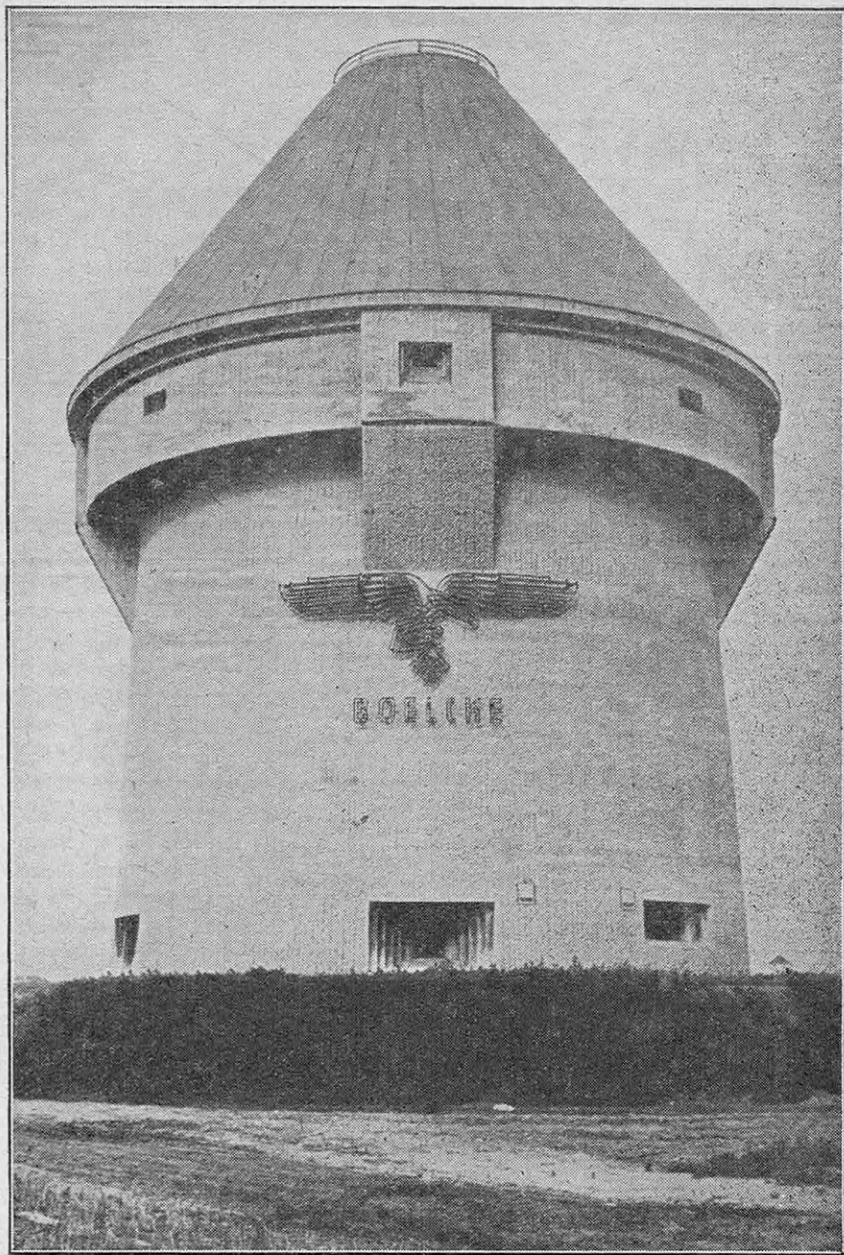
En y dépensant beaucoup de munitions, on peut arriver à détruire un mur de béton. Une embrasure ne résiste pas à un tir précis de chars. Il suffit d'un coup heureux pour anéantir un fortin.

Il y a plus. Ces multiples casemates aux champs de tir bien définis ont l'inconvénient même de leur solidité. Une mitrailleuse dans une tranchée peut être, en quelques instants, placée dans un axe de tir différent pour faire face, au cours du combat, à une situation tactique imprévue.

Le créneau de la chambre de tir élémentaire n'est pas déplaçable à volonté. Et, dans un secteur donné du champ de bataille, on peut très bien imaginer que le travail de l'artillerie ayant rendu inutilisable plusieurs fortins essentiels, les autres ne soient plus d'aucun secours pour la défense.

Car, en définitive, l'attaque de la ligne Siegfried se résoudra en une formule d'artillerie.

Les Alliés n'auront jamais trop de munitions pour arroser et écraser le béton d'en face. Pilonnage des positions, rupture des blindages, pluie diluvienne de projectiles de gros calibres : c'est la méthode



(38 290)

FIG. 12. — UN ÉTRANGE MOULIN QUI A PERDU SES AILES

De loin, dans la campagne, on pense à un vieux moulin hors service. De près, des créneaux dardent des canons de mitrailleuse ou d'armes antichar, en guise de fenêtres. Quant au toit, il cache un canon à tir rapide, qui peut atteindre tous les points du ciel et tout prêt à cracher feu et mitraille à 8 000 ou 10 000 m de hauteur sur l'avion qui survolerait la position Siegfried.

perpétuelle des préparations d'assaut.

Soyons rassurés et confiants. L'heure viendra où, sur les débris des fortins allemands, les poilus de 1940 jugeront du bon travail de nos artilleurs et de la sagesse de nos chefs.

ANDRÉ DAULNAY.

LE BILAN MENSUEL DE LA GUERRE

(3 Décembre 1939 - 4 Janvier 1940)

Par le général DUVAL

Voici l'article synthétique du général Duval qui, chaque mois, dresse ici le bilan des opérations militaires sur le front occidental et en Finlande. Cet exposé, qui couvre, cette fois-ci, la période du 3 décembre 1939 au 3 janvier 1940, est volontairement limité dans le temps. Il doit, sous cette forme, préciser les grandes lignes de la conduite stratégique de la guerre et permettre de situer, dans leur cadre général les événements de l'actualité quotidienne.

Sur le front occidental

LA situation militaire n'a pas varié sur le front occidental. Elle s'y cristallise, elle s'incrute dans le sol. Dans les deux camps, on creuse, on bétonne, on travaille à renforcer, à accumuler les retranchements. La menace allemande sur la Belgique et la Hollande s'est faite moins pressante, au moins en apparence. L'activité militaire allemande se poursuit sous deux formes. Sur les lignes où Français et Allemands se font face, s'observent, elle est le fait des détachements de choc, des « Stoss-truppen » ; à l'arrière, elle se dépense dans de nombreux camps d'instruction sous la direction d'officiers et de sous-officiers instructeurs.

Les détachements de choc, les « Stoss-truppen », sont donc nés dans l'armée allemande dès les premiers mois de cette guerre. Dans la guerre précédente, il avait fallu plus de temps pour que le haut commandement se décidât à ce mode d'organisation qui consiste à prélever les meilleurs éléments pour en faire des unités d'élite et leur confier les missions difficiles. Il ne l'avait fait qu'après trois ans de guerre, en 1917, d'une manière plus complète, plus radicale, il est vrai, en l'appliquant à l'organisation des grandes unités. Les divisions de choc avaient été distinguées des divisions chargées de la garde des tranchées.

Aujourd'hui, nous n'en sommes pas encore là, ou du moins nous n'en sommes pas informés. Il ne s'agit, à notre connaissance, que de petits groupes formés avec des hommes choisis parmi les mieux instruits, les plus résolus, les plus vigoureux. Ces petits groupes jouissent, à l'arrière du front, d'un traitement privilégié. Ils sont engagés le plus souvent pendant la nuit pour repérer

les emplacements de nos postes avancés et chercher à les enlever. Ils se glissent silencieusement jusqu'à petite portée, les enveloppent, lancent leurs grenades et bondissent.

Mais à tout système d'attaque répond un procédé de défense. Nos postes ont pu, au début, être surpris ; ils sont devenus plus attentifs. Ils se terrent derrière un réseau bas de fils de fer, cherchent, par un habile camouflage, à se confondre avec le sol. Ainsi, ils épient les mouvements de l'ennemi, et attendent de se sentir démasqués pour se révéler par une salve décisive de leurs fusils mitrailleurs. L'épreuve est aussi dure moralement que physiquement ; elle l'est aussi pour l'attaque, dont les ficelles s'usent à la longue et que le succès récompense de moins en moins souvent.

À l'arrière, dans les camps, l'armée allemande travaille à améliorer la qualité et le nombre de ses officiers, de ses sous-officiers, de ses soldats. Il faut se rappeler que les hommes des classes 1900 à 1913 n'ont pas reçu d'instruction militaire ou en ont reçu une très sommaire. Il faut remplir cette lacune. Les camps produisent des cadres et des soldats en série, comme les usines produisent du matériel.

Le commandement allemand prétend porter ainsi à deux cent quarante le nombre de ses divisions. Ce chiffre a été atteint en 1917, après trois ans de guerre, et en travaillant sur les bases solides d'une armée riche de cinquante années de service militaire obligatoire ininterrompu. Nous ne devons pas attribuer une foi aveugle à des informations qui nous viennent par l'intermédiaire de la presse neutre, à laquelle les a jetées le docteur Gœbbels.

De toutes manières, cinquante à soixante divisions seront nécessaires à l'intérieur, en

particulier pour assurer la garde de la Bohême et de la Pologne, dont les vœux ne sont pas favorables à la victoire du Reich.

La guerre en Finlande

La guerre de Finlande a été le grand événement du mois de décembre. Elle a pris la forme d'un drame émouvant et réconfortant à la fois. Émouvant, parce que, contre toute raison apparente, la Finlande n'a pas désespéré d'elle-même. Comme la Pologne, elle a préféré la voie douloureuse à celle de la servitude ; elle a cru la mort préférable à l'esclavage. Mais il a été réconfortant de voir le courage récompensé. Les Finlandais ont tout jeté dans la balance du destin, leurs personnes et leurs biens, et la balance a penché de leur côté. La guerre de Finlande, du moins le premier acte du drame, s'est terminée, au début de cette année, par une véritable débâcle de l'entreprise soviétique. La démonstration a été ainsi faite des possibilités de l'armée des Soviets. Si un prompt secours est apporté à la Finlande par les nations qui le lui ont promis à Genève, sa victoire sera définitive.

Venons à l'exposé des faits. Pour les bien comprendre, il est nécessaire de dire quelques mots de la configuration géographique du pays, évidemment favorable à sa défense. On peut y distinguer, en allant du sud au nord, trois zones. La zone méridionale est la plus riche, la plus peuplée ; elle compte parmi les plus belles contrées de l'Europe. Les villes y sont nombreuses, le réseau ferré et routier relativement dense. Le sol est accidenté, bien qu'il ne s'y rencontre guère d'altitudes de plus de 300 mètres ; les lacs et les forêts en recouvrent la plus grande partie. Il y a, au mois de janvier et de février, plus d'un mètre d'épaisseur de neige dans la campagne ; les forêts sont à peu près impénétrables et les lacs gelés. Il fait jour à peu près quatre heures sur vingt-quatre.

La zone centrale, située entre les 63° et 66° parallèles, et que borde la partie nord du golfe de Botnie, n'a plus, à hauteur de Oulu (Uleaborg), qu'une largeur d'environ 200 km. Les forêts y sont encore nombreuses et très étendues ; les lacs le sont moins. La ville principale, Oulu (Uleaborg), située sur le golfe de Botnie, est reliée à la Finlande méridionale par deux voies ferrées, l'une qui suit la côte du golfe de Botnie, l'autre, qui atteint le lac Ladoga, vers Sortavala.

La zone nord comporte très peu de villes, peu de lacs, peu de forêts. C'est la Laponie. Elle s'étend depuis le cercle polaire jusqu'à l'océan Glacial. C'est une immense plaine

nue, glacée, ensevelie sous la neige. Il n'y existe aucune voie ferrée, sauf le tronçon, long de 200 km, qui, partant de Tornio (Tornea) au fond du golfe de Botnie, aboutit à Kemijarvi, en passant par Rovaniemi. De Kemijarvi à Petsamo, l'unique port de la Finlande sur l'océan Glacial, il y a 400 km à vol d'oiseau. La nuit est constante et le froid atteint 40° au-dessous de 0.

La forme des opérations a naturellement varié suivant les régions. Les Russes ont dû engager au début 4 à 500 000 hommes ; il ne semble pas qu'il y ait eu plus de 200 à 220 000 mille Finlandais. La Finlande disposait d'un nombre de soldats instruits plus élevé ; mais les armes, les munitions, le matériel lui manquaient.

L'effort principal a été dirigé par les Russes contre la Finlande méridionale. Une attaque importante emprunte l'isthme de Carélie, entrée normale de la Finlande, entre le lac Ladoga et le golfe de Finlande. Là, le réseau ferré finnois se raccorde avec le réseau russe. Deux voies, parties de Leningrad, traversent l'isthme. L'une, à l'ouest, passe par Viborg et permet d'atteindre Helsinki et Abo ; l'autre, à l'est, se dirige vers la Finlande septentrionale et, par Oulu, gagne la frontière de Suède.

On estime à six ou sept divisions et un corps motorisé les forces russes qui ont attaqué dans l'isthme de Carélie. Elles se sont heurtées à l'organisation défensive que représente la ligne Mannerheim ; cette ligne barre l'isthme dans toute sa largeur, depuis l'embouchure de la rivière Vuoksi, vers Taipale, jusqu'aux environs de Koivisto. L'isthme de Carélie est le seul endroit où l'U. R. S. S. pouvait engager des forces importantes et les y entretenir. Mais l'espace y est limité, les ailes de la position finlandaise ne peuvent pas être tournées. Les Russes se trouvaient donc dans la nécessité d'attaquer de front. Ils ont accumulé, pour ces attaques, les chars et les hommes. Ils ont indéfiniment renouvelé leurs coups de bélier. Ils ont constamment échoué.

Une attaque qui suivait la rive nord-est du lac Ladoga devait se combiner avec celle de l'isthme en prenant la ligne Mannerheim à revers. Mais elle n'a pas eu davantage de succès ; elle n'a pas dépassé Pitkaranta.

Sur la frontière qui s'étend du Ladoga à l'océan Glacial, un certain nombre de divisions cherchaient à pénétrer à l'intérieur du territoire finlandais. Trois attaques dans la Finlande méridionale visaient la possession de la voie ferrée de Sortavala à Uleaborg ;

elles étaient arrêtées et brisées à Tolvajarvi, vers Ilomantsi, et à l'est de Lieksa.

Un effort important était prévu dans la région centrale. Là, il s'agissait de profiter du voisinage relatif de la frontière et du golfe de Botnie. Moins de 200 km séparent Suomussalmi de Oulu. Si les Russes parvenaient à les franchir, toute communication avec la Suède était interrompue, et la Finlande méridionale se trouvait isolée. Cette manœuvre aboutit, à la fin de décembre, au grave échec de Suomussalmi, où la 163^e division russe fut pratiquement détruite.

Enfin, en Laponie, Petsamo tomba, dès les premiers jours de décembre, entre les mains des Russes, venus de Mourmansk. Deux colonnes durent ensuite combiner leurs mouvements, l'une venant de Petsamo, l'autre de Kuolajarvi, localité proche de la frontière et un peu au nord du cercle polaire. Ces deux colonnes avaient pour objectif commun Kemijarvi, terminus de la voie

ferrée venant de Tornio. Mais des renforts finlandais, transportés par cette voie ferrée, manœuvrèrent entre les deux colonnes. La colonne venue de Kuolajarvi fut d'abord repoussée et reconduite jusqu'à la frontière ; la colonne de Petsamo, attaquée ensuite, se retira à son tour. Petsamo, seul, est encore aujourd'hui aux mains des Russes.

Il semble bien que tous ces échecs soient définitifs, à la condition que la Finlande soit promptement secourue. Genève en a proclamé l'obligation, et les puissances occidentales en comprennent l'importance. Si les Russes étaient les maîtres de la Finlande, les Allemands seraient, demain, les maîtres du Danemark et de la presque île scandinave. On se demande comment la Grande-Bretagne pourrait alors conserver la prétention de régner sur la mer du Nord et sur l'Atlantique nord. C'en serait fait du blocus et peut-être même de la sécurité de la Grande-Bretagne.

Général DUVAL.

Le problème du décollage par tous les temps des hydravions de gros tonnage lourdement chargés, tels que les hydravions du nouveau service transatlantique, préoccupe actuellement les techniciens américains. Parmi les solutions à l'étude figure un intéressant projet qui prévoit le décollage des hydravions non plus sur un plan d'eau, mais sur une véritable route en béton. C'est, en quelque sorte, comme le fait observer la revue italienne *le Vie dell' Aria*, une extension du principe du catapultage qui, au delà d'un poids total d'une quinzaine de tonnes, ne peut plus être mis en œuvre par les procédés ordinaires (catapultes à air comprimé ou à poudre). En outre, les accélérations développées lors du catapultage, de l'ordre de deux ou trois fois l'accélération de la pesanteur, ne peuvent convenir à un service régulier pour passagers. Le projet américain prévoit un système de routes longues de quelques centaines de mètres, partant d'un centre commun et orientées dans la direction des vents dominants. Pour le lancement, l'hydravion est posé par une grue sur un chariot de grandes dimensions mû par des moteurs électriques montés sur son châssis. Le pilote de l'hydravion et le conducteur du chariot sont en communication téléphonique de manière à pouvoir lancer au même moment toute la puissance de leurs moteurs respectifs. L'hydravion acquiert ainsi très rapidement une vitesse élevée, de sorte que lorsqu'il est libéré de ses attaches avec le chariot, il s'élève immédiatement de plusieurs mètres au-dessus de ce dernier et n'a plus qu'à continuer son vol. Le chariot est alors freiné avant qu'il ait atteint la limite de la piste. Des précautions sont prises pour que le décrochage de l'appareil ne puisse se produire si, pour une raison quelconque, la vitesse nécessaire ne peut être atteinte. Toutes les opérations étant automatiques, le lancement des hydravions les plus lourdement chargés peut s'effectuer aussi bien la nuit que le jour par temps de brume.

ATOMES STABLES, ATOMES INSTABLES

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Dans l'architecture de l'atome, on sait que le noyau, autour duquel gravitent les électrons planétaires, joue un rôle capital. C'est en lui que réside, en quelque sorte, la « personnalité » chimique de l'élément considéré et que se trouvent concentrées non seulement toute la masse, mais aussi la charge électrique positive qui maintient autour de l'atome non ionisé son cortège d'électrons. Le problème dominant de la physique atomique actuelle est la détermination de la structure du noyau et de la nature des liens unissant les corpuscules élémentaires qui y sont inclus. L'étude des désintégrations nucléaires, tant pour les corps spontanément radioactifs que pour les nombreuses variétés instables nouvelles que les physiciens savent fabriquer artificiellement, apporte dans ce domaine de précieuses indications. Cette patiente accumulation de résultats expérimentaux prépare la voie aux théories nouvelles qui pénétreront plus profondément la nature intime de la matière et, par les possibilités inédites qu'elles indiqueront, nous permettront peut-être d'utiliser les quantités d'énergie énormes que dégagent les réactions de la chimie nucléaire et qui demeurent encore aujourd'hui hors de notre atteinte.

La radioactivité naturelle, la radioactivité artificielle

COMME les chercheurs d'or se précipitent vers le pays où un prospecteur audacieux vient de découvrir un placer, les chercheurs de vérités scientifiques se tournent aujourd'hui en foule vers les problèmes d'atomistique ; des laboratoires, de mieux en mieux organisés, sortent sans arrêt des travaux qui ouvrent de nouvelles perspectives ; ainsi, les explications provisoires se succèdent rapidement. Pour ces raisons, une Revue comme la nôtre doit, périodiquement, faire le point ; c'est l'objet du présent article.

Il faut d'abord rappeler ce qui s'est maintenu fixe à travers tous les bouleversements. C'est, en premier lieu, la représentation planétaire de Rutherford : l'atome, de masse A (rapportée au système pondéral où l'atome d'oxygène pèse 16) est formé par un noyau, portant une charge électrique positive $+Z$, entouré par Z électrons planétaires portant chacun la charge négative -1 . En première approximation, A et Z sont des nombres entiers, et Z représente le *nombre atomique*, c'est-à-dire le rang de l'atome dans la classification périodique de Mendelejeff.

A cette échelle de précision, toute la masse de l'atome est portée par le noyau, et cette masse étant A fois plus grande que celle de l'atome d'hydrogène, on retombe sur la vieille hypothèse de Prout légèrement modifiée : les noyaux atomiques seraient formés par l'association de masses élémen-

taires égales à celle de l'atome d'hydrogène. Nous verrons tout à l'heure comment ce point de vue approximatif doit être modifié, en tenant compte de la relation einsteinienne entre la masse et l'énergie.

Le problème dominant, dans l'atomistique actuelle, est donc de déterminer la structure du noyau ; malgré ses dimensions infimes, ce noyau apparaît comme un microcosme extraordinairement compliqué, dans la définition duquel les notions courantes d'espace et d'individualité perdent peut-être toute signification. Mais un fait est acquis : ce noyau n'est pas indestructible. Cela est apparu, d'abord, pour les corps spontanément radioactifs, où le noyau se brise lui-même en éclats ; plus tard, la désintégration forcée des atomes réputés stables a généralisé cette notion ; enfin, l'apparition de la radioactivité artificielle a allongé la liste des noyaux instables.

Dès lors, il a paru naturel de recueillir les éclats de ces désintégrations nucléaires, spontanées ou provoquées, et de tenter de reconstituer les noyaux avec eux, comme on recolle un vase brisé dont on a ramassé les morceaux. Ces éclats sont nombreux et variés : hélions ou particules alpha (masse 4, charge électrique $+2$), protons (masse 1, charge $+1$), neutrons (masse 1, charge 0), négatons (masse 0, charge -1), positons (masse 0, charge $+1$)... encore cette liste est-elle incomplète (1).

(1) Dans le numéro 262, page 267, j'ai signalé l'existence possible d'un *électron lourd*.

Evidemment, il y a plusieurs façons de reconstituer un noyau de masse A et de charge électrique $+Z$ en associant ces divers éléments, et les physiciens ont montré successivement leurs préférences pour les unes et pour les autres ; actuellement, leur grande majorité se rallie à l'hypothèse émise en 1932 par Heisenberg, d'après laquelle les noyaux atomiques seraient constitués exclusivement de protons et de neutrons, les autres éléments projetés par les désintégrations résultant d'actions secondaires. Dans cette hypothèse, que nous adopterons provisoirement, le noyau atomique de masse A et de charge Z doit être formé par l'association de Z protons et de N neutrons, de telle sorte qu'on a, toujours en première approximation,

$$A = N + Z$$

et l'atome neutre se complète par l'adjonction de Z électrons planétaires (ou négatifs).

Mais tout indique que cet édifice n'est pas statique ; chacun des éléments qui le constituent possède une énergie considérable, dont une partie est libérée lorsque viennent à se rompre les liens qui les retenant associés. Evidemment, si nous connaissions la nature de ces liens et l'architecture du noyau, notre science de l'atome aurait fait des progrès considérables. Nous n'en sommes pas là, tant s'en faut ; l'ensemble des faits connus porte seulement à croire que ces constituants du noyau sont disposés, comme son enveloppe planétaire, suivant des couches concentriques, dont chacune correspond à un certain niveau d'énergie ; lorsqu'un des éléments internes, proton ou neutron, vient à être excité par un choc violent, il est projeté d'un de ces niveaux à un autre, et le retour à son état primitif s'accompagne d'émissions qui peuvent être constituées, ou par des photons gamma analogues aux rayons X, ou par l'énergie plus condensée des électrons positifs ou négatifs, en obéissant aux règles quantiques qui commandent à

l'émission de la lumière et des rayons X.

Sans prétendre à aborder actuellement ces problèmes, on se contente d'étudier les causes de fragilité des noyaux ; cette étude, menée par des voies différentes, a déjà donné des résultats importants, dont nous allons maintenant rendre compte.

Les défauts de masse

La chimie enseigne, ou plutôt vérifie que les composés les plus stables sont en général ceux qui sont formés, à partir des éléments, avec le plus fort dégagement d'énergie. De même, si le noyau d'un atome est formé par l'association de N neutrons et de Z protons, plus grande sera l'énergie libérée par leur union, plus le noyau A sera stable, puisqu'il faudra lui fournir cette énergie pour le décomposer en ses éléments. Et il se trouve que la mesure de cette grandeur est devenue possible, grâce à la précision avec laquelle le spectrographe de masse a permis de peser les atomes ainsi que leurs constituants ; dans le système universellement adopté, qui a pour base $O = 16$, la masse du proton, ou noyau d'hydrogène, est

1,00775 et celle du neutron, 1,0090.

Expliquons-nous sur un exemple : le noyau de l'atome de lithium est formé par l'union de 3 protons et de 3 neutrons, de telle sorte qu'en première approximation, sa masse atomique 6 est bien égale à $3 + 3$. Mais, en réalité, cette masse atomique vaut 6,012, tandis que la masse des protons et neutrons constituants est $3 \times 1,00775 + 3 \times 1,0090 = 6,050$. Il manque donc au noyau de lithium, par rapport à ses constituants, $6,050 - 6,012 = 0,038$. Cette masse perdue, où donc a-t-elle passé ? On admet qu'elle a été transformée en énergie lors de la formation de l'atome, dans le rapport indiqué par la loi d'Einstein, la destruction d'une masse égale à 1 gramme correspondant à la production d'un nombre d'ergs égal au carré de la vitesse de la lumière, soit 9×10^{20} .

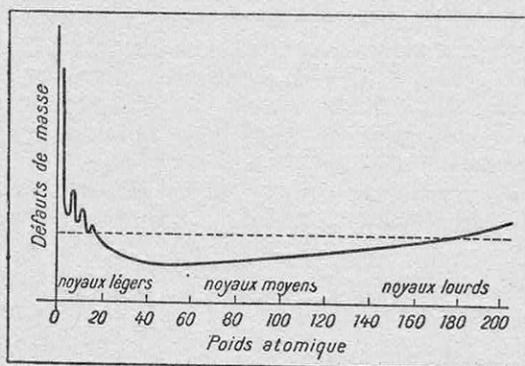


FIG. 1. — COURBE METTANT EN ÉVIDENCE LES DIFFÉRENCES DE STABILITÉ DES DIFFÉRENTS NOYAUX ATOMIQUES

La stabilité est ici chiffrée par le « départ de masse par proton », différence entre la masse moyenne des corpuscules en liaison dans le noyau et les mêmes particules à l'état libre. On voit qu'elle varie dans de larges limites. Parmi les éléments les plus légers, l'hélium, le carbone et l'oxygène (masses atomiques, 8, 12 et 16) ont la plus grande stabilité. Quand le noyau s'alourdit, la stabilité augmente d'abord, puis diminue pour les éléments très lourds.

Sur ces bases, l'énergie libérée lors de la formation d'un atome de lithium vaudrait $9,3 \times 10^{-6}$ ergs, ou $6,1 \times 10^8$ électron-volts.

Pareil calcul peut être appliqué à tous les éléments pour lesquels la masse atomique A est connue avec précision ; les physiciens anglais de l'École de Cambridge sont passés maîtres dans ces opérations ; en général, ils divisent la perte de masse, évaluée en millièmes, par la masse atomique A ; par exemple, pour le lithium, 38 millièmes divisés par 6 donnent 6,3 ; ce quotient représente ce qu'ils nomment *packeting fraction*, et que nous pouvons appeler perte de masse par proton ou par neutron ; ils prennent, assez audacieusement, ce nombre pour mesure de la stabilité, et voici quelques-uns des résultats qu'ils obtiennent :

Parmi les éléments légers, il en est, comme le lithium, le bore, le béryllium, pour lesquels la perte de masse par proton est minimum et peu supérieure à 6 ; or, l'expérience prouve que ces éléments sont relativement instables, tandis qu'à une plus grande valeur du défaut de masse des éléments légers correspond une stabilité plus grande : par exemple, 7,5 pour l'hélium, 7,7 pour le carbone, 7,8 pour l'oxygène. A mesure qu'on s'avance vers les poids atomiques croissants, la perte de masse croît assez régulièrement, en même temps que la stabilité ; l'addition d'un proton ou d'un neutron se traduit alors, pour les noyaux moyens, par une perte de masse à peu près constante, qui correspond à une énergie de liaison comprise entre 8 et 9 millions d'électron-volts. Mais, lorsqu'on atteint les atomes lourds, la stabilité recommence à faiblir et se rapproche de celle des éléments légers les plus instables ; enfin, lorsqu'on arrive aux métaux spontanément radioactifs, dont l'instabilité est évidente, on voit la perte

de masse retomber au voisinage de 7.

D'après ces résultats, on pourrait représenter la stabilité, en fonction du poids atomique A , par une courbe analogue à celle de la figure 1, mais il faut dire d'abord que cette courbe ne saurait, actuellement, être tracée avec précision, ensuite que les raisonnements sur lesquels on s'appuie sont loin d'être exempts d'hypothèses. En particulier, il est certain que la stabilité dépend non

seulement du nombre des protons et des neutrons, mais encore et peut-être surtout de leur arrangement ; pour en donner un exemple, je citerai deux éléments différents mais « isomères », c'est-à-dire formés du même nombre de protons et de neutrons, 82 des premiers pour 128 des seconds, dont la somme 210 représente le poids atomique commun de ces corps ; la perte de masse, calculée comme je l'ai montré, serait donc la même pour les deux, et par suite la stabilité ; or, l'un de ces éléments est un des isotopes du plomb, parfaitement stable, tandis que l'autre est le radium D , qui se désintègre avec une période de 22 ans en émettant des électrons. D'où il

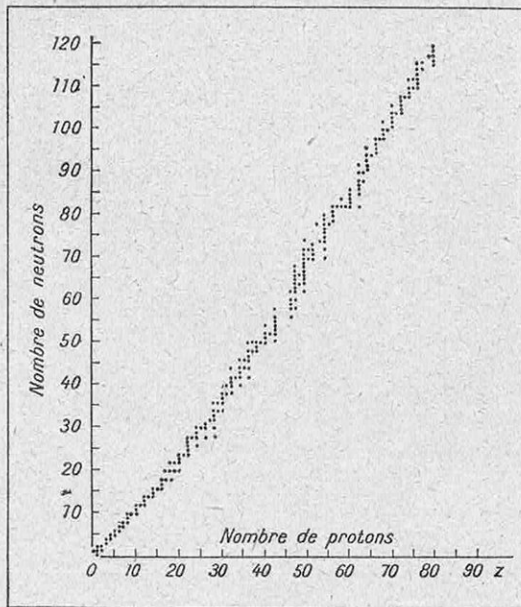


FIG. 2. — DIAGRAMME GÉNÉRAL DES ESPÈCES ATOMIQUES STABLES PRÉSENTES DANS LA NATURE

Ce diagramme réunit tous les isotopes connus des éléments naturels stables, au nombre de près de 300 pour 92 corps simples. L'abscisse de chaque point correspondant au nombre de protons présents dans le noyau et l'ordonnée au nombre de neutrons. On voit que le domaine des noyaux stables est remarquablement restreint.

appert que la considération des pertes de masse, si intéressante qu'elle soit, ne suffit pas pour nous fixer sur la stabilité d'un élément.

Quelques remarques arithmétiques

Dès le début des transmutations provoquées par le choc des particules alpha, on avait remarqué que les éléments à poids atomique multiple de 4, comme l'hélium (4), le carbone (12), l'oxygène (16), le néon (20), jouissaient d'une stabilité plus grande que les autres. Ces observations ont pu être développées ; si on considère uniquement les éléments stables, avec leurs isotopes, au total 265, on constate que :

149 noyaux ont à la fois Z pair et N pair ;

56 noyaux ont à la fois Z pair et N impair ;
 55 — — — Z impair et N pair ;
 5 — — — Z impair et N imp.

On aperçoit tout de suite que la parité des nombres de protons et de neutrons exerce une influence stabilisatrice ; le dernier cas, où Z et N sont l'un et l'autre impairs, n'est pas seulement rare, il ne se produit que pour les atomes légers, tout au début de la liste. Il est donc difficile de construire des noyaux stables avec des nombres impairs de protons et de neutrons ; la façon la plus naturelle de traduire ce résultat est de supposer que ces éléments ont tendance à s'accoupler pour former, par leur association, un ensemble mieux équilibré. On ne peut s'empêcher de remarquer, à cette occasion, l'extraordinaire solidité du noyau d'hélium, formé par l'union de deux protons et de deux neutrons ; d'une façon générale, une certaine symétrie aurait tendance à s'établir dans la constitution des noyaux, les éléments en porte-à-faux étant éliminés.

Un graphique suggestif

Ces remarques ne sont pas dépourvues d'intérêt, mais on

peut faire mieux encore en employant la méthode graphique magistralement exposée par M. Maurice de Broglie dans son livre, récemment paru : *Atomes, radioactivité, transmutations* (1).

Considérons la figure 2, où chacun des noyaux atomiques naturels (ils sont près de 300) est représenté par un point dont les coordonnées sont Z, nombre des protons constitutifs, et N, nombre des neutrons ; tous les points situés sur une même colonne verticale sont des isotopes ; et on voit qu'ils sont particulièrement nombreux dans la partie moyenne du graphique ; l'étain, à lui

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 265, page 76.

seul, en compte onze ; quant aux points placés sur une même ligne horizontale, ils représentent des éléments contenant le même nombre de neutrons, mais pouvant avoir des propriétés chimiques distinctes.

Sur ce graphique, un premier fait saute aux yeux ; c'est que les points n'y sont pas distribués n'importe où, comme ce serait le cas si les lois du hasard régissaient la formation des noyaux ; ils sont répartis sur

une bande assez étroite, pourtant un peu plus large dans sa partie centrale, en raison de l'abondance des isotopes ; en dehors de cette région, l'existence de noyaux stables est impossible ; bien entendu, la nature ne nous en donne pas la raison, mais Heisenberg, dans un mémoire important qui date de 1932, pense les avoir déduites de la mécanique quantique. D'après les conclusions de ce mémoire, la stabilité des éléments légers correspond à l'égalité des nombres de protons et de neutrons, $N = Z$; par conséquent, les points du graphique 2 doivent, au début, être alignés suivant la bissectrice de l'angle des axes coordonnés.

C'est bien, en effet, ce qui se produit réel-

lement ; mais à mesure que l'atome s'alourdit et se complique, la stabilité du noyau est influencée par les actions mutuelles entre ses diverses particules, et il en résulte, suivant Heisenberg, que le rapport $\frac{N}{Z}$ doit être un peu supérieur à l'unité, ou, ce qui revient au même, que la bande de stabilité doit s'infléchir vers le haut. Mais ce rapport ne doit pas dépasser une certaine limite voisine de 1,5 : elle est atteinte pour le plus lourd des atomes stables, l'isotope du bismuth $A = 209$, dont le noyau est formé avec 126 neutrons et 83 protons.

La figure 3 reproduit, à plus grande

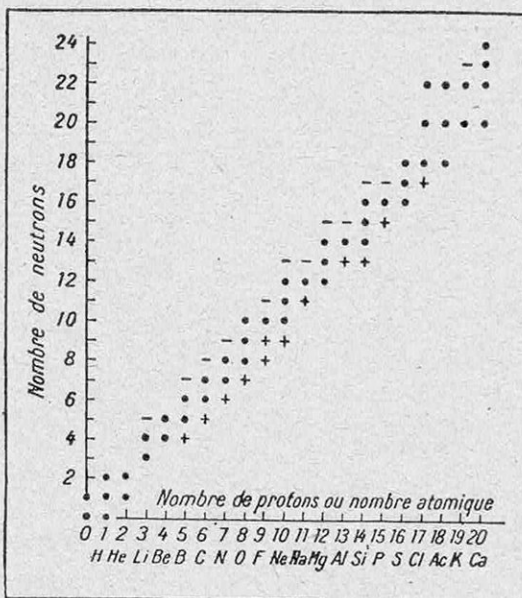


FIG. 3. — DIAGRAMME GÉNÉRAL DES ESPÈCES ATOMIQUES STABLES ET INSTABLES CORRESPONDANT AUX VINGT PREMIERS CORPS SIMPLES

La région de stabilité reproduisant le diagramme précédent, est bordée d'une double frange d'éléments instables (radioactivité artificielle). La frange supérieure est constitué par des atomes émetteurs d'électrons négatifs (marqués par le signe -) et la frange inférieure par des atomes émetteurs d'électrons positifs (marqués par le signe +).

échelle, le début du graphique 2, où prennent place les éléments légers jusqu'à $Z=20$. En suivant ces deux représentations, on est amené à faire diverses remarques : d'abord, pour $Z = 19$ et $Z = 37$, on trouve le potassium et le rubidium, éléments faiblement radioactifs, donc instables, qui se détruisent en émettant des rayons bêta, c'est-à-dire des électrons ; d'après la remarque faite plus haut, les valeurs impaires de Z justifient cette instabilité ; mais, mieux encore, il faut noter l'absence des éléments dont les rangs sur la table de Mendelejeff, c'est-à-dire toujours Z , sont les nombres impairs 61, 85 et 87, et aussi la non-existence des noyaux correspondant aux valeurs impaires de N : 19, 21, 35, 39, 45, 59, 61, 89, 115.

L'examen des noyaux stables marqués sur ces graphiques nous a déjà donné des résultats intéressants ; mais ils se complètent lorsqu'on considère les éléments nouveaux doués de la radioactivité artificielle ; bien que leur existence n'ait été révélée que depuis peu

de temps, on en connaît déjà 54, qui résultent de l'activation des atomes stables, depuis le lithium jusqu'à l'or ; ces corps se désintègrent en donnant des électrons, soit positifs, soit négatifs, mais jamais les deux à la fois. L'examen des équations de désintégration permet, dans beaucoup de cas, d'évaluer le Z et le N de ces radioéléments. On peut donc les porter sur le graphique ; c'est ce que M. Maurice de Broglie a fait pour les plus légers d'entre eux, jusqu'à $Z = 20$, qui correspond au calcium. Le résultat est reproduit sur la figure 3, les radioéléments étant figurés par + ou par - suivant qu'ils émettent des positons ou des négatons.

Le résultat de cette construction est évident ; il montre que la bande de stabilité est bordée, en dessus, par une frange

de radioéléments marqués —, en dessous par les radioéléments + : autrement dit, la stabilité est détruite par un excès, soit de neutrons, soit de protons et, suivant le cas, on voit apparaître des émissions électroniques de signes contraires.

Mais la bande de stabilité n'est pas limitée seulement sur les deux bords : elle est arrêtée à son extrémité par l'apparition de la radioactivité naturelle, et le graphique de la figure 4 représente à part cette région du diagramme qui s'étend de $Z = 80$ à $Z = 92$. On y voit que la radioactivité commence à partir de $Z = 81$, et qu'après $Z = 83$, il n'existe plus de noyaux stables. Au delà de $Z = 92$, qui correspond aux deux isotopes de l'uranium, on ne connaît plus de noyaux, ni stables ni instables.

Pourtant, le physicien italien Fermi, en soumettant l'uranium à l'action des neutrons lents, avait cru constater la création d'éléments radioactifs « transuraniens », c'est-à-dire de rang supérieur à 92 ; mais de très récentes expériences, entre au-

tres celles de Meitner et Fritsch, conduisent à penser que le bombardement par les neutrons produit une véritable bipartition de l'uranium ; dernièrement encore, dans l'un des produits de cette rupture, MM. Jean Thibaud et Moussa ont cru reconnaître un radioélément dont les propriétés sont voisines de celles du brome ; en tout cas, l'énergie libérée par ces explosions nucléaires est colossale, et dépasse 100 millions d'électron-volts.

Tous ces faits ne comportent pas encore d'explications, à moins qu'on n'adopte les théories quantiques de Heisenberg ; mais ils nous font connaître les conditions auxquelles l'existence de noyaux stables est subordonnée, et toutes les constructions nucléaires devront y satisfaire ; c'est un travail préliminaire et nécessaire.

L.HOULLEVIGUE.

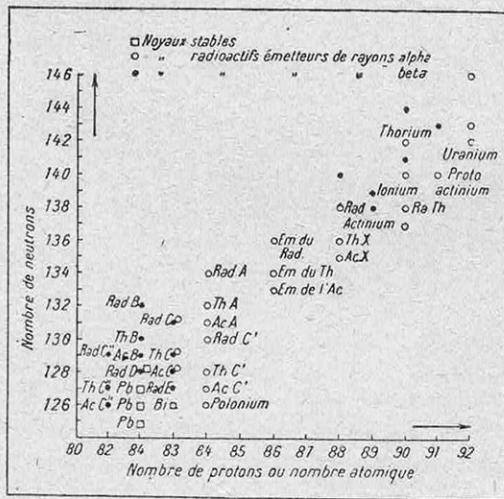


FIG. 4. — DIAGRAMME DES ESPÈCES ATOMIQUES CORRESPONDANT AUX ÉLÉMENTS LOURDS. C'est le domaine des corps spontanément radioactifs. Tous les éléments, à partir du bismuth (83) sont instables. Ce diagramme s'arrête à l'uranium, au delà duquel il ne semble pas que puisse exister, sans destruction immédiate, d'édifice nucléaire plus complexe.



« TRAINS LÉGERS » ET « TRAINS LOURDS » SE DISPUTENT L'HÉGÉMONIE DU RAIL

Par Pierre DEVAUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Si la locomotive n'évolue que lentement, ses progrès n'en sont pas moins continus : vitesses de plus en plus élevées, charges de plus en plus lourdes. Les recherches se poursuivent d'ailleurs dans deux sens différents, suivant que l'on tend avant tout vers la puissance ou la vitesse. Matériel lourd, avec les locomotives à vapeur à essieux moteurs couplés en vue d'accroître l'adhérence, matériel moins lourd avec les locomotives à haute pression, à turbines et à commande individuelle des essieux, matériel léger avec les autorails et les rames américaines aérodynamiques à super-confort se disputent le rail sans que l'on puisse affirmer qu'un seul de ces compétiteurs éliminera tous les autres. En outre, parmi les réalisations les plus récentes, les locomotives « Diesel-électriques » ou « turbines à vapeur-électriques » apportent des solutions neuves susceptibles d'améliorer sensiblement l'exploitation des réseaux modernes.

B IEN plus que l'avion ou la radio, inventions spectaculaires dont s'enorgueillit notre XIX^e siècle, le rail a changé les destinées de la race humaine. Aucune transformation contemporaine, sauf, peut-être, celle que nous apportent l'automobile et les autocars, ne donne une idée d'un tel bouleversement économique et social. Mais il faut bien avouer qu'environ les années 1910, le conquérant semblait s'endormir sur ses lauriers : et c'est un phénomène important et prometteur que l'intense vitalité, la puissance de rajeunissement qui exerce aujourd'hui ses effets dans le domaine des chemins de fer.

L'éléphant est long à naître, mais il vit, dit-on, plus d'un siècle. Tout est lent et progressif dans l'évolution des gros animaux, et la locomotive — s'il est permis d'élargir à ce point les classifications zoologiques — ne fait point exception à la règle.

Interrogeant naguère un collaborateur du duc de Broglie, je lui parlai d'un certain corpuscule, récemment découvert parmi les ultimes constituants de la matière :

— Quelle vieillerie ! s'exclama le physicien ; c'est une notion depuis longtemps dépassée : elle date d'au moins six mois !

Pénétrant dans le Service des locomotives d'une de nos « Régions » ferroviaires, j'entendis, au contraire, célébrer les mérites d'une machine qui me parut déjà... vénérable :

— Chez nous, monsieur, m'expliqua l'ingénieur, une locomotive âgée de six ans est une nouveauté qui a eu tout juste le temps de faire ses preuves !

Tel est le « rythme » des innovations ferroviaires, et il convient, pour mettre en leur juste place les réalisations hardies de 1938 et 1939, de considérer l'ensemble de la carrière parcourue depuis 1919.

Le poids, auxiliaire de la vitesse !

Deux voies différentes s'ouvraient devant les dirigeants de nos grandes compagnies, au lendemain de la guerre : électrifier à outrance ou perfectionner la traction autonome, c'est-à-dire la catégorie des locomotives à vapeur et autres engins capables de produire leur propre énergie mécanique.

Disons, pour être équitables, que les compagnies, coordonnées par le Conseil supérieur des Chemins de fer et par un organisme technique aujourd'hui disparu, l'OCEM (Office Central d'Etudes de Matériel de chemins de fer), ont su conserver entre ces tendances un judicieux équilibre. L'électrification, en particulier, grosse mangeuse de capitaux, a été conduite avec prudence ; la production des énormes puissances nécessaires a été prévue en fonction des besoins industriels et privés du territoire ; une égalisation des fréquences — précaution essentielle à une époque où les *mutateurs* à vapeur de mercure étaient encore la grandissime exception — ainsi qu'une « politique » rationnelle des installations hydroélectriques, permit aux chemins de fer électrifiés et au réseau national à 220 000 volts de se prêter un mutuel appui.

Conception fort sage et dont nous apercevons toute la souplesse, aujourd'hui que les

centrales hydroélectriques de Marèges, Brommat, Sarrans et des Pyrénées alimentent largement les usines de guerre décentralisées dans le Sud-Ouest, et que l'on envisage de *renverser* le sens de circulation de la puissance dans la grande artère à 220 000 volts, pour permettre aux usines thermiques de la région parisienne de contribuer à l'alimentation de cette industrie de guerre !

Le problème de la *traction autonome*, qui nous occupe plus particulièrement aujourd'hui, se subdivise à son tour, suivant que

à grande vitesse parce qu'elle garantit une application sans défaillance de la roue sur le rail ; un véhicule à ressorts raides, tel qu'un wagon de marchandises à quatre roues, non chargé, se trouverait en danger à grande vitesse, le *mentonnet* (ou « boudin ») des roues risquant de monter sur le rail lors d'une oscillation un peu forte.

Il y a lieu de rappeler que le matériel « tout acier », dont la résistance en cas de catastrophe est prodigieuse, se range également dans la catégorie des véhicules lourds. Nous avons déjà indiqué (1) quels problèmes

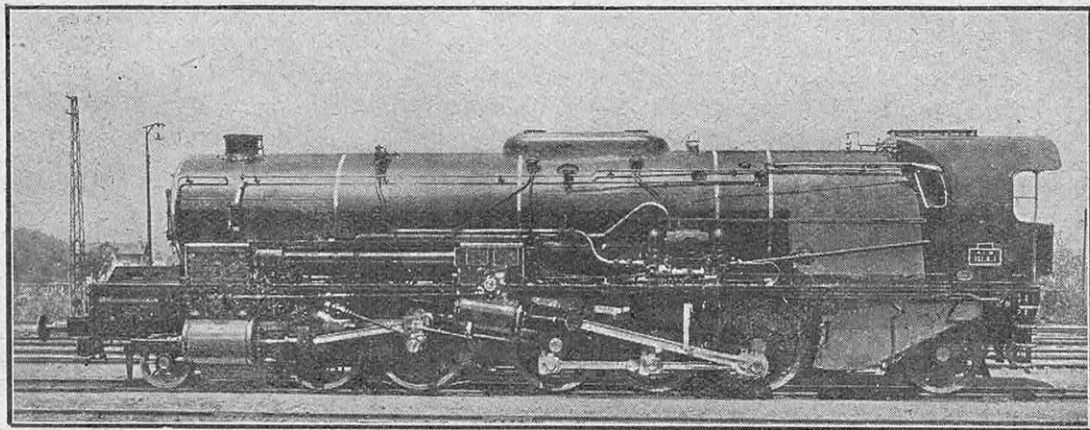


FIG. 1. — LOCOMOTIVES A MARCHANDISES A CINQ ESSIEUX MOTEURS ET DONT LES QUATRE CYLINDRES SONT A L'EXTÉRIEUR DES LONGERONS DU CHASSIS

Cette machine compound étant destinée à la remorque de trains lourds (1 400 t) sur certaines lignes où l'adhérence des locomotives à quatre essieux moteurs est insuffisante, sa puissance au crochet de traction devait atteindre 3 000 ch. Le diamètre des cylindres basse pression (745 mm) interdisait leur installation entre les longerons. Comme, d'autre part, la puissance des cylindres haute pression (2 000 ch) ne pouvait être transmise sans danger par un essieu coudé, ces cylindres ont dû être également placés à l'extérieur du châssis. Une machine de ce type a remorqué, aux essais, un train de 2 599 t (51 voitures) entre Lens et Le Bourget (223 km avec rampes de 5 mm/m) à une vitesse 50 km/h. Sa vitesse maximum est de 85 km/h.

l'on adopte pour le matériel la solution *lourde* ou la solution *légère*.

Les travaux de Marié et de ses successeurs ont précisé l'idée d'« alourdissement nécessaire », aujourd'hui très répandue dans les bureaux d'études de chemins de fer. Point n'est besoin d'être un spécialiste pour constater que le matériel confortable et rapide : voitures Pullmann et de première classe, wagons-lits, voitures des trains de luxe, est un *matériel lourd*. C'est là une conséquence des suspensions très *flexibles*, souvent multiples (la suspension des voitures à bogies françaises comporte jusqu'à trois systèmes élastiques superposés, avec un *amortissement* assez faible) et des caractéristiques d'oscillation que l'on exige de ces véhicules. On sait, par ailleurs, que cette souplesse des ressorts est favorable à la circulation

de stabilité pose la circulation de ces masses considérables lancées à grande vitesse.

Est-on allé trop loin dans cette voie ? Constatons qu'une réaction s'est produite dans la construction des récentes voitures de rapide, dont le poids a été ramené de 50 à 40 t. On n'ignore pas, d'autre part, que l'*autorail lourd* atteignant 35 t, s'est révélé plus confortable que l'*autorail léger*. Il y a là une « convergence » des solutions qui méritait d'être signalé.

Locomotives « rajeunies »

Pour remorquer à grande vitesse des trains lourds, il faut, évidemment, des locomotives *puissantes* ; or, si la puissance peut être accrue presque sans limite à bord des locomotives électriques, il est loin d'en être

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 266, page 118.

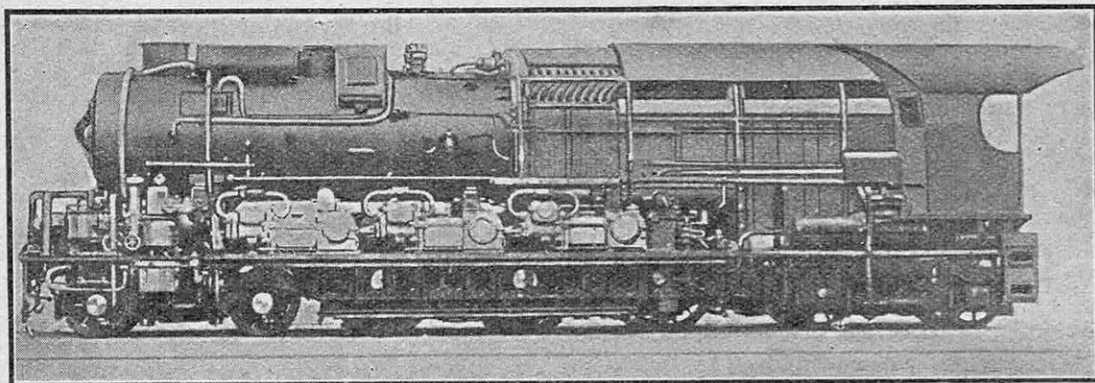


FIG. 2. — LOCOMOTIVE 2-3-2 A HAUTE PRESSION (60 HECTOPIÈZES) DONT LES MOTEURS SONT DE PETITES MACHINES A PISTONS PLACÉS AU-DESSUS DE CHAQUE ESSIEU ET ATTAQUENT CE DERNIER PAR ENGRENAGES ET TRANSMISSION A ARBRE CREUX. ON SAIT QUE CE TYPE DE TRANSMISSION EST CLASSIQUE SUR LES LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES

Chaque essieu est attaqué par deux moteurs (un à droite et un à gauche) de 500 ch.

de même pour les locomotives à vapeur. En dehors des constructions nouvelles, grevées de frais d'études onéreux, les compagnies se sont orientées, depuis quelques années, vers une rénovation des *Pacific* et des *Atlantic* datant d'immédiatement avant 1914 (1).

Les principales transformations réalisées furent les suivantes. On installa des *préchauffeurs* pour l'eau d'alimentation; le *timbre* de la chaudière fut porté aux environs de 20 atmosphères et la *surchauffe* au delà de 400° C; l'*échappement*, organe

(1) Rappelons que, adoptant la terminologie américaine, les spécialistes de la traction appellent « Pacific » une locomotive ayant un bogie porteur à l'avant, trois essieux moteurs et un essieu porteur à l'arrière (bissel), ce qui correspond au schéma : 2 - 3 - 1; une « Atlantic » possède deux essieux moteurs et correspond au schéma 2 - 2 - 1. En pratique, les « Pacific » conviennent à la traction des trains assez lourds et rapides sur des parcours peu accidentés; les « Atlantic » conviennent aux trains plus légers et rapides. Pour les trains lourds et rapides sur des parcours comportant des rampes plus accusées, on fait appel à des « Mountain » (2-4-1); pour les trains pesants on en montagne, le nombre d'essieux moteurs est encore augmenté.

important qui assure l'entraînement de la fumée par la vapeur « usée » qui s'échappe dans la cheminée, fut perfectionné, ce qui permit des combustions, donc des vaporisations accrues.

Du côté mécanique, on perfectionna les *distributions* de vapeur, qui furent parfois assurées par des *souppes*, substituées au classique tiroir; le graissage par pompe, imité du graissage des moteurs d'automobile, vint remplacer le graissage « à huile perdue ». On introduisit l'éclairage électrique et des carénages aérodynamiques, donnant aux locomotives l'aspect de destriers à caparaçon d'acier.

Les résultats furent hautement remar-

quables. On enregistra des économies de combustible de l'ordre de 25 % et des économies d'eau également importantes, ce qui est essentiel pour les machines effectuant de longs parcours. Les puissances purent être très augmentées, passant de 2 300 à 3 000 ch et atteignant, dans certains cas, 4 000 ch. Par là même,

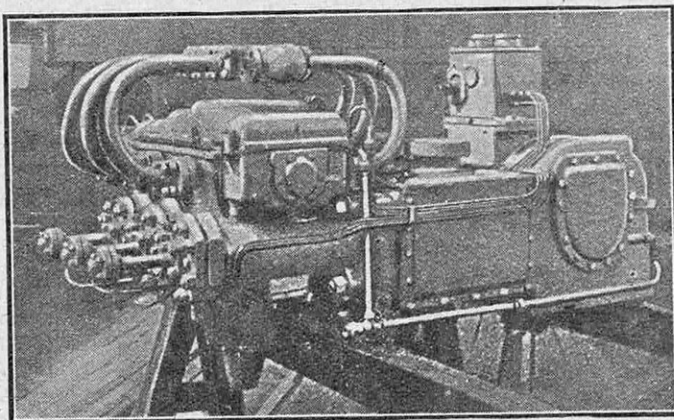


FIG. 3. — UN DES SIX MOTEURS A PISTONS DE LA LOCOMOTIVE A HAUTE PRESSION (FIG. 2)

On remarque l'encombrement réduit de ces moteurs, étant donné leur puissance. Ces moteurs à soupapes sont du type équilibrant, c'est-à-dire que l'échappement se fait par une lumière à fond de course, disposition qui diminue les pertes par condensation de la vapeur sur les parois.

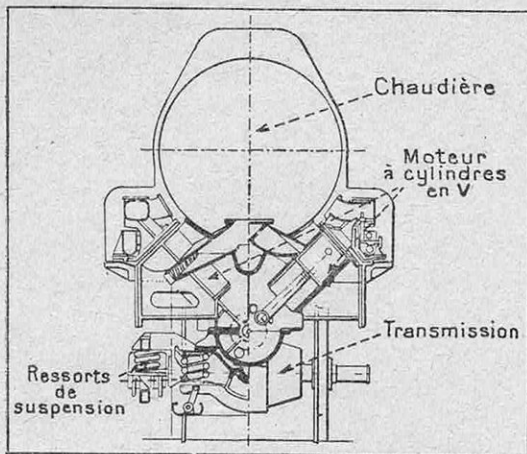


FIG. 4 — DEMI-COUPÉ AVANT, MONTRANT LA DISPOSITION DU MOTEUR RAPIDE A CYLINDRES EN V DE LA LOCOMOTIVE DABEG-BATIGNOLLES

Le moteur développe 1 200 ch à 1 000 tours/mn ; il entraîne un arbre longitudinal qui attaque les deux essieux moteurs par « vis tangentes » (voir fig. 3.)

la distinction entre locomotives à forte traction, pour les régions montagneuses, et locomotives de vitesse, réservées aux parcours de plaine, tendait à s'estomper, une même locomotive se révélant capable d'effectuer les deux services.

On jugera de l'intérêt de ces possibilités nouvelles pour l'exploitation, si l'on songe que, sur le parcours Paris-Menton (1 111 km), le P.-L.-M. n'employait pas moins de sept locomotives successives, dont deux à très forte traction pour les tronçons en rampe de Dijon et de Fréjus !

A la limite du « gigantisme »

Est-il possible d'aller beaucoup plus loin, dans cette voie des engins de traction à vapeur à forte puissance ? On peut en douter si l'on s'en tient aux formules constructives classiques ; n'oublions pas, en effet, que la largeur des voies ferrées actuelles, tant en Europe qu'en Amérique, est déterminée, suivant un mot célèbre, « par la largeur des croupes de deux chevaux de diligence » !

Dans cet étroit espace de 1,44 m, les ingénieurs sont prisonniers ; les essieux coulés, indispensables pour l'emploi de cylindres intérieurs au châssis, ne peuvent être construits avec des sections de métal suffisantes, ce qui revient à dire qu'ils ne peuvent recevoir des bielles motrices un effort beaucoup plus élevé que les efforts actuels. Nous avons, du reste, indiqué (1), d'après les travaux de M. Chan, à quelles déformations, pouvant

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 266, page 120.

atteindre 2 cm à la périphérie, conduit parfois l'action de la force centrifuge sur les essieux coulés non « auto-équilibrés ».

Différentes solutions sont possibles pour tourner la sujétion des essieux coulés ; il est possible, notamment, d'employer uniquement des cylindres moteurs extérieurs. Ainsi, le P.-L.-M. a présenté, en 1937, une locomotive à marchandises, type 1-5-1, à grande adhérence (un bissel avant, suivi de cinq essieux moteurs, et d'un bissel arrière), qui possède quatre cylindres extérieurs. On est conduit à des locomotives relativement longues, comportant, en réalité, deux parties motrices indépendantes, que l'on synchronise par deux bielles intérieures ; il est clair que les efforts transmis par ces bielles ne sont nullement comparables à ceux des bielles de puissance.

Diverses raisons techniques conduisent à penser que ces formules intermédiaires ne se prêtent pas à des accroissements indéfinis de la puissance ; le chiffre de 5 000 ch paraît une limite difficile à dépasser. Les dimensions du foyer, en particulier, déjà limitées par les forces du chauffeur si l'on n'adopte pas un système de chauffe automatique, deviennent très gênantes du fait que la grille ne trouve plus au-dessus de l'essieu voisin la pente nécessaire à l'avancement du charbon vers l'autel. La Société Alsacienne a actuellement en construction, pour la région Nord, huit locomotives type *Hudson 2-3-2* (trois essieux moteurs encadrés par deux bogies), qui représentent sensiblement la limite, dans le sens du « gigantisme », des organes mécaniques et du foyer.

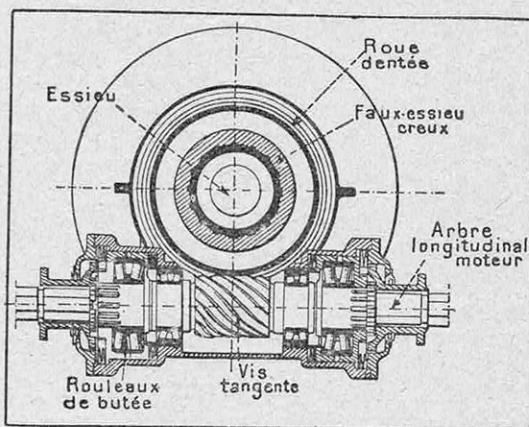


FIG. 5. — TRANSMISSION A VIS TANGENTE ATTAQUANT UN FAUX ESSIEU CREUX

Le faux essieu entoure l'essieu proprement dit, auquel il est relié par des systèmes élastiques à biellettes (non représentés sur la figure) permettant les « débats » verticaux de l'essieu.

Comment sortir de cette impasse ? Ici, une remarque s'impose : c'est que toutes les locomotives que nous venons de passer en revue, ont un trait commun : les bielles motrices transmettent directement aux roues l'effort de la vapeur, autrement dit, nous avons affaire à des « moteurs » à marche ultra-lente. Or, nous avons tous appris que la *puissance* d'une machine s'obtient en multipliant la *force* par la *vitesse*. Rien — si ce n'est une répréhensible routine ! — ne nous empêche donc d'adopter, à bord d'une locomotive, la solution qui a si bien réussi dans le domaine de l'automobile : un *moteur rapide*, de construction légère, entraînant les roues par une « démultiplication » à engrenages. Il y a là un magnifique champ de recherches, encore à peine exploré.

Moteurs rapides

Voici d'abord un engin remarquable, également en construction à la Société Alsacienne. La chaudière est timbrée à 60 atm ; elle est du type à *tubes d'eau*, comme les chaudières marines, à l'inverse de la chaudière classique de locomotive, où les tubes, baignés extérieurement par l'eau, sont parcourus par les gaz du foyer. L'eau pénètre en premier lieu dans une « préchaudière », timbrée à 20 atm, où elle abandonne ses sels calcaires, qui entartreieraient rapidement les tubes de la chaudière principale ; elle est ensuite injectée dans cette dernière par des pompes.

La vapeur se rend dans de petits moteurs à pistons placés au-dessus de chaque essieu et attaquant ce dernier par engrenages et *faux essieu creux*, suivant la disposition classique pour les locomotives électriques ; essieu et faux essieu sont réunis par des systèmes élastiques à bielles, qui laissent toute latitude à l'essieu pour ses « débattements » verticaux au passage des inégalités.

La machine est du type 2-3-2, chacun des trois essieux moteurs étant attaqué par deux moteurs, placés l'un à droite, l'autre à gauche, et tournant à 1 000 tours par minute. Chaque moteur comporte trois cylindres de 150 mm d'alésage et de 225 mm de course ; la distribution est faite par soupapes d'après le système « écuicourant », l'échappement se

faisant par une lumière en fin de course, en sorte que le sens de circulation de la vapeur dans le cylindre reste constant.

On peut pousser plus loin l'analogie de la locomotive avec une automobile ou un camion ; il suffit de placer à l'avant un moteur rapide unique, attaquant les différents essieux moteurs par une transmission longitudinale.

C'est ce qu'a fait la Société Dabeg, avec une machine qui devait être livrée par la Société des Batignolles en 1940. Le moteur comporte 16 cylindres en V, développant 1 200 ch à 1 000 tours par minute, et entraînant deux essieux moteurs par *vis tangente* agissant sur des faux essieux. Bien que cette première locomotive soit de puissance

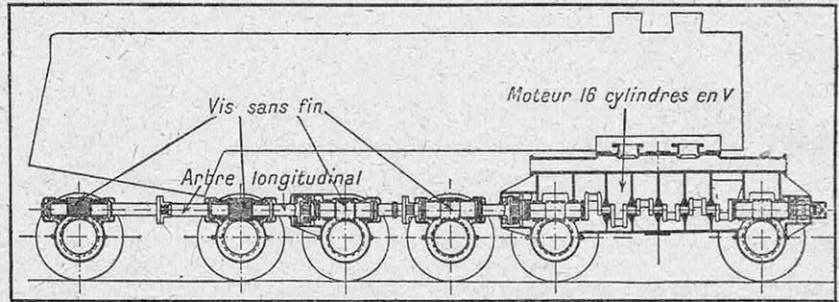


FIG. 6. — ENSEMBLE DE LA LOCOMOTIVE DABEG A MOTEUR UNIQUE
Ce moteur à 16 cylindres en V tournant à 1 000 tours/mn, attaque un arbre longitudinal qui, à son tour, actionne chaque essieu moteur par un réducteur de vitesse à vis sans fin.

modeste, il semble que cette formule permettrait d'obtenir de très fortes puissances, de l'ordre de 6 000 ch.

Locomotives à turbines

Le record des moteurs à forte vitesse de rotation appartient aux *turbines*. Placer sur une locomotive des turbines à vapeur est une solution qui se marie très heureusement avec les formules ci-dessus.

La réalisation de la locomotive à turbines (1) a été retardée depuis de longues années par la nécessité d'adjoindre à la turbine un *condenseur*, appareil d'autant plus encombrant, ici, que l'on ne dispose pas d'un courant d'eau froide, comme dans les usines et à bord des navires ; on est conduit à utiliser des *radiateurs à air* colossaux, installés sur le tender. En outre, il convient de prévoir un dispositif moteur pour la marche arrière, et la rotation de la locomotive dans les courbes se traduit par des *effets gyroscopiques* qui compromettent la résistance des pièces tournantes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 252, page 410.



FIG. 7. — LOCOMOTIVE DIESEL ÉLECTRIQUE DE 4 000 CH, EN SERVICE SUR LA RÉGION SUD-EST

Solution « lourde » par excellence, cette puissante locomotive remorque, en moins de 10 heures, des trains de 600 tonnes sur les 1 111 km du parcours Paris-Menton, nonobstant les fortes rampes de Dijon et de Fréjus. Elle remplace indifféremment les locomotives « à forte traction » pour les parcours montagneux et les locomotives de vitesse pour les parcours de plaine.

Ces difficultés ayant été heureusement surmontées, Schneider a mis en construction, pour la région Sud-Est, une locomotive à turbines sans condensation. Cette machine est du type 2-3-2 ; elle comporte une turbine pour chacun des trois essieux moteurs ; chaque turbine, dont les dimensions sont remarquablement réduites, possède des ailettes de marche avant et de marche arrière, et attaque un faux essieu par deux engrenages équilibrés symétriques, annulant la

bord de cette locomotive ; les bielles d'accouplement elles-mêmes sont supprimées.

« Diesel-électrique » ou « turbine-électrique » ?

Dans la catégorie « lourde » prennent place une série d'engins *électrothermiques* qui mériteraient une étude complète. Le principe consiste à loger à bord de la locomotive une centrale électrique, à vapeur ou moteurs Diesel, qui alimente les moteurs de traction.

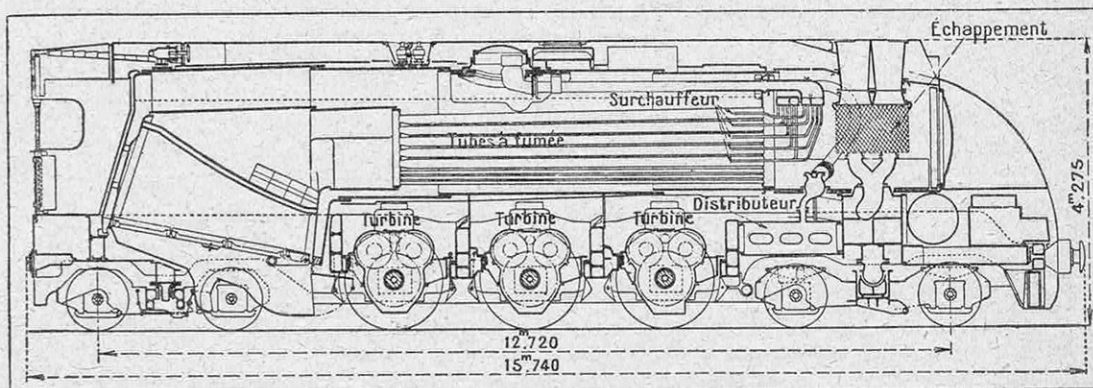


FIG. 8. — SCHÉMA DE LA LOCOMOTIVE A COMMANDE INDIVIDUELLE DES ESSIEUX AU MOYEN DE TURBINES TOURNANT A 10 000 T/MN

La suppression de tout organe en mouvement alternatif (même des bielles d'accouplement) et la régularité du couple-moteur des turbines donnent à la machine une souplesse analogue à celle d'une locomotive électrique.

poussée latérale des dentures hélicoïdales. Les turbines tournent à 10 000 tours par minute (soit 170 tours par seconde) et développent chacune 1 000 ch ; elles sont abondamment graissées par une circulation d'huile, même en l'absence de vapeur.

Le problème du rendement acceptable aux faibles vitesses semble avoir été résolu, la possibilité d'utiliser à volonté une, deux ou trois turbines fournissant, d'autre part, plusieurs « crans de marche » économiques. Aucune pièce en mouvement alternatif n'a été conservée à

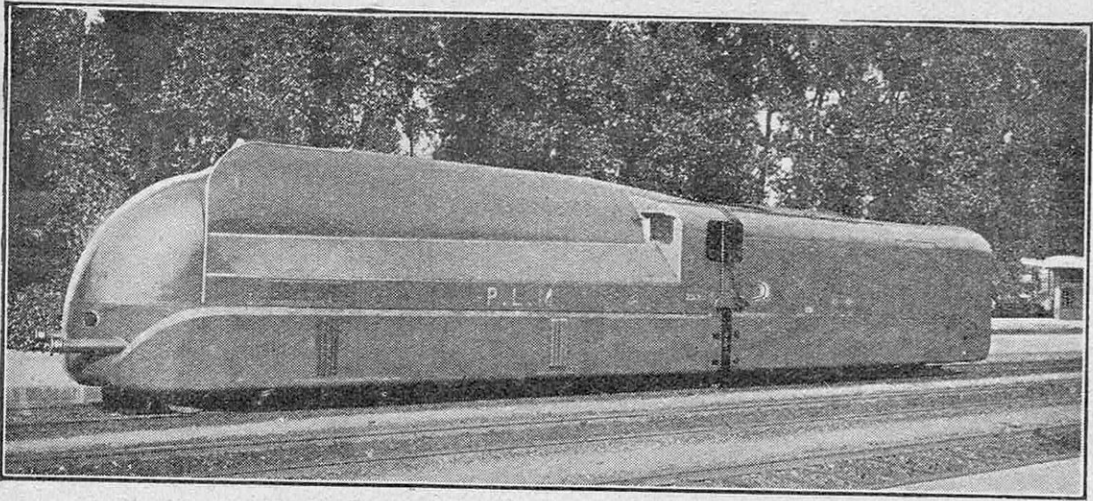


FIG. 9. — LOCOMOTIVE ATLANTIC 2-2-1 COMPLÈTEMENT CARÉNÉE, AVEC SON TENDER

Remarquer le « golfe » formé par le carénage autour de la cheminée : l'air s'engouffre dans cette échancrure et se trouve rejeté vers le haut, entraînant la fumée. Cette locomotive, légère et rapide, se prête à la traction des trains de 150 tonnes à 150 km à l'heure.

La transformation énergétique n'est évidemment pas gratuite, mais cette baisse de rendement est plus que compensée par les facilités de conduite, la puissance disponible au démarrage, la possibilité d'installer de fortes puissances et de disposer de plusieurs crans de marche économiques.

Cette transmission pose, en revanche, des problèmes de régulation qui ont reçu des solutions techniques curieuses, telles que l'*excitatrice d'essieu* : le « manipulateur » placé sous la main du conducteur agit sur le courant d'excitation d'une excitatrice entraînée par un des essieux et qui fournit elle-même le courant d'excitation des géné-

ratrices. On obtient ainsi un fonctionnement semi-automatique particulièrement satisfaisant et qui protège les moteurs thermiques contre toute surcharge provenant d'une défecuosité de manœuvre.

Notre revue a décrit (1), dans cette catégorie, la locomotive Diesel-électrique de la région Sud-Est, qui totalise 4 000 ch et présente les plus curieuses dispositions mécaniques, telles que des Diesel doubles à vilebrequins entrecroisés. C'est là le type de la locomotive lourde et à « fins » multiples, qui remorque des trains de 600 tonnes de Paris à Menton sans changement de machine.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 252, page 409.

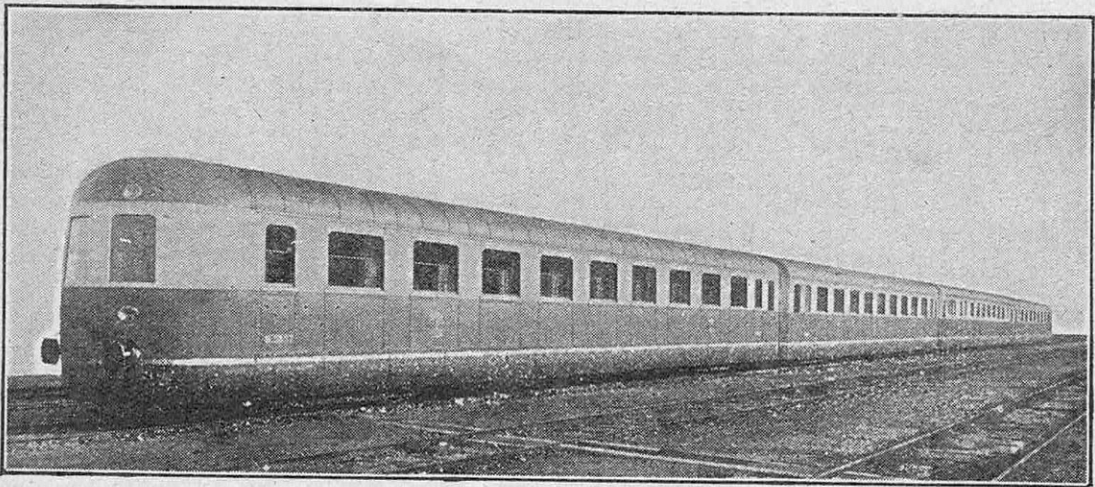


FIG 10. — ASPECT D'UNE « RAME » CARÉNÉE MONTRANT LA CONTINUITÉ DES LIGNES AÉRODYNAMIQUES

Dans le domaine *vapeur-électrique*, brillamment ouvert avant 1914 par Heilmann, les progrès sont plus lents. Les Américains ont mis en construction des locomotives comportant une centrale à turbines à vapeur, alimentant les moteurs de traction; la puissance atteindrait 6 000 ch.

Le « train aérodynamique », concurrent de l'autorail

Tout à l'autre bout de l'échelle, les *trains légers*, conçus suivant des formules nou-

l'analogie d'un train formé d'autorails, mais un train homogène, permettant de hautes performances en toute sécurité. Des *freins à force centrifuge*, en particulier, permettent d'arrêter un train aérodynamique lancé à 140 km à l'heure dans une descente de 5 pour 1 000, sur une distance de 900 m, au lieu de 1 000, parcours réglementaire.

C'est ainsi que Bugatti, pour des trains ultra-légers destinés à la région Sud-Est, a eu recours à des dispositions mécaniques originales. Chaque essieu est remplacé par le

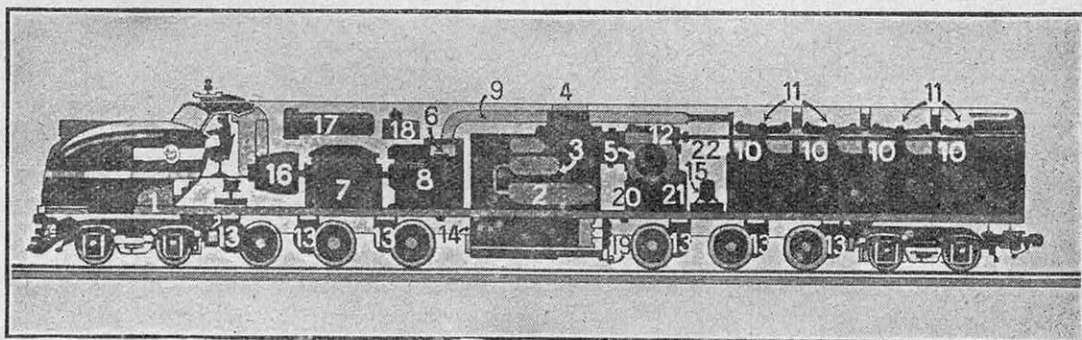


FIG. 10. — LOCOMOTIVE AMÉRICAINE A VAPEUR A TRANSMISSION ÉLECTRIQUE

1, citerne ; 2, réchauffeur d'eau d'alimentation ; 3, chaudière ; 4, cheminée ; 5, ventilateur de tirage ; 6, turbine principale ; 7, génératrices principales ; 8, engrenage réducteur ; 9, collecteur d'échappement ; 10, condenseurs à circulation d'air ; 11, ventilateurs des condenseurs ; 12, turbine d'entraînement de ces ventilateurs ; 13, moteurs de traction ; 14, contacteurs de commande ; 15, ventilateurs des moteurs ; 16, alternateur pour le conditionnement de l'air ; 17, chaudière de chauffage du train ; 18, compresseur des freins ; 19, résistance de freinage ; 20, pompe d'alimentation ; 21, turbine de commande des auxiliaires ; 22, réservoirs de combustibles.

velles, se préparent à faire une rude concurrence à l'autorail.

Deux solutions, ici encore, peuvent être envisagées. On peut tout d'abord s'adresser à de bonnes locomotives de vitesse, telles que les *Atlantics 2-2-1*, que l'on rénove comme nous l'avons indiqué plus haut et que l'on revêt d'un carénage aérodynamique. Attelées à un train formé de quelques voitures légères, reliées par des soufflets aérodynamiques, ces machines ont pu fournir, entre les Laumes-Alésia et Paris, des vitesses de 150 km à l'heure avec des économies de charbon de l'ordre de 20 à 25 %.

La seconde formule consiste à construire de toutes pièces un convoi spécialement étudié, aérodynamique et *automoteur* (1) : c'est

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 251, page 390.

vilebrequin d'un moteur individuel, relié aux deux roues par des accouplements élastiques : le moteur tourne donc à la même vitesse que les roues. La chaudière est timbrée à 50 atm et la distribution est opérée par soupapes. Deux engins, l'un de 1 000, l'autre de 2 000 ch, ont été commandés par les régions Sud-Ouest et Sud-Est.

Les ingénieurs des chemins de fer, comme on peut s'en convaincre, ne sauraient être accusés actuellement de se cantonner dans les sentiers battus. On remarquera que la plupart des solutions que nous avons énumérées s'appliquent également aux catégories *lourdes* et *légères*, ce qui permet d'envisager, pour un proche avenir, des engins ferroviaires d'une extrême variété.

PIERRE DEVAUX.

N. D. L. R. — Le colonel Lamé, ingénieur de l'Aéronautique, nous fait savoir que le principe du procédé de stabilisation des hélicoptères à l'aide d'un ballonnet gonflé d'air fait l'objet du brevet à son nom N° 526 980 du 29 mai 1920, pour lequel il n'existe aucune antériorité. Ce procédé de stabilisation a été décrit dans l'article, page 298, de notre n° 268, consacré au problème du vol au point fixe.

LA SUPPRESSION DU FADING SUR ONDES COURTES

par André LAUGNAC

LES ondes hertziennes rayonnées par une antenne d'émission peuvent être divisées, suivant leur mode de propagation, en deux groupes distincts : celles qui se propagent directement à la surface du sol (ondes de surface) et celles qui atteignent le récepteur en se réfléchissant successivement sur la couche ionisée de la haute atmosphère et sur la terre. Les « ondes de surface » sont absorbées d'autant plus rapidement par le sol que leur fréquence est élevée. C'est en raison de leur moindre

absorption que les ondes très longues furent, au début de la radio, seules utilisées pour les communications à longues distances. Il fallait mettre en jeu des puissances très élevées ; les ondes de surface ont, de plus, la propriété de

se propager aussi bien de jour que de nuit. Ce sont exclusivement ces ondes qui nous parviennent de jour des stations de radio-diffusion à ondes longues et ondes moyennes.

Les ondes courtes, de quelques dizaines de mètres de longueur, se propagent très peu en ondes de surface, car le sol les absorbe rapidement. Elles se propagent cependant à de très grandes distances, mais sous forme d'ondes réfléchies par la couche ionisée et le sol. Suivant leur fréquence, ces ondes ne peuvent être réfléchies, ou plus exactement réfractées, vers le sol que si elles atteignent la couche ionisée sous un angle suffisamment faible. Ainsi s'expliquent les zones de silence constatées au voisinage des émetteurs à ondes courtes : les ondes de surface ont été complètement absorbées par le sol sur

leur trajet, et aucune onde réfléchie ne peut y parvenir.

Sauf quelques applications très particulières, pour des communications à très faibles distances : émetteurs-récepteurs de police, de radioreportages, militaires, les ondes de surface de fréquence très élevée ne sont pas utilisées. Les ondes réfléchies atteignent seules les antennes réceptrices éloignées, en parcourant des chemins d'inégales longueurs. Leurs interférences donnent lieu à des évanouissements et à des distorsions : c'est le fading.

Elles parviennent au sol sous forme de faisceaux plus ou moins inclinés sur l'horizontale. Leurs intensités, leurs inclinaisons, leurs polarisations elles-mêmes varient dans le temps suivant des cycles plus ou moins longs,

plus ou moins profonds, suivant des lois très complexes mal connues. Elles résultent des fluctuations de hauteur et de nature de la couche ionisée de la haute atmosphère. Les lecteurs de *la Science et la Vie* savent déjà comment, à l'aide d'un ensemble complexe d'antennes en losange (1) et de déphaseurs, il est possible de sélectionner le faisceau incident le plus puissant et de le capter pendant ses variations d'inclinaison sur l'horizontale en faisant varier à tout instant la directivité dans le plan vertical de l'ensemble des antennes réceptrices, suivant les indications fournies par un autre groupe d'antennes et de déphaseurs qui explore d'une manière continue le plan vertical de réception et définit l'angle optimum du maximum de réception.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 254, page 157.

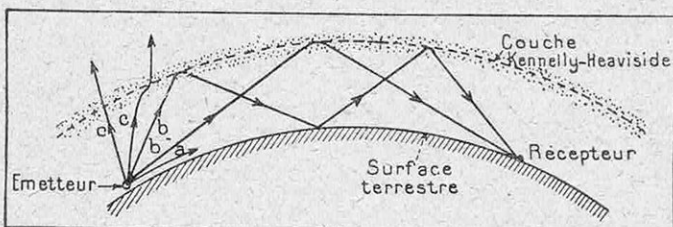


FIG. 1. — PROPAGATION DES ONDES HERTZIENNES DANS L'ESPACE

a, onde de surface rapidement absorbée par le sol; b, ondes se propageant à très grandes distances par réflexions successives sur le sol et la couche ionisée Kennelly-Heaviside; c, ondes atteignant la couche ionisée sous un angle trop grand pour pouvoir être réfléchies vers le sol.

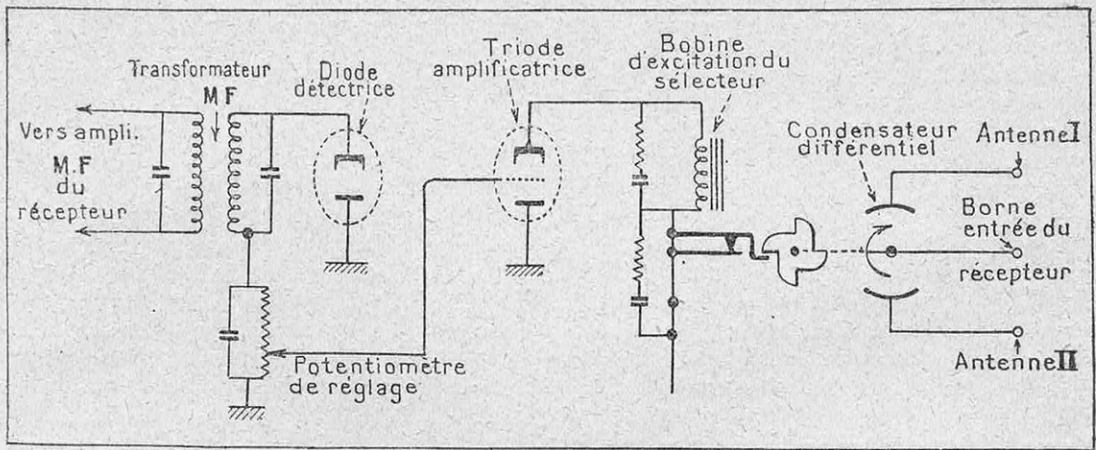


FIG. 2. — SYSTÈME ANTIFADING A SÉLECTEUR D'ANTENNE

Chaque fois que l'amplitude de l'onde porteuse qui parvient à la diode détectrice est inférieure à une certaine valeur prévue, l'armature mobile du sélecteur vibre en entraînant d'un mouvement de rotation le rotor d'un condensateur différentiel faisant ainsi progressivement le couplage du circuit d'entrée du récepteur avec l'une ou l'autre antenne. Le condensateur s'arrête dès qu'il a atteint une position où l'amplitude de l'onde porteuse redevient suffisante.

De telles installations peuvent assurer des liaisons à grandes distances dans des conditions particulièrement favorables. Elles constituent ce que l'on peut concevoir de mieux dans l'état actuel de la technique radioélectrique, mais sont très complexes et très coûteuses et, par suite, ne peuvent convenir aux récepteurs d'amateurs, et ceux-ci doivent chercher ailleurs l'amélioration de leurs réceptions. Les dispositifs de contrôle automatique de sensibilité des récepteurs, désignés commercialement sous le nom de « systèmes antifading », compensent en partie par leur action les variations d'amplitude de l'onde porteuse reçue lorsque le fading n'est pas trop profond et rendent les réceptions plus régulières qu'elles ne le seraient en l'absence de tels dispositifs ; cependant, la distorsion due au fading sélectif qui affecte inégalement l'onde porteuse et les bandes latérales de modulation subsiste sans amélioration. Et, lorsque l'onde reçue tombe en fading complet, le récepteur

est, évidemment, incapable d'en donner une réception même déformée ; le bruit de fond subsiste seul.

Nous allons examiner sommairement comment la réception des ondes courtes à grandes distances peut être, en grande partie, débarrassée des affaiblissements et des distorsions du fading à l'aide de quelques perfectionnements fondés sur les observations suivantes : quand un même signal est reçu sur des antennes espacées d'une dizaine de longueurs d'onde et parfois même de beaucoup moins, le fading y est à peu près totalement indépendant. D'autre part, les ondes qui excitent les antennes réceptrices, possèdent à la fois une composante de polarisation verticale et une composante de polarisation horizontale qui n'ont aucune relation avec la polarisation de l'antenne d'émission. Ces deux composantes sont affectées par un fading indépendant. Cet état résulte de la rotation du plan de polarisation de ces ondes par le champ magné-

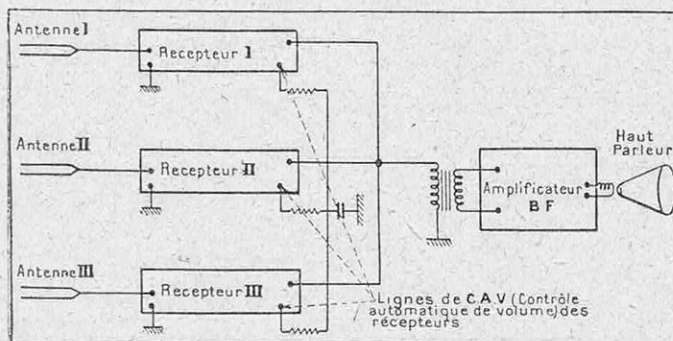


FIG. 3. — SYSTÈME ANTIFADING A PLUSIEURS RÉCEPTEURS ET PLUSIEURS ANTENNES ESPACÉES

L'amplificateur BF et le haut-parleur sont communs à tous les récepteurs.

horizontal qui n'ont aucune relation avec la polarisation de l'antenne d'émission. Ces deux composantes sont affectées par un fading indépendant. Cet état résulte de la rotation du plan de polarisation de ces ondes par le champ magné-

tique terrestre et de leur propagation suivant des chemins un peu différents.

Ainsi deux ou plusieurs antennes espacées ou orientées de façon convenable auront beaucoup de chances de ne pas tomber en fading aux mêmes instants ; il suffira donc, à tout moment, d'utiliser le meilleur signal recueilli par une des antennes pour que les troubles habituels soient très atténués. La discrimination du meilleur signal et la commutation doivent se faire silencieusement, sans l'intervention de l'usager, aussi rapidement, aussi souvent qu'il est nécessaire.

La discrimination est basée sur la comparaison de l'amplitude de l'onde porteuse des signaux reçus. En effet, on constate, sauf de très rares exceptions, que la distorsion est faible quand l'onde porteuse est forte et qu'inversement si l'onde porteuse reçue s'affaiblit, la distorsion, en général, augmente. La solution idéale consistera donc à combiner le récepteur de telle sorte que le signal ayant l'onde porteuse maximum contribue, d'une façon disproportionnée, à fournir l'énergie acoustique du haut-parleur.

Plusieurs solutions ont été publiées récemment à ce sujet. La plus simple consiste à associer à un récepteur à ondes courtes habituel un « sélecteur » qui, entraînant un condensateur différentiel, connecte à la borne d'entrée l'une ou l'autre des deux antennes utilisées ou les deux à la fois. Ce sélecteur est établi pour se mettre en rotation chaque fois que l'onde porteuse, après amplification, devient inférieure à un niveau préalablement fixé. Pour réaliser cette rotation, la composante continue de l'onde détectée est appliquée sur la grille de contrôle d'une lampe amplificatrice contenant dans son circuit anodique l'enroulement d'excitation du sélecteur et un contact de coupure après chaque impulsion (fig. 2).

Le fonctionnement du circuit est le suivant : chaque fois que le courant anodique atteint une certaine valeur, l'armature du sélecteur vibre en entraînant, d'un mouvement de rotation, le condensateur différen-

tiel jusqu'au moment où l'onde porteuse captée aura atteint le niveau préalablement fixé : il s'y arrête jusqu'à ce que le fading affecte de nouveau le signal reçu.

La deuxième solution, un peu plus onéreuse, mais certainement plus satisfaisante au point de vue résultat, consiste à utiliser autant de récepteurs réglés sur la même émission qu'il y a d'antennes de réception (antennes espacées ou orientées différemment) et à utiliser comme tension de commande de contrôle automatique de sensibilité des lampes à pente variable, la plus élevée de toutes celles fournies par les différents détecteurs. Si le signal reçu par un récepteur est fort, automatiquement la sensibilité des autres récepteurs sera réduite, et le signal fort seulement parviendra au haut-parleur commun à tous les récepteurs.

La troisième solution consiste à recevoir sur deux ou plusieurs récepteurs les émissions simultanées d'un même programme sur des longueurs d'ondes différentes : le signal le plus fort, comme dans le cas précédent, réduit la sensibilité des autres récepteurs et parvient seul au haut-parleur. L'effet antifading n'est plus obtenu par l'éloignement ou l'orientation convenable de plusieurs antennes, mais est dû au fait constaté par l'expérience que des ondes de fréquences très peu différentes sont affectées indépendamment par le fading. La même antenne peut exciter à la fois plusieurs récepteurs. Ce mode de réception, cependant, comporte quelques restrictions : il est indispensable, pour éviter des distorsions désagréables, que les distances des émetteurs au point de réception soient les mêmes, ainsi que les longueurs des lignes téléphoniques qui relient ces émetteurs au studio commun. Ces égalités, en fait, n'existent pas toujours ; il en résulte des phénomènes d'écho qui rendent l'audition impossible si, par suite de leur même niveau, les différents signaux parviennent à la fois avec leurs déphasages au haut-parleur commun.

A. LAUGNAC.

La fabrication d'une tonne d'aluminium, d'après des estimations allemandes, exige une dépense d'énergie électrique de 20 000 kWh. Celle d'une tonne de magnésium absorbe près de 40 000 kWh. Pour une tonne de fibres textiles synthétique (1), il faut 7 000 kWh et 40 000 kWh pour une tonne de caoutchouc synthétique « Buna » (2). On voit que la production de ces matières industrielles à l'ordre du jour en Allemagne entraîne une consommation considérable d'énergie, c'est-à-dire de charbon. On a pu dire outre-Rhin qu'à la création d'une usine nouvelle devait correspondre celle d'une centrale électrique nouvelle.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 258, page 486. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 414.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Nouvelles lampes de mineurs

On connaît les difficultés inhérentes à un éclairage suffisant des travaux dans les mines où le grisou constitue un danger permanent. On sait aussi comment ce problème a été tout d'abord résolu grâce à l'interposition de toiles métalliques entre la flamme d'une lampe à huile et l'atmosphère, toiles qui empêchent la propagation à l'extérieur de la flamme produite par la combustion du grisou à l'intérieur de la lampe. Solution bien imparfaite d'ailleurs, en raison de la faible lumière projetée sur le charbon (1). Il en résulte une grande fatigue de la vue et un faible rendement du travail dans les « tailles ».

Un travail exécuté constamment avec un éclairage insuffisant, inférieur à un lux par exemple, peut même occasionner des troubles sérieux de la vision. Il est donc très important d'améliorer au maximum l'éclairage dans les « tailles », points de la mine où s'extrait le charbon. La qualité elle-même du charbon s'en ressent car le mineur peut distinguer dans la veine de houille les parties les plus pures.

La lampe à flamme n'est guère plus considérée aujourd'hui que comme un appareil détecteur de grisou et on en réduit le nombre généralement à une par chantier. Dans un rapport présenté aux journées de l'éclairage à Lille, M. Armanet a signalé que, actuellement, les lampes portatives à accumulateurs sont devenues l'engin d'éclairage classique. La lampe et son accumulateur forment un bloc que le mineur accroche au boisage pour le travail. On utilise notamment les accumulateurs alcalins, 2 éléments au nickel-cadmium qui donnent 2,5 V, dont la capacité est suffisante (de 8 à 30 ampères-heures, suivant l'ampoule), pour que la baisse de tension n'atteigne que 10 % après 8 heures et qui assurent l'allumage de la lampe pendant 12 h. En Alle-

(1) D'autant plus que le noir absorbe considérablement la lumière (on compte 95 % pour le charbon

et 80 à 90 % pour les bois et les pierres noircis par la poussière de charbon). Ainsi, si l'on met dans une boîte peinte intérieurement en blanc une ampoule de 2 W et dans une boîte peinte en noir une ampoule de 60 W et que l'on regarde par un trou successivement dans les deux boîtes, celle qui est la plus faiblement éclairée, paraît beaucoup plus lumineuse que l'autre.

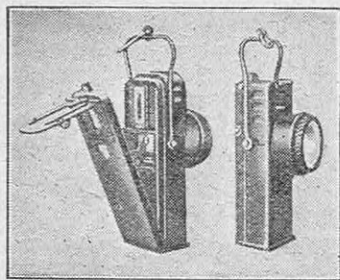


FIG. 1. — LAMPE DE SURVEILLANT A ACCUMULATEUR ALCALIN COMBINÉE AVEC UNE PETITE LAMPE A FLAMME POUR LA RECHERCHE DU GRISOU

magne, certaines de ces lampes comportent une petite lampe à flamme servant de détecteur de grisou.

Cette grande capacité autorise maintenant l'emploi de lampes de 3 à 4 et même 5 W, à atmosphère gazeuse et, de plus en plus, de filaments spirales situés dans l'axe de l'ampoule en vue d'obtenir une meilleure distribution horizontale de la lumière.

Lorsque l'ouvrier accroche sa lampe au boisage du chantier, le

poids ne le gêne guère et la tendance actuelle est d'employer de plus en plus des lampes puissantes, donc lourdes. La lampe à accumulateurs alcalins à ampoule de 4 à 5 W, pèse 5 kg, la lampe moyenne de 2,5 W pèse 3,5 kg, enfin, la petite lampe de 1,25 W pèse 2,1 kg.

Aux Etats-Unis, la vie moyenne imposée pour une ampoule de lampe de mine est de 200 h et 95 % des ampoules doivent durer plus de 150 h. En Angleterre, on exige une durée moyenne de 600 h.

Enfin, pour éviter l'éblouissement, — l'œil met très longtemps à s'accoutumer à l'obscurité, près d'une heure si l'on vient du jour — on utilise des ampoules en verre dépoli ou mieux encore un globe dépoli entourant l'ampoule.

Signalons enfin que, depuis quelques années, certaines lampes portatives à accumulateurs sont pourvues de projecteurs. Le projecteur permet d'obtenir des répartitions très différentes de la lumière, soit un pinceau lumineux très étroit et puissant, soit plus généralement un faisceau plus large, afin d'éviter les contrastes qui nuisent à une bonne vision.

Cependant, aux Etats-Unis, la lampe à accumulateur s'est surtout développée sous la forme de lampe au chapeau, qui laisse les mains libres pour le travail et évite toutes pertes de temps. Le projecteur suit ainsi les mouvements de la tête du mineur; les accus alcalins, de 2,5 et 3,8 V pesant 1,5 à 2,5 kg, ont une capacité de 25 à 30 Wh et les ampoules sont de 3,5 à 5 W, généralement à deux filaments (dont un de secours).

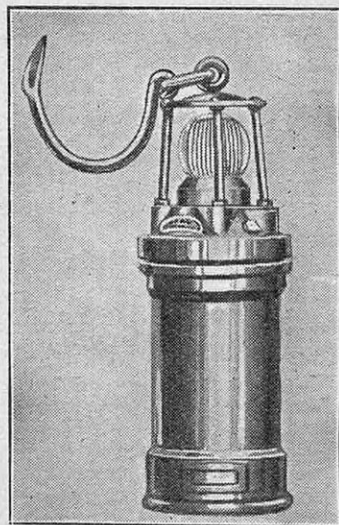


FIG. 2. — LAMPE JEUMONT A ACCUMULATEUR ALCALIN AVEC GLOBE STRIÉ SPHÉRIQUE ÉVITANT L'ÉBLOUISSEMENT

Une sténographie facile

LE choix d'une carrière constitue aujourd'hui un problème des plus difficiles à résoudre. Si vous recherchez un travail qui vous intéresse, où il y ait de l'avenir et qui soit suffisamment rémunéré, étudiez la sténographie, qui offre des débouchés variés et intéressants.

Parmi les différentes méthodes pratiquées en France et en Belgique, la « Prévost Delaunay », mise au point au cours du siècle dernier, est certainement l'une des plus parfaites et des plus rapides, mais assez complexe. Grâce aux remarquables travaux de M. A. de Mulder, professeur à la Société d'Enseignement Technique, attaché à l'Office National de Sténographie, elle a été extrêmement simplifiée.

Les études théoriques qui nécessitaient jusqu'alors une quarantaine de leçons, sont réduites à douze leçons très courtes, réparties d'une façon logique et ne comportent plus que trois sortes de signes et deux règles fondamentales, en supprimant le chapitre décourageant des « incompatibilités » auquel se heurtent tant de bons élèves.

Cette méthode permet à l'élève d'étudier complètement seul, comme de s'entraîner sans le concours d'un professeur, par un petit système ingénieux d'échelles graduées s'adaptant dans la marge des textes et qui rend aisés le chronométrage et la vitesse. Elle donne aussi la possibilité de faire corriger son travail par correspondance.

Ce petit exposé est assez éloquent pour se passer de commentaires et tous les lecteurs que la chose intéresse, pourront recevoir *gratuitement* le petit recueil de 16 pages, intitulé : « *Comment devenir sténographe en 1 mois* », sur simple demande à :

M. A. de Mulder, 2, rue Guersant, Paris (17^e).

Seules, les demandes mentionnant : de la part de *La Science et la Vie*, recevront cette Brochure. (Joindre 2 francs en timbres pour frais.)

Lunettes spéciales

pour porter sous le masque à gaz.

Tous ceux qui se trouvent dans l'obligation de corriger leur vue au moyen de lunettes se sont naturellement inquiétés de savoir comment le port des verres ne serait pas incompatible avec l'étanchéité du masque à gaz. Il est évident, en effet, que les branches des lunettes, formant une saillie sous le bord du masque, produisaient des « fuites » par où risqueraient de pénétrer les produits agressifs lancés par l'ennemi.

La solution de ce dit problème devait être cependant rapidement trouvée. Ainsi, une firme anglaise a fait breveter des lunettes ne comportant pas de branches les fixant aux oreilles, mais dans lesquelles la monture qui soutient les verres est simplement fixée à la place voulue par une bande de caoutchouc plat qui fait le tour de la tête et s'attache par derrière au moyen d'une agrafe. Les verres étant comme suspendus devant les yeux ne subissent aucune traction de la part de la bande de caoutchouc.

Ces lunettes dont un modèle a été approuvé par les services britanniques de la Guerre pour ceux à qui leur service impose le port du masque, ne peuvent guère être envisagées pour les masques à gaz ordinaires des civils. Elles sont en nickel, lourdes et appuient trop fortement sur l'arête du nez.



TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran- chis.....	{ 1 an..... 55 fr. 6 mois... 28 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an..... 65 fr. 6 mois... 33 fr.
-------------------------------------	---------------------------------------	------------------------	---------------------------------------

BELGIQUE

Envois simplement affran- chis.....	{ 1 an... 75 f.(français) 6 mois. 40 f. —	Envois recommandés....	{ 1 an... 96 f.(français) 6 mois. 50 f. —
-------------------------------------	---	------------------------	---

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : *Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Irlande, Islande, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Rhodésie.*

Envois simplement affran- chis.....	{ 1 an.... 100 fr. 6 mois.. 52 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an.... 120 fr. 6 mois.. 65 fr.
-------------------------------------	--------------------------------------	------------------------	--------------------------------------

Pour les autres pays :

Envois simplement affran- chis.....	{ 1 an..... 90 fr. 6 mois... 46 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an.... 110 fr. 6 mois.. 56 fr.
-------------------------------------	---------------------------------------	------------------------	--------------------------------------

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

LES OFFICIERS-MÉCANICIENS DE LA MARINE MARCHANDE

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

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

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

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

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

LES OFFICIERS-RADIOS

Les officiers-radios à bord des navires ont le titre, uniforme de un à trois galons, et prérogatives de l'officier et une retraite après vingt-cinq ans de navigation. Ils ont un rôle de sécurité important, surtout depuis que le point est fait par brouillard, au moyen des sondeurs ultra-sonores, et depuis l'usage de la radiogoniométrie. Comme la T. S. F. est une branche technique appelée à un développement considérable, l'examen qu'ont subi les officiers-radios représente à peu près la totalité de ce que l'on peut demander à un opérateur ou un chef de poste ; aussi les officiers-radios ont-ils de grandes possibilités pour se faire une situation dans l'armée, dans les P. T. T., dans les postes coloniaux, dans l'aviation civile ou militaire, dans un poste important comme celui de la Tour Eiffel, ou, enfin, dans l'industrie, ils peuvent arriver à occuper un poste de chef de service, en général bien rémunéré. Ils peuvent devenir officiers des Equipages de la Flotte de Réserve.

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

COURS PRATIQUES En dehors des préparations ci-dessus, une organisation particulière permet de recevoir, à Nice, internes et externes auxquels, en 3 mois, une instruction pratique intense permet d'apprendre ce qu'il faut de lecture au son et manipulations pour les radios, et d'atelier et mécanique pour les mécaniciens pour faire leur service dans une arme technique de l'Armée, de la Marine ou de l'Air.

N. B. — Les élèves des cours par correspondance sont autorisés, avant leur examen, à suivre gratuitement pendant 1 mois, à l'Ecole de Nice même, un cours d'atelier ou de lecture au son et manipulation en qualité d'externes.

IL FAUT SE PRÉPARER LE PLUS TOT POSSIBLE

L'ÉCOLE DES OFFICIERS-MÉCANICIENS ET RADIOTÉLÉGRAPHISTES

vous y préparera

**SUR PLACE à Nice, 56, boulevard Impératrice-de-Russie
PAR CORRESPONDANCE à Paris, 152, av. de Wagram**

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



VOUS AUSSI POUVEZ GAGNER DAVANTAGE

comme **EXPERT** en **T.S.F**

Vous avez la possibilité d'assurer rapidement votre indépendance économique, comme tous ceux qui suivent notre fameuse méthode d'enseignement.

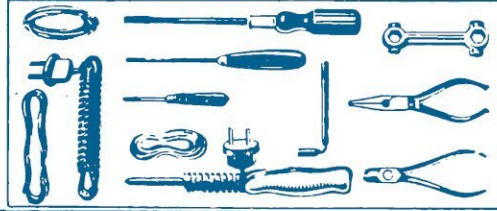
Vous pouvez même gagner beaucoup d'argent dès le début de vos études.

Etudiez chez vous cette méthode facile et attrayante.

Aucune connaissance spéciale n'est demandée.

Pour la pratique vous recevrez

GRATUITEMENT...



...ce récepteur ultra-moderne superhétérodyne, 6 lampes, œil magique, etc. ainsi que l'outillage complet.

Bénéficiez de ces avantages uniques et de cette offre sans précédent.

La France offre en ce moment un vaste champ d'action pour les Radio-techniciens dans la T. S. F., cinémas, télévision, amplification, etc... Sans abandonner vos occupations ni votre domicile et en consacrant seulement une heure de vos loisirs par jour, vous pouvez vous créer une situation enviable et très rémunératrice!...



Envoyez-nous immédiatement ce coupon :

**ECOLE MODERNE DE T. S. F.
3, Rue Laffitte, Cl. 15, Paris-9^e**

Veuillez m'envoyer **gratuitement** votre livre, avec les indications :
" Comment gagner de l'argent dans la T. S. F. ".

Nom..... Prénoms.....

Rue N°

Ville Département