

Janvier 1942

6 francs

la Science et la Vie



Voir page 13

ECOLE SPECIALE DE T.S.F.

Normalement à

PARIS

152, Avenue de Wagram

Fondée en 1917

Pendant la guerre :

NICE

3, Rue du Lycée

COURS PAR CORRESPONDANCE

(Inscription à toute époque)

Les élèves des Cours par correspondance reçoivent des cours ou ouvrages imprimés et des séries de devoirs qui leur sont corrigés.

SECTION P. T. T.

L'importance de cette section est des plus grandes, car les seuls brevets de Radiotélégraphiste délivrés par l'Etat sont les trois certificats que délivre après examen le Ministre des P. T. T. :

CERTIFICAT SPÉCIAL

Accessible aux jeunes gens ayant une bonne instruction primaire.

CERTIFICAT DE 2^e CLASSE

Accessible aux jeunes gens ayant une bonne instruction primaire supérieure ou ayant fait le lycée jusqu'à la seconde.

CERTIFICAT DE 1^{re} CLASSE

Accessible aux jeunes gens ayant terminé la classe de première de lycée.

A QUOI SERVENT CES BREVETS ?

Le certificat spécial permet l'entrée dans les armes du Génie, de l'Air, de la Marine de guerre. Il permet d'être embarqué comme écouteur à bord des navires de commerce.

Le certificat de 2^e classe, à condition d'être titulaire du diplôme de Radio de la Marine marchande, permet de naviguer comme officier sur les navires de commerce.

Le certificat de 1^{re} classe permet de devenir officier chef à bord des navires de commerce. Il est exigé pour se présenter à tous les concours administratifs : Aviation civile, Police, P. T. T., etc.

DIPLOME

DE RADIOTÉLÉGRAPHISTE DE LA MARINE MARCHANDE

Ce diplôme est délivré par le Ministre de la Marine après un examen portant sur la navigation. Ajouté au certificat de 1^{re} ou 2^e classe des P. T. T., il permet de naviguer comme officier sur les navires de commerce. Opérateur du Ministère de l'Air, Inspecteur radio de la Police.

Les candidats doivent posséder la 1^{re} ou 2^e classe P. T. T.

Envoi gratuit du programme détaillé pour chaque section.

SECTION INDUSTRIELLE

COURS DE MONTEUR-DÉPANNÉUR

Notions d'arithmétique, algèbre, géométrie, Electricité. Dessin électrique. T. S. F. Dépannage. Montage de postes.

COURS D'ADJOINT TECHNIQUE OU D'OPÉRATEUR

Arithmétique. Algèbre. Géométrie. Physique. Mécanique. Electricité industrielle. T. S. F. Dessin. Dépannage. Montage de postes.

COURS DE TECHNICIEN OU CHEF DE POSTE

Arithmétique, Algèbre. Géométrie. Trigonométrie. Règle à calcul. Mécanique. Résistance des matériaux. Physique. Chimie. Electricité. Moteurs thermiques. Radiotechnique théorique et appliquée. Dépannage et montage. Dessin.

COURS DE SOUS-INGÉNIEUR

Algèbre. Géométrie. Trigonométrie. Règle à calcul. Mécanique. Résistance des matériaux. Electricité (courant continu, courant alternatif). Unités des mesures électriques. Mesures électriques. Eclairage électrique. Bobinage électrique. Radioélectricité théorique et appliquée. Dessin.

COURS D'INGÉNIEUR

Mathématiques supérieures. Géométrie analytique. Géométrie descriptive. Physique. Thermodynamique. Mécanique. Résistance des matériaux. Electricité (moteurs et machines). Electrotechnique. Essais des moteurs. Calcul des machines. Mesures. Production et distribution. Construction de l'appareillage. Radioélectricité technique, théorique et appliquée. Prévention des accidents. Projets.

N. B. — Les titres délivrés par l'Ecole de T. S. F. de Paris, après examen, sont les suivants : Diplômes de monteur-dépanneur, dessinateur, contremaître ou adjoint technique, technicien ou chef de poste, sous-ingénieur ; Certificat d'aptitude aux fonctions d'ingénieur. Les examens peuvent être passés en zone libre. Il est rappelé que les élèves par correspondance peuvent obtenir un diplôme d'ingénieur délivré par l'Etat en passant, s'ils réunissent certaines conditions, un examen au Conservatoire national des Arts et Métiers.

JE N'AI QU'UN REGRET

C'est de n'avoir pas connu plus tôt

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

Telle est la phrase qui se retrouve constamment sous la plume de milliers de correspondants dans les lettres touchantes où ils nous expriment en même temps que leur reconnaissance pour les services que leur a rendus l'École Universelle, leur admiration pour son enseignement.

Épargnez-vous un pareil regret en vous renseignant dès aujourd'hui sur l'organisation de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE par correspondance de Paris

Uniquement consacrée à l'enseignement par correspondance dont elle a porté les méthodes à leur perfection, elle vous permettra d'acquérir les connaissances générales et techniques qui vous sont nécessaires pour subir un examen ou un concours, obtenir une situation que vous avez en vue, améliorer celle que vous possédez.

Pour cela demandez à l'École Universelle l'envoi gratuit de la brochure qui vous intéresse.

- BROCHURE N° L. 1.** — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de mathématiques spéciales incluse, Examens de passage, Diplôme de fin d'études secondaires, Baccalauréats, etc.
- BROCHURE N° L. 2.** — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Certificat d'études, Bourses, Brevets, Certificat d'aptitude pédagogique, etc.
- BROCHURE N° L. 3.** — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats (Lettres, Sciences, Langues vivantes, Professorats pratiques), Examens professionnels, P. C. B., etc.
- BROCHURE N° L. 4.** — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES : Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Assistance, etc.
- BROCHURE N° L. 5.** — TOUTES LES CARRIÈRES ADMINISTRATIVES.
- BROCHURE N° L. 6.** — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS : Ingénieur (diplôme d'Etat), Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de chantier, Contremaître, etc.
- BROCHURE N° L. 7.** — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du GÉNIE RURAL
- BROCHURE N° L. 8.** — CARRIÈRES DU COMMERCE (Administrateur commercial, Secrétaire, Correspondancier, Sténo-Dactylo, Représentant, Services de publicité, Expert-Comptable, Comptable, Teneur de livres), de l'INDUSTRIE HOTELIÈRE, des ASSURANCES, de la BANQUE, de la BOURSE, etc.
- BROCHURE N° L. 9.** — ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, VERSIFICATION, CALCUL, DESSIN, ÉCRITURE, etc.
- BROCHURE N° L. 10.** — LANGUES VIVANTES (Anglais, Allemand, Italien, Espagnol, Russe, Arabe, Annamite), TOURISME (Interprète), etc.
- BROCHURE N° L. 11.** — AIR, RADIO, MARINE : Pont, Machines, Commissariat, T. S. F., etc.
- BROCHURE N° L. 12.** — SECRÉTARIATS, BIBLIOTHÈQUES, JOURNALISME (Rédaction, Administration, Direction, etc.).
- BROCHURE N° L. 13.** — ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Flûte, Clarinette, Instruments de jazz, Professorats, etc.
- BROCHURE N° L. 14.** — ARTS DU DESSIN : Dessin pratique, Anatomie artistique, Dessin de Mode, Illustration, Composition décorative, Aquarelle, Gravure, Peinture, Fusain, Pastel, Professorats, Métiers d'art, etc.
- BROCHURE N° L. 15.** — MÉTIERS DE LA COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, de la BRODERIE : Petite main, Seconde main, Première main, Vendeuse, Retourneuse, Coupeur, Coupeuse, Modéliste, Professorats, etc.
- BROCHURE N° L. 16.** — CARRIÈRES FÉMININES dans toutes les branches d'activité.

Si vous souhaitez des renseignements ou des conseils spéciaux à votre cas, ils vous seront fournis très complets, à titre gracieux et sans engagement de votre part. Il vous suffira de nous les demander sur une feuille quelconque.

ÉCOLE UNIVERSELLE

12 Place Jules-Ferry, LYON

59 Boulevard Exelmans, PARIS

La renommée d'une marque
ne s'improvise pas...

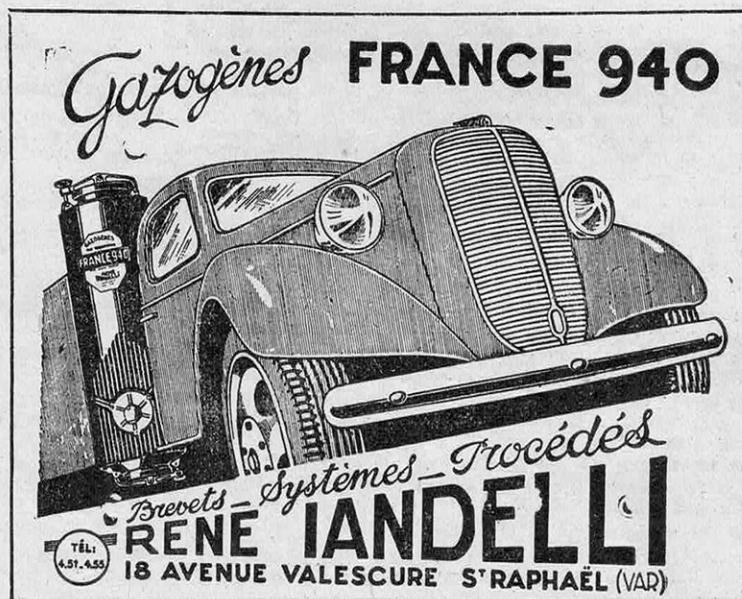
L'expérience non plus...

Des centaines d'équipements
en circulation depuis **1936...**

POUR VOS

C A M I O N S ,
VOITURES de TOURISME,
TRACTEURS AGRICOLES,
MOTEURS FIXES,
MOTEURS MARINS...

ADOPTÉZ :



Charbon de bois - Bois - Anthracite

Homologué n° 526

Agrément n° 521

LES MATHÉMATIQUES

appliquées à l'art de l'ingénieur

Enseignement par correspondance

Aujourd'hui, tout technicien, même s'il n'est pas sorti d'une grande Ecole, peut aspirer à devenir *ingénieur diplômé* en passant au *Conservatoire national des Arts et Métiers* un examen sur la technique de sa profession. Il doit pour cela justifier de plusieurs années de fonctions habituellement confiées à un ingénieur.

Mais pour occuper ces *fonctions d'ingénieur* il faut en posséder les *éléments de base*, c'est-à-dire les **mathématiques**.

C'est à l'usage de techniciens intelligents et travailleurs, sortis d'écoles professionnelles ou techniques, qu'ont été rédigés par des ingénieurs et professeurs éminents sous une forme didactique, c'est-à-dire à la fois simple, expérimentale et pratique, les cours de *mathématiques supérieures et appliquées* qui font l'objet de cet enseignement. Aux cours qui totalisent un nombre de pages d'environ 2.000, sont joints de nombreux exercices. Les élèves qui étudieront ces cours et auront fait corriger leurs devoirs posséderont une *base scientifique solide* et, quelle que soit la technique où ils seront spécialisés, ils seront à même en y ajoutant leurs connaissances pratiques, propres, de faire d'*excellents ingénieurs*. La durée de la préparation n'étant pas limitée, les techniciens qui commenceront ces cours auront ainsi la certitude de les mener à bonne fin.

En fin de cours, les élèves après examens pourront obtenir un *certificat de mathématiques appliquées à l'art de l'ingénieur*.

Programme résumé des cours enseignés

Trigonométrie : Vecteurs. Arcs et angles. Unités. Changement d'unités. Fonctions circulaires : leur variation et leur représentation. Relations entre les lignes trigonométriques d'un arc. Formules d'addition, soustraction, multiplication et division. Fonctions circulaires inverses. Transformation de sommes en produits. Triangles, rectangles et quelconques. Quadrilatères. Applications sur le terrain. Equations. Fonctions.

Géométrie analytique : Coordonnées cartésiennes et polaires. Etude de la ligne droite et du cercle. Coniques : ellipse, hyperbole, parabole. Diamètres. Asymptotes. Tangentes. Foyers et directrices. Origine commune de ces courbes. Section plane d'un cône. Théorème de Dandelin. Hélice. Courbes diverses. Géométrie analytique dans l'espace.

Compléments d'algèbre : Radicaux. Exposants négatifs. Limites et séries. Caractères de convergence. Série *e*. Fonctions d'une variable. Continuité. Fonctions exponentielle et logarithmique. Logarithmes népériens et vulgaires. Arrangements. Permutations. Combinaisons. Binôme de Newton. Dérivées. Fonctions primitives. Applications.

Analyse infinitésimale : Dérivées. Différentielles. Applications géométriques. Tangentes. Différentielle d'un arc de courbe. Enveloppes. Développées et développantes. Rayon de courbure. Plan osculateur. Intégrales. Procédés d'intégration. Application à la quadrature des aires et au calcul des volumes.

Mécanique rationnelle : Statique, cinématique et dynamique. Mouvements uniforme, varié, circulaire. Curviligne, hodographe. Mouvements de translation, de rotation, hélicoïdal. Transmission par courroies, engrenage, etc.

Travail : Champs et lignes de force. Forces vives. Frottement. Pendule. Forces centrales. Equilibre du point sur une ligne et une surface. Equivalence. Système à liaisons. Machines simples. Travail moteur et travail résistant. Frottement.

Résistance des matériaux : Traction. Déformation élastique et permanente. Compression. Cisaillement et torsion. Flexion plane. Poutres appuyées et encastrées. Résistance composée. Flexion et torsion. Manivelle. Arbres. Moteurs.

Géométrie descriptive : Point. Droite et plan. Changement de plans de projection. Intersection de droites et de plans. Distances et angles. Polyèdres. Surfaces coniques et cylindriques. Sphère. Surfaces de révolution. Surfaces hélicoïdales.

Thermodynamique : Étude de différents cycles. Applications générales et industrielles aux gaz et à la vapeur. Étude analytique de différentes lois découlant de la thermodynamique. Principales formules.

Prix de l'enseignement (cours, devoirs et corrections.)

1.500 francs payables en cinq mensualités ou 1.200 francs au comptant.

Pour recevoir l'ensemble de tous les cours et devoirs, il suffira d'écrire à

L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL (Enseignement par correspondance), 3, rue du Lycée, Nice, en joignant la première mensualité ou le montant au comptant.

L'adhésion à l'enseignement sera considérée comme définitive dès réception des fonds.

Economie de matières

DANS LE POSTE
 SUPPRESSION DES
 BLINDAGES 3 FOIS
 PLUS LOURDS QUE
 CEUX DU TUBE MG.
 DIMENSIONS PLUS RÉ-
 DUITES DU CHASSIS.
 CONNEXIONS RACCOURCIES



DANS LA LAMPE
 SUPPRESSION DU CULOT
 BAKELITE RÉDUIT À UNE
 PASTILLE "OCTAL" • SUP-
 PRESSION DE LA PÂTE ACU-
 LOTER • DIMINUTION DE LON-
 GUEUR DES CONDUCTEURS •
 REMPLACEMENT DES PRODUITS
 DE MÉTALLISATION (CUIVRE,
 BRONZE, LAQUE etc) PAR UN MÉTAL
 FRANÇAIS : L'ALUMINIUM

Blindage rigoureux - Régularité parfaite

DES TUBES

Rendement optimum...

STANDARD

VISSEAUX

PROMOTEUR EN FRANCE DE LA LAMPE MÉTAL-GLASS

J. VISSEAUX 88, quai Pierre Scize LYON

MG

PARIS Agence Visseaux 103 rue Lafayette

Devenez...

**MONTEUR-DÉPANNÉUR-RADIOTECHNICIEN,
 SOUS-INGÉNIEUR-RADIOTECHNICIEN,
 OPÉRATEUR - RADIOTÉLÉGRAPHISTE**

Aviation, Marine, Colonies, Administrations d'État, Industrie

En suivant les cours par correspondance d'une École spécialisée

ÉCOLE PROFESSIONNELLE RADIOTECHNIQUE

Rue Maréchal-Lyautey - VICHY

(Notices sur simple demande)



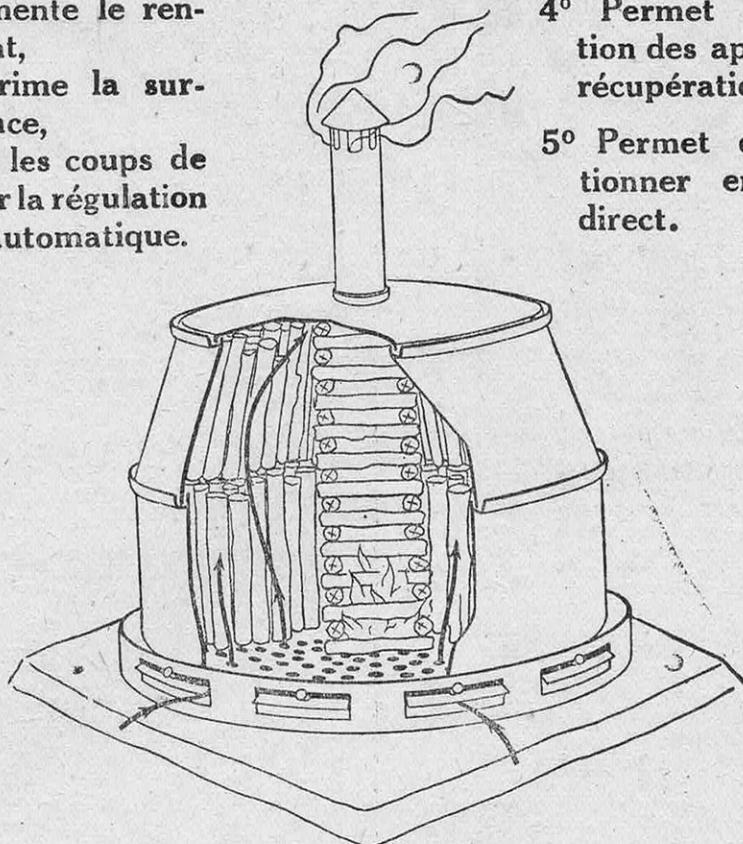
Les Élèves effectuent des travaux pratiques à domicile

Une production G. BONNECHAUX...

LA SOLE "MONOBLOC 634"

POUR LA TRANSFORMATION DES FOURS « EAUX ET FORÊTS »
EN FOURS AUTOMATIQUES

- 1° Augmente le rendement,
- 2° Supprime la surveillance,
- 3° Evite les coups de feu par la régulation d'air automatique.



- 4° Permet l'adaptation des appareils à récupération,
- 5° Permet de fonctionner en tirage direct.

CONCESSIONNAIRES :

- CARBO-FRANCE-SUD-EST.** — Pont d'Anthoine, AIX-EN-PROVENCE (B.-du-R.), tél. 15.36.
CARBO-FRANCE-CENTRE. — 44, boulevard Henri-IV, AMBERT (Puy-de-Dôme), tél. 179.
CARBO-FRANCE-ARLES. — 11 bis, boul. Emile-Zola, ARLES-sur-Rh. (B.-du-R.), tél. 5.08.
CARBO-FRANCE-LIMOGES. — 21, rue de la Fonderie, LIMOGES (Haute-Vienne), tél. 28.77.
CARBO-FRANCE-LYON (Ets. H. RABATEL). — 9, rue de la République, LYON (Rhône), tél. Burdeau 63.31.
CARBO-FRANCE-BÉZIERS. — 24, rue des Docteurs-Bourguet, BEZIERS (Hérault),
CARBO-FRANCE-SUD. — 2 bis, rue Porte-de-l'Assaut, PERPIGNAN (P.-O.), tél. 5.66.
CARBO-FRANCE-SUD-OUEST. — 3, rue de la Colombette, TOULOUSE (H.-G.),
CARBO-FRANCE-ALGÉRIE-MAROC (Ets. H. RABATEL). — 9, rue de la République, LYON (Rhône), tél. Burdeau 63.31.
CARBO-FRANCE-CORSE. — 77, rue de la Joliette, MARSEILLE (B.-du-R.), tél. Colbert 41.83.
CARBO-FRANCE-TUNISIE (Ets. LE MOTEUR). — 54, avenue de Carthage, TUNIS (Tunisie), tél. 54.39.

GAZOGÈNES ET ACCESSOIRES



CARBO-FRANCE

40 BOULEVARD CARNOT TOULOUSE TELEPHONE 218-40.



PARIS, 152, Avenue Wagram

SECRÉTARIAT (Pendant la guerre)

NICE, 3, Rue du Lycée, 3

Enseignement par correspondance

INDUSTRIE

DESSINATEUR, TECHNICIEN, SOUS-INGÉNIEUR, INGÉNIEUR en Mécanique générale, Constructions aéronautiques, Électricité, Radio-technique, Chimie industrielle, Bâtiment, Travaux Publics.

ADMINISTRATIONS

Ponts et Chaussées et Génie rural (*ad-joinct technique et ingénieur adjoint*) ; P. T. T. (*opérateurs radios, surnuméraires, etc.*) ; Divers - Tous les concours techniques, géomètres compris, des diverses administrations en France et aux Colonies.

MARINE MARCHANDE

Entrée dans les Ecoles de Navigation, Brevet d'Elève-Officier (Pont, Machines, T.S.F.), Brevets de Lieutenants, d'Officiers-Mécaniciens et d'Officiers Radios.

MARINE MILITAIRE

ÉCOLE NAVALE ET ÉCOLE DES ÈLVES INGÉNIEURS MÉCANICIENS, ÉCOLES DE MAISTRANCE, ÉCOLE DES ÈLVES OFFICIERS.

AIR ET ARMÉE

Préparation à l'école de l'Air et aux écoles de sous-officiers, élèves officiers St-Maixent et autres, actuellement en zone libre.

AVIATION CIVILE

Brevets de Navigateurs aériens. Concours d'Agents techniques et d'Ingénieurs Adjoints Météorologistes, Opérateurs Radioélectriques, Chefs de Poste.

COMMERCE - DROIT

SECRÉTAIRE, COMPTABLE ET DIRECTEUR, CAPACITÉ ET LICENCE EN DROIT, ÉTUDES JURIDIQUES.

AGRICULTURE

AGRICULTURE GÉNÉRALE, MÉCANIQUE ET GÉNIE AGRICOLE.

SECTION SCIENCES

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, Baccalauréats.

Les cours sont groupés de façon à permettre aux élèves d'obtenir des titres qui, bien que privés, ont la valeur consacrée par un examen passé sous l'autorité d'une école sérieuse.

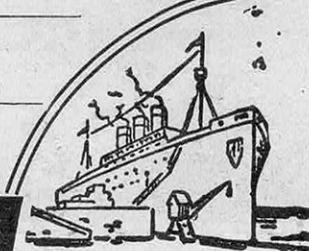
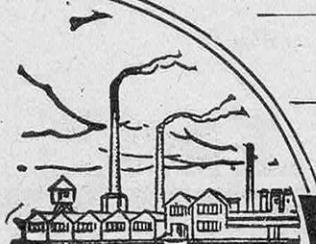
Ces titres sont par ordre d'importance : les diplômes d'initiation mathématique, de mathématiques préparatoires, de mathématiques appliquées, mathématiques théoriques, de calcul infinitésimal et appliqué, de mathématiques générales et géométrie analytique, de mathématiques supérieures et appliquées.

On trouve dans ces différentes sections les éléments de préparation scientifique à tous les examens et concours existants.

PROGRAMMES GRATUITS

Joindre un timbre

Inscriptions par correspondance
à toute époque



la Science et la Vie

Tome LXI — N° 293

SOMMAIRE

Janvier 1942

- ★ La détection électromagnétique va-t-elle bouleverser les méthodes de la guerre aérienne ? par Camille Rougeron 3
- ★ La guerre des convois en Méditerranée, par Pierre Belleruche ... 13
- ★ Le cancer, ses causes, son traitement, par M. Nahmias 21
- ★ La course à la puissance des moteurs d'avions, par Pierre Dublanc . 30
- ★ La lutte contre la vieillesse et la mort, par Jean Labadié 36
- ★ La grande inconnue de l'Extrême-Orient : L'armée japonaise, par François Courtin 43
- ★ Les livres à méditer : " Chasseurs du ciel " 48
- ★ Chez les éditeurs 49

A nos lecteurs

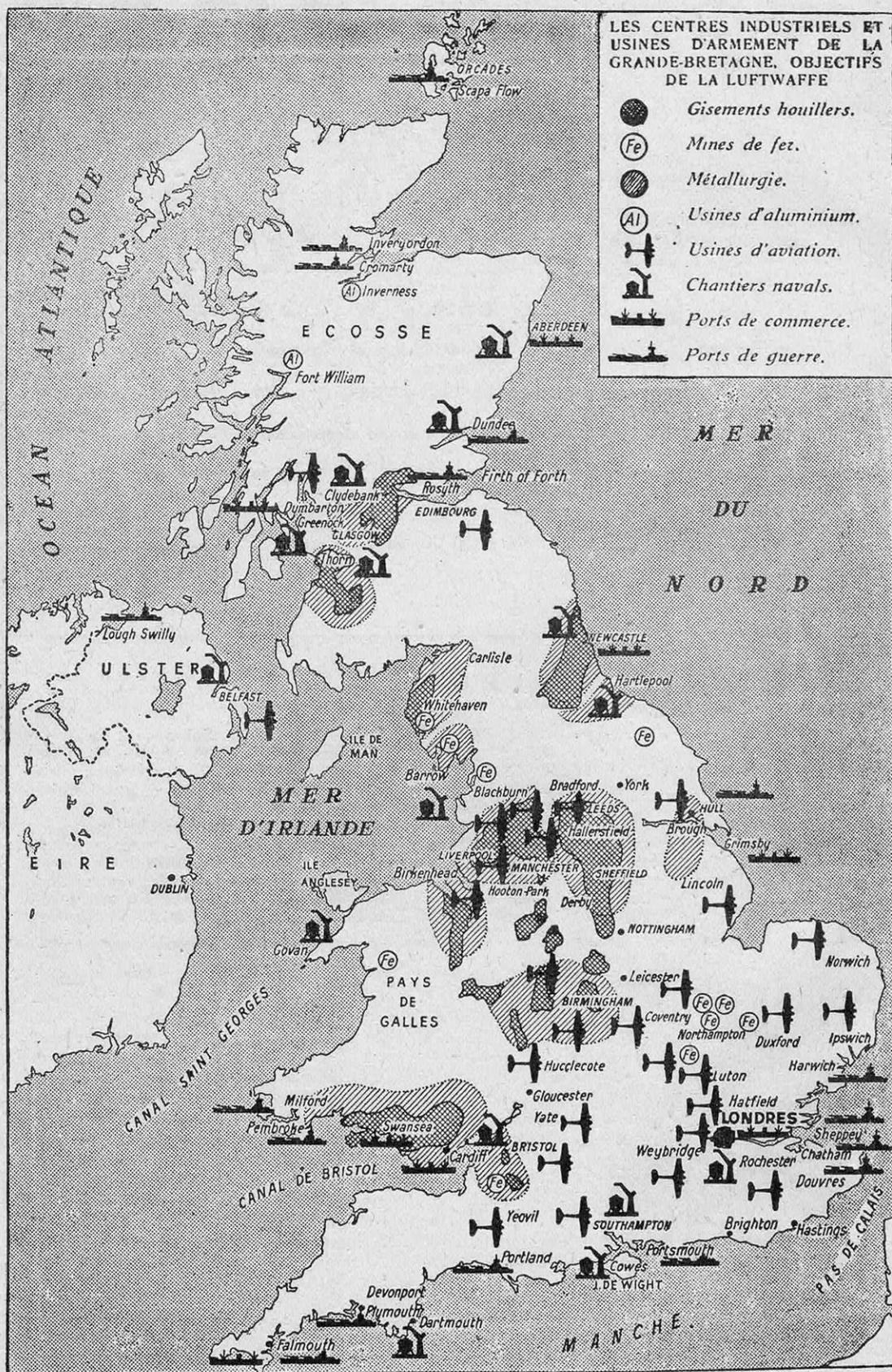
En exécution du récent décret, le présent numéro de « La Science et la Vie » comporte quelques pages de moins que les livraisons précédentes; cette économie se solde cependant à l'avantage de nos lecteurs, la composition plus serrée adoptée pour quelques articles ayant permis de présenter un sommaire au moins aussi nourri et des articles au moins aussi substantiels que par le passé.

« La Science et la Vie » a dû, en outre, réduire sensiblement le chiffre de son tirage; c'est pourquoi nous recommandons à nos lecteurs d'acheter toujours notre Revue au même libraire. Mais le meilleur moyen de la recevoir régulièrement, avant même la date de sa mise en vente, tout en réalisant une économie appréciable, est de **SOUSCRIRE DES MAINTENANT UN ABONNEMENT A « LA SCIENCE ET LA VIE »**, 22, rue Lafayette, TOULOUSE (60 FRANCS, C/C. Postal 184.05 Toulouse).



T W 14802

La puissance de l'avion, que d'aucuns mettaient encore en doute il y a quelques années, s'est affirmée au cours de cette guerre; le combat sur mer, en particulier, a pris de plus en plus la forme d'opérations combinées aéronavales. Les avions de combat destinés à opérer dans les océans et les mers lointaines sont embarqués sur des navires spéciaux, les porte-avions, qui comptent aujourd'hui parmi les plus puissantes unités des flottes de combat modernes. La couverture de ce numéro représente l'attaque d'un porte-avions par des vagues de bombardiers en piqué, telles que le Canal de Sicile en a vues à plusieurs reprises lors du passage des convois britanniques à destination de l'Egypte et du Moyen-Orient. Dans l'Atlantique comme dans la Méditerranée, les porte-avions ont rendu d'immenses services tant pour l'escorte des convois marchands que lors des rencontres entre bâtiments de ligne. Il faut s'attendre à ce qu'ils jouent dans les immensités du Pacifique un rôle prépondérant. (Voir l'article page 13 de ce numéro).



LA DÉTECTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE VA-T-ELLE BOULEVERSER LES MÉTHODES DE LA GUERRE AÉRIENNE ?

par Camille ROUGERON

La recherche des moyens de détection de l'avion invisible, soit de nuit, soit dans les nuages, a toujours été à l'ordre du jour de la défense antiaérienne. Une solution à peu près parfaite de ce problème qui a passionné les chercheurs pendant les vingt dernières années, est fournie depuis peu par les détecteurs électromagnétiques qui trouvent leur place aujourd'hui non seulement à terre dans les postes de guet, mais même, grâce à leur maniabilité et leur faible encombrement, à bord des avions où la place est la plus mesurée, les chasseurs. Dans la « bataille d'Angleterre » de l'été 1940, dans la « bataille de l'Atlantique » de 1941 et dans la défense nocturne des Iles Britanniques, le rôle de ces engins nouveaux semble avoir été capital. Mais déjà, devant cette nouvelle arme de la défense, la réaction de l'attaque se dessine. Le bombardier, qui déjà a transformé ses méthodes d'attaque, va perfectionner son équipement et son armement pour poursuivre sa mission de destruction. Loin de ralentir la guerre aérienne, la détection, en facilitant les rencontres entre appareils ennemis, provoquera des combats aériens plus fréquents et plus opiniâtres.

Le développement de la détection électromagnétique

LA détection électromagnétique, la « radiolocation », du nom qu'elle porte en Grande-Bretagne, où elle a donné lieu aux premières applications militaires, sort du domaine de ces secrets dont quelques rares initiés avaient seuls connaissance, pour prendre place dans l'arsenal des moyens généraux de détection, aux côtés des télémètres, projecteurs, écouteurs, détecteurs à ultrasons, à infrarouge..., dont l'emploi ne sera certainement point limité à l'aviation. La défense antiaérienne britannique embauche des dizaines de milliers de personnes pour le nouveau service; la presse décrit les appareils de bord qui ont permis les premiers succès sérieux de la chasse de nuit. Il n'y a donc plus aucun inconvénient à examiner le principe, les résultats, les parades de ce qui aura certainement été la plus sensationnelle des nouveautés en matière d'aviation militaire au cours des vingt dernières années.

L'idée de la détection par l'emploi d'ondes très courtes se propageant en

pinceau étroit et se réfléchissant sur l'avion est aussi ancienne que la découverte des propriétés de cette classe d'ondes. Elles venaient, dès lors, s'ajouter à toutes les autres ondes, lumineuses, sonores, ultrasonores..., et leur application à la détection n'était plus qu'une question de réalisation.

Plusieurs années avant la guerre, cette réalisation était déjà très avancée en plusieurs pays sous la forme de barrages électromagnétiques verticaux, qui permettaient de déceler le lieu et l'instant de leur traversée par tout avion, si haut qu'il naviguât.

Un progrès considérable fut réalisé avant la guerre en Grande-Bretagne, où la sensibilité du procédé fut accrue au point que des appareils aisément portatifs et maniables pouvaient déceler sans peine la présence d'un avion jusqu'à une distance de l'ordre de 150 km. La construction en série était suffisamment avancée pour que les appareils aient pu servir au début des hostilités. C'est à eux que la Grande-Bretagne doit d'avoir su opposer la réaction appropriée à toute tentative aérienne de l'Allemagne dans ses eaux dès septembre 1939.

Un deuxième progrès d'importance équivalente fut la construction d'appareils de bord sur le même principe. L'étude était déjà en cours au début de la guerre; l'adaptation fut cependant assez difficile pour que, malgré le besoin urgent qu'on en avait, leur mise en service n'ait pu être faite au cours de l'hiver 1940-1941. Ce n'est guère, semble-t-il, qu'en mars 1941 que le commandement britannique put faire état des résultats obtenus par les premières applications à la chasse de nuit. Les succès annoncés par les communiqués de la R. A. F. augmentèrent très rapidement jusqu'au 10 mai, où elle soutint avoir détruit 33 avions allemands au cours d'un raid nocturne, dont 31 par la chasse de nuit. Bien que les communiqués allemands n'aient pas confirmé ces résultats, on doit reconnaître que l'intensité des raids de la « Luftwaffe » sur les Îles Britanniques a subi, depuis cette époque, une réduction notable.

Aucun renseignement n'a encore été publié, croyons-nous, sur la riposte allemande. On ne peut, évidemment, douter que la technique radioélectrique allemande, appliquée à ce problème, ne le résolve aussi bien que sa concurrente britannique. Mais des réalisations de ce genre, même pour les moyens développés de recherche et de production dont dispose l'Allemagne, sont toujours longues.

L'U. R. S. S. a certainement appliqué la détection électromagnétique à la protection de ses grands centres, et de Moscou tout au moins. Si l'on en croit les communiqués russes, les résultats obtenus auraient été excellents. Ne s'est-on pas vanté, dans les commentaires officieux, de pouvoir même donner des leçons, sur ce point, à la défense antiaérienne britannique? Mais la discordance entre les communiqués allemands et soviétiques est, cette fois, d'un ordre tel qu'il est préférable de s'abstenir de toute conclusion.

Le principe de la détection électromagnétique

Le principe est extrêmement simple. Un pinceau d'ondes très courtes est émis par une antenne-projecteur avec une ouverture comparable à celle d'un projecteur de radiations lumineuses. La réflexion des trains d'ondes sur les parties métalliques de l'avion renvoie vers la source une fraction de l'onde émise. La direction du projecteur, au moment où l'on

constate cette réflexion, donne la direction de l'avion; le déphasage entre l'onde émise et l'onde reçue en donne la distance. Toute la difficulté consiste dans l'amplification de l'onde réfléchie et la mesure précise du déphasage; la technique radioélectrique trouve l'occasion d'y appliquer ses méthodes les plus perfectionnées.

Du sol, le seul résultat recherché est la portée et la précision de la localisation. On y parviendra par l'augmentation de puissance du faisceau, le choix d'une longueur d'onde se prêtant à l'émission en faisceau étroit. Au besoin, on utilisera des appareils séparés pour le dégrossissage avec large faisceau, et la recherche lointaine et précise avec faisceau étroit.

L'appareil de bord est beaucoup moins exigeant en portée, surtout si on le combine avec la transmission radiotéléphonique de la détection par les appareils puissants installés au sol; on utilisera donc des faisceaux largement ouverts. On visera surtout à la facilité d'emploi, et au pilotage aisé de l'avion qu'il doit diriger derrière un adversaire manœuvrant. La chasse de nuit britannique aurait résolu le problème sur ses bimoteurs, dont on affirme que l'appareillage de détection est assez parfait pour la conduite même du tir, sans voir l'adversaire, de nuit ou dans le brouillard.

Dans cette application, les ondes électromagnétiques sont très supérieures aux ondes sonores ou aux ultrasons. Elles ont l'avantage de la propagation à une vitesse de 300 000 km à la seconde, au lieu de 340 mètres. L'avion détecté au son, au moment où ce son parvient à l'observateur, à franchi une distance égale au tiers ou à la moitié de celle qui l'en sépare. Où peut-il bien avoir passé depuis? La durée de parcours du trajet aller et retour, à la vitesse de la lumière, est au contraire négligeable.

La détection électromagnétique fonctionne aussi aisément de nuit que de jour, par temps clair que par temps couvert. Ni l'obscurité, ni les nuages ne sont plus un refuge pour l'avion.

La détection électromagnétique a l'avantage de la discrétion. L'avion, saisi dans les faisceaux de projecteurs lumineux du sol, a la ressource de manœuvrer pour y échapper, et y parvient fréquemment. Les faisceaux de projecteurs d'avions sont aussi faciles à éviter et risquent d'être plus dangereux pour celui qui les allume, au milieu des bombardiers, que pour

ceux qu'ils doivent aider à détruire. La discrétion de la nouvelle méthode ne va pas jusqu'à laisser l'adversaire ignorer que l'on est à sa recherche; s'il est muni d'un appareil de réception convenable, le bombardier allemand se dirigeant sur les Iles Britanniques ou les survolant saura que des centaines de postes balayent de leurs faisceaux la zone où il se trouve. Mais quelles déductions en tirera-t-il? S'agit-il de postes lointains puissants, à limite d'audibilité, ou du petit poste de bord d'un avion de chasse qui achève ses mesures à trois cents mètres derrière et va déclencher son feu sur lui l'instant d'après?

L'emploi des ondes électromagnétiques présente certains avantages quant à la précision des mesures. L'erreur sur le placement en direction est proportionnelle à la distance, comme si l'on avait recours à la lumière ou au son. Mais l'erreur en distance est indépendante de celle-ci, alors qu'en télémétrie optique bistatique, elle croît au moins comme la distance, et qu'en télémétrie monostatique elle croît au moins comme le carré de la distance. On ajoutera que le télémètre habituel monostatique ne permet pas des mesures très fréquentes; la détection électromagnétique peut donner, au contraire, une mesure continue traçant tous les changements de route de l'avion suivi. Elle situe donc la position de l'avion éloigné beaucoup mieux que la vue directe.

Inaugurée pour la recherche des avions, la nouvelle méthode se prête à bien d'autres applications militaires, où elle pourra compléter et concurrencer la détection par infrarouges.

Sous la protection des nuages fumigènes, le franchissement des rivières les plus larges était moins risqué que la traversée d'une même profondeur de terrain, d'où l'on eût pu voir surgir, à quelques mètres, la grenade ou le pistolet mitrailleur d'un défenseur camouflé. Entre les deux flotteurs de caoutchouc mousse de son chaland, sous la cuirasse de son char, l'assaillant ne risque rien de la

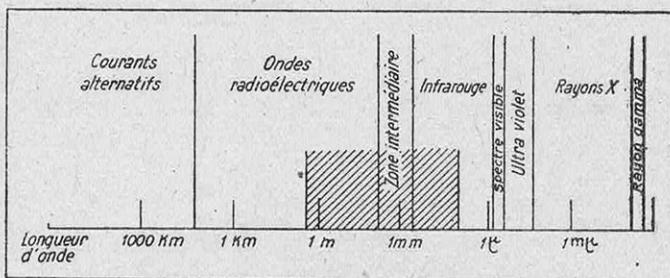


FIG. 1. — ÉCHELLE DES ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

La détection électromagnétique utilise la zone de longueurs d'ondes hachurée, comprenant à la fois les ondes ultracourtes, de longueur inférieure au mètre, et l'infrarouge qui va en gros du millimètre au millième de millimètre. Bien que la continuité de l'échelle soit assurée depuis 1925, à l'époque où Nichols et Tear obtinrent des ondes hertziennes de 0,022 mm et des ondes infrarouges de 0,042 mm, les méthodes de production et de réception de ces deux types d'ondes ont un rendement d'autant plus faible qu'on se rapproche davantage de la zone commune. Aussi n'essaie-t-on guère d'appliquer à la détection la zone indiquée comme « intermédiaire » sur l'échelle, et préfère-t-on soit la détection à l'infrarouge, soit la détection aux ondes hertziennes ultracourtes. La détection à l'infrarouge était entrée dans la pratique courante de la navigation maritime commerciale avant guerre; on repérait un iceberg jusqu'à des distances limitées simplement par la courbure de la terre, à une cinquantaine de kilomètres par exemple du haut d'une mâture élevée. Les ondes ultracourtes et les radiations infrarouges présentent un ensemble de caractères communs qui conviennent à la détection : propagation rectiligne, possibilité d'émission sous forme d'un faisceau d'angle faible, influence faible de l'état hygrométrique de l'air qui leur permet de traverser le brouillard, pas de trouble, pas de parasites atmosphériques.

balle de mitrailleuse qui, de l'autre rive, balaie le fleuve à quelques dizaines de centimètres de la surface. Il ne risque pas davantage de l'arme antichars qui n'a ni le nombre, ni la cadence voulue pour que son feu soit dangereux contre un objectif simplement soupçonné dans le brouillard, et qui serait d'ailleurs usée par un tir continu bien avant que l'émission ait épuisé ses réserves de produits fumigènes. La détection électromagnétique permettra de déjouer les feintes, de déceler la concentration des chalands, l'embarquement des chars, d'attendre, si on le désire, qu'ils soient engagés au milieu du fleuve pour diriger sur eux un feu d'artillerie dont les éléments seront donnés par la détection.

La ressource précieuse des émissions fumigènes pour le dérobage au cours des rencontres navales échappe de même. La détection électromagnétique continue à signaler la direction et la distance du navire qui essaie de se dissimuler et permet de prolonger un tir réglé. L'emploi du fumigène avait, jusqu'ici, l'avantage de protéger celui qui en faisait usage, mais en lui interdisant de conti-

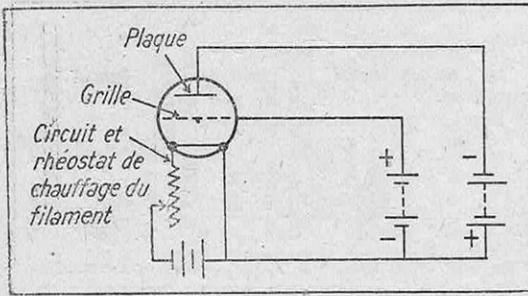


FIG. 2. — PRODUCTION D'ONDES ULTRACOURTES PAR LE MONTAGE DE KURZ-BARKHAUSEN

Les ondes ultracourtes (moins de 1 m) sont connues depuis longtemps, puisque c'est sur onde de 0 m 30 que Marconi, en 1896, établit une liaison de 2 km 500, puis 4 km. La difficulté fut de passer des ondes amorties aux ondes entretenues. On est gêné par les capacités et les inductances parasites entre connexions, entre électrodes, et surtout par le fait que le temps de parcours des électrons entre électrodes est du même ordre de grandeur que la période des oscillations à produire. Kurz et Barkhausen furent les premiers, en 1919, à produire des ondes de 0 m 35 à 2 m avec une lampe à trois électrodes, suivant le montage ci-dessus qui ne comporte aucun des circuits oscillants employés dans la production d'ondes entretenues de plus grande longueur. La grille est fortement positive par rapport à la plaque et au filament. Les électrons, attirés par la grille, la dépassent, sont repoussés par le champ négatif de la plaque, traversent à nouveau la grille et ainsi de suite. La longueur d'onde est fonction de la tension de grille, de la tension de plaque et de l'intensité du courant de chauffage. Les oscillations sont décelées par un pont de deux capacités en série encadrant l'appareil de mesure, connecté entre plaque et grille et non représenté sur la figure.

nuer son tir sur l'adversaire. Cette gêne ne subsiste plus : traversée par les ondes des deux adversaires, l'émission fumigène deviendra l'accessoire obligé de tout combat naval, au même titre que l'observation aérienne ou le pointage en direction sur repère gyroscopique.

L'une des applications les plus importantes de cette détection ne sera-t-elle pas la défense contre les débarquements par mer ? A limite de visibilité des postes d'émission (les ondes très courtes qui se propagent en ligne droite, comme la lumière, connaissent les mêmes limitations que celle-ci du fait de la courbure terrestre), les chalands et navires de transport seront saisis par les faisceaux d'ondes et soumis au tir des batteries de côte réglé par ceux-ci, de nuit ou de jour, par temps clair ou par brouillard naturel ou artificiel.

Les résultats obtenus par la détection

S'il faut attendre la fin de la guerre pour que les belligérants consentent à nous révéler le détail des résultats qu'ils auront obtenus, il n'est pas difficile d'en reconstituer l'essentiel.

Commençons par son principal échec, qui porte sur l'aide que l'artillerie devait recevoir de la détection électromagnétique. L'emplacement de l'avion était déterminé avec une exactitude très suffisante pour la conduite du tir. L'erreur en direction sur « l'avion actuel » (1) était plus forte que dans le tir contre avion vu. Mais l'erreur en distance pouvait être moindre. Malheureusement, la précision de ces données perd beaucoup d'intérêt en présence de l'incertitude sur la position de « l'avion futur ». Celle-ci dépend entièrement de la volonté du pilote qui ne s'avisera pas de conserver une route droite dès qu'il s'apercevra qu'on lui tire dessus, et qui mettra à profit à la fois la grande vitesse de son appareil et la durée de trajet considérable des projectiles par lesquels on essaie de l'atteindre à grande altitude, pour dérouter le tir qu'on dirige sur lui. L'échec de la détection, que l'on peut mesurer par la faiblesse des destructions dues à l'artillerie de nuit ou par temps couvert, n'est imputable qu'à cette dernière ; comment la détection pourrait-elle rendre efficace un tir sans voir, quand le tir sur avion vu, dans les conditions les meilleures, n'a qu'un rendement des plus faibles ?

Si l'on met à part cet échec, qui ne lui est pas imputable, la détection électromagnétique a certainement connu des succès considérables.

Dès les premiers jours de la guerre, la « Luftwaffe », qui disposait d'une aviation de bombardement numériquement très supérieure à la R.A.F. et à la « Fleet Air Arm », engagea une série d'opérations contre les mouillages de la « Home Fleet » et la navigation dans les eaux britanniques de la mer du Nord. Toutes les expéditions rencontrèrent la chasse britannique, alertée en temps utile pour intervenir à leur altitude de navi-

(1) Dans la conduite du tir contre avions, on désigne par « avion actuel » la position de l'avion au départ du coup, telle qu'elle est déterminée par les observations optiques, l'« avion futur » désignant la position où l'avion, d'après les estimations, doit se trouver au moment où le projectile de D.C.A. le rencontrera.

gation. C'était une nouveauté d'importance. Qu'on se rappelle, à la fin de la guerre d'Espagne, l'impuissance de la chasse gouvernementale devant les bombardiers nationalistes opérant contre Barcelone et Valence à partir de Majorque. Les effectifs de la défense ne suffisaient pas à établir la permanence qui eût été nécessaire pour rencontrer les attaques à leur altitude de navigation; leur détection à vue était trop tardive; les bombardiers pouvaient exécuter leur mission et rentrer avant d'être rejoints. La détection à grande distance délivrait la chasse britannique de la nécessité d'une permanence qu'elle n'eût pas été plus à même d'entretenir que la chasse espagnole. La détection lointaine facilitait l'interception en signalant très en avance l'emplacement et la route de l'attaque, et, au cas où celle-ci échappait à la défense jusqu'à l'arrivée sur les objectifs, en continuant à diriger la chasse à sa rencontre sur la route du retour, à grande distance au large. Pendant toute cette période de la guerre, où l'Allemagne s'interdisait l'attaque d'objectifs terrestres, la détection électromagnétique fut l'élément essentiel de la protection de la flotte britannique contre le bombardement à grande altitude de ses mouillages, la puissante D.C.A. rapprochée des navires assurant de son côté la protection contre l'attaque à basse altitude.

La rencontre d'une expédition de chasse par chaque expédition de bombardement de la « Luftwaffe » n'était pas plus naturelle que la présence d'une escadre de croiseurs de bataille ou de la « Home Fleet » tout entière lors de chaque raid allemand contre les Iles Britanniques en 1914-1918. Instruite par cette première expérience, l'aviation allemande, qui savait ce que coûte une permanence de chasse, ne dut pas être longue à chercher l'explication de ces rencontres systématiques. A quelle époque les rapporta-t-elle à leur véritable cause? Nous ne le saurons probablement qu'après la guerre. Le commandement britannique

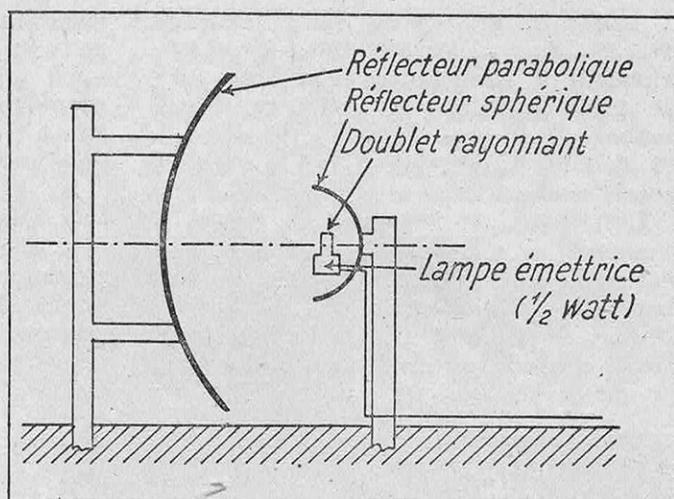


FIG. 3. — LIAISON PAR ONDES ULTRACOURTES A TRAVERS LE PAS DE CALAIS

La première liaison expérimentale fut réalisée par la société « le Matériel Téléphonique » en 1931, avec une puissance de 0,5 watt seulement, sur ondes de 0 m 18. L'antenne, de 2 cm 5 de longueur, était montée sur un tube spécial fonctionnant sur un montage dérivé du Kurz-Barkhausen, placé au centre d'un petit miroir réflecteur sphérique, placé lui-même au foyer d'un grand miroir parabolique pointé sur le poste récepteur. Le succès de ces expériences conduisit les aéronautiques civiles française et britannique à établir sur ce principe la liaison radio entre les aérodromes de Saint-Inglevert et Lympne, sur 56 km.

affirme que le secret de la détection fut bien gardé; il ne le fut certainement pas aussi longtemps que celui de la célèbre chambre de déchiffrement qui enregistra, pendant plusieurs années, les signaux radio de la « Hochseeflotte » et put indiquer à l'Amirauté britannique l'heure de ses appareillages. L'aviation allemande, affirme-t-on, accusa d'abord les chalutiers pêchant en mer du Nord, et se décida à les attaquer; elle aurait mis en cause, par la suite, les bateaux-feux, ce qui expliquerait la campagne de destruction qu'elle dirigea contre eux, après avoir chassé les chalutiers de la mer du Nord. Ce n'est que beaucoup plus tard qu'elle aurait découvert que ses expéditions étaient détectées du sol même des Iles Britanniques.

Après la campagne de France, lorsque la « Luftwaffe » entreprit, de juillet à octobre 1940, la série de ses expéditions de jour contre l'Angleterre, la détection électromagnétique joua un rôle essentiel dans la conduite de la défense. La conclusion est la même, quelle que soit la relation des événements que l'on accepte. Si l'on admet la thèse britannique d'après laquelle toutes les expéditions allemandes,

à moyenne, grande ou faible altitude, avec ou sans accompagnement de chasse, auraient été interceptées et auraient subi, en matériel, des pertes triples, et, en personnel, des pertes sextuples de celles de la R.A.F., la détection, qui permit de placer devant chaque formation de la « Luftwaffe » la formation de chasse de composition appropriée, était à la base même du succès. Si l'on admet, au contraire, la thèse allemande du succès d'ensemble de ses opérations de bombardement, et de la destruction simultanée de la chasse britannique qui tendait à s'y

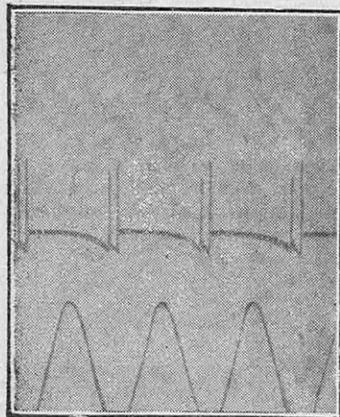


FIG. 4. — OSCILLOGRAMMES D'ÉCHOS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

La distance d'un avion est connue par la détection électromagnétique en mesurant la durée du parcours aller et retour de l'onde. La mesure directe donne des résultats précis malgré la valeur éle-

vée de la vitesse de propagation. C'est ainsi qu'on a pu notamment, dès 1925, mesurer la hauteur de la couche d'Heaviside (couche ionisée entourant la terre sur laquelle se fait la réflexion des ondes hertziennes), qui est de l'ordre de 200 km. La figure représente l'enregistrement d'émission et de réception d'échos de tops extrêmement brefs, de l'ordre du 1/10 000 de seconde, espacés de 1/50 de seconde (courbe supérieure) et l'enregistrement des oscillations d'un diapason étalonné (courbe inférieure). Une mesure indirecte de la distance, également appliquée par Appleton à la détermination de la hauteur de la couche d'Heaviside, repose sur la mesure du déphasage entre l'onde émise et l'onde réfléchie; elle est susceptible d'une grande précision.

opposer, avec des pertes faibles pour l'assaillant, on doit reconnaître encore que la détection est parvenue à placer la défense au-devant de l'attaque. Contre des objectifs aussi peu enfoncés dans l'intérieur de l'Angleterre, le déroulement normal d'une opération qui n'a affaire qu'à une détection rapprochée, à vue ou au son, ne comporte pas de rencontre avec la défense. Si, successivement, la chasse britannique engagea le combat au-dessus de la Manche et de la mer du Nord, puis à l'intérieur même de l'île pour récupérer ses pilotes, c'est qu'une

détection éloignée lui signalait les formations allemandes avant même qu'elles aient quitté le continent, lorsqu'elles prenaient de la hauteur, et les accompagnait sans les perdre longtemps après qu'elles avaient pris le chemin du retour.

Le début des opérations nocturnes de la « Luftwaffe », à l'automne 1940, marque la faillite complète de la détection électromagnétique limitée à l'emploi à partir du sol. On a indiqué plus haut pourquoi, malgré sa précision, elle ne pouvait prêter son concours à l'artillerie. Combinée avec la radiotéléphonie, elle permet bien de signaler en permanence la position de l'assaillant à la chasse de nuit qui n'est plus réduite à explorer au hasard de vastes secteurs où ne passe aucun adversaire. Mais la précision de la désignation, par rapport au sol, ne suffit pas au chasseur qui ne peut la compléter par la vision directe. Il lui faudrait pouvoir se placer avec la même précision, et, dès qu'il est au voisinage immédiat de l'expédition qu'il poursuit, il se confond avec elle. Rien ne remplaçait donc une détection, même moins lointaine et moins précise, mais faite à partir de l'appareil même qui devait l'utiliser. Aussi l'impuissance de la défense contre les raids nocturnes est-elle reconvenue alors par le commandement britannique lui-même. En septembre 1940, au cours du mois marqué par les plus violents combats aériens, les communiqués de Londres affirment avoir abattu 1 092 avions, mais 29 seulement auraient été détruits de nuit, et sur ces 29, 6 seulement par la chasse. Au cours de l'hiver, où la « Luftwaffe » n'eut guère recours qu'aux raids de nuit, l'insuccès s'affirme plus nettement encore; le communiqué britannique ne signale, comme abattus de nuit, que 14 avions en novembre, 10 en décembre, 19 en janvier 1941.

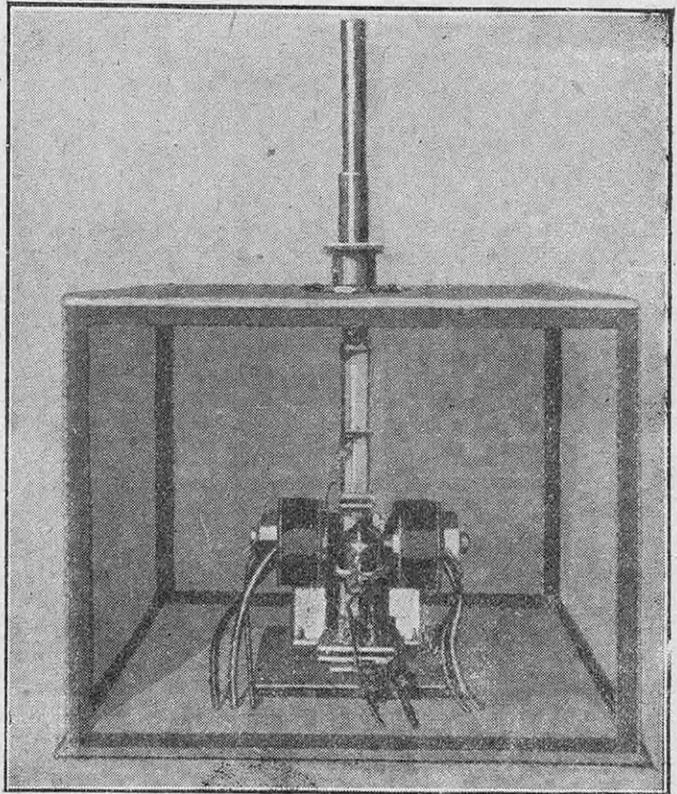
C'est probablement vers mars 1941 qu'apparut la détection de bord, impatientement attendue et annoncée un peu hâtivement par les dirigeants britanniques à un public qui supportait malaisément les destructions énormes de la « Coventryisation », conduites avec des pertes aussi faibles par des formations allemandes toujours plus nombreuses. Toujours est-il que, dès la première quinzaine de mars, les pertes allemandes au cours des raids de nuit s'élèvent, toujours d'après le communiqué britan-

nique, à 30 appareils; la part de la chasse de nuit y figure pour 13 appareils, alors que pendant tout le mois de janvier elle n'en avait abattu que 4. En avril, les pertes montent à 86; la part de la chasse de nuit augmente toujours; pour les deux nuits du 7 au 9 avril, les 10 avions signalés descendus sur Glasgow et Coventry, l'auraient tous été par la chasse. En mai, les résultats de la défense s'améliorent encore; toujours d'après le communiqué britannique, 91 avions auraient été détruits de nuit pendant les onze premiers jours de mai, dont 86 par la chasse; pour la dernière nuit, celle du 10 au 11 mai, au cours d'une expédition sur Londres, 33 avions auraient été descendus, dont 31 par la chasse.

On doit signaler que le communiqué allemand, lorsqu'il donnait le chiffre des pertes, était le plus souvent en désaccord avec le communiqué britannique; la discordance était particulièrement forte en mai. Aussi retiendrait-on simplement des chiffres précédents l'aveu de l'impuissance de la défense de nuit aidée par la seule détection à partir du sol, et l'affirmation d'un rendement très

élevé de cette même défense dès qu'apparaît le détecteur de bord. Cette conclusion est amplement justifiée par la suite des événements. La tactique allemande se transforme à partir du 11 mai; les expéditions à gros effectifs cessent; les raids d'appareils isolés, moins sensibles mais à rendement moins élevé, se multiplient et visent à user l'action de la chasse de nuit, dans la recherche d'un adversaire devenu plus rare. Au total, l'activité aérienne allemande au-dessus des Îles Britanniques diminue beaucoup sans que l'on puisse trouver pendant plus d'un mois une explication satisfaisante dans les diverses opérations du front oriental.

Si l'on est parvenu à réaliser des appareils assez légers pour l'installation sur avion, il est évident que l'installation



T W 13824

FIG. 5. — PRODUCTION D'ONDES ULTRACOURTES PAR MAGNÉTRON

Le magnétron, étudié par Hull en 1920, est un tube extrêmement simplifié, puisqu'il ne comporte qu'un filament et qu'une anode. Il est placé dans un fort champ magnétique. Il fournit pratiquement des ondes de 0 m 70 à 6 m. Le gros intérêt de ces tubes est de pouvoir dissiper une énergie considérable; on réalisait couramment, il y a plusieurs années, 20 watts pour les ondes les plus courtes, 120 watts pour les plus longues. Leur rendement est très élevé : 50 % environ. Aussi le magnétron est-il généralement employé aujourd'hui pour toutes les applications des ondes ultracourtes; ce sont ses progrès qui ont permis l'augmentation de portée de la détection électromagnétique.

sur navires a dû être faite beaucoup plus tôt. Elle est, à n'en pas douter, un élément décisif de la protection des navires de guerre et des convois.

Tout d'abord, la détection de l'attaque, serait-ce par un seul bâtiment de la force navale ou du convoi, permet de donner l'alerte à tous les autres. Les avions embarqués peuvent être lancés par catapultes, ou s'envoler des porte-avions. Le personnel de service des armes de défense peut être appelé à son poste en temps utile, sans être astreint à une faction permanente qui exigerait plusieurs quarts. L'avantage est précieux sur les petits bâtiments, de la vedette à la corvette, comme sur les navires de commerce, où il y aurait de grosses difficultés à embarquer un personnel assez nombreux pour

le service de toutes les armes de défense rapprochée qu'on peut monter à bord. Tout comme à terre, la détection lointaine fournit le moyen de lancer la chasse à la poursuite de l'assaillant, une fois l'attaque exécutée, et même, avec un nombre suffisant de patrouilleurs dans les eaux les plus exposées, de ne pas le perdre sur plusieurs centaines de kilomètres. Un réseau dense de détection terrestre, complété par quelques postes de détection mobiles, à bord de navires qui peuvent d'ailleurs se consacrer accessoirement à la chasse au sous-marin, au transport de quelques chasseurs catapultables..., peut former des barrages de plusieurs centaines de kilomètres de profondeur que les avions ne pourront traverser sans que leur route précise soit signalée, pendant des heures, à une aviation de protection munie elle-même d'une détection de bord.

Il est probable que la détection électromagnétique aura été pour beaucoup dans la protection de la navigation britannique contre les attaques de la « Luftwaffe », et spécialement celles des avions à grand rayon d'action. Sans détection, l'attaque par temps couvert, conduite par des avions s'abritant dans les nuages à l'approche de l'objectif et y rentrant aussitôt les bombes lancées, est des plus dangereuses pour le navire même convoqué; l'avion à grand rayon d'action, prononçant ses attaques au large de l'Islande ou du Groenland, devenait plus dangereux pour les convois que le sous-marin. Le premier avait un refuge où il ne craignait rien, le deuxième, depuis la détection par ultrasons, n'en avait plus. La détection électromagnétique rend la situation de l'avion assaillant aussi difficile que celle du sous-marin. Du nord de l'Ecosse au Groenland, par les Shetland, les Féroë, l'Islande, l'avion doit désormais franchir un profond barrage. Sa continuité ne demande guère qu'un poste à la mer, entre les Féroë et l'Islande. Mais les navires en patrouille, deux ou trois porte-avions à la mer, les convois eux-mêmes peuvent en porter la profondeur à un millier de kilomètres, où les avions de l'attaque se trouveront aux prises pendant des heures avec des chasseurs à grand rayon d'action qui n'auront même pas besoin d'être rapides, puisqu'il leur suffira de passer de la vitesse de croisière à la vitesse maximum à l'instant de la rencontre. Ce

sont même les attaques de nuit, ou par temps couvert, auparavant les plus sûres, qui deviennent les plus risquées; la chasse y trouve l'avantage d'être complètement à l'abri de l'armement de défense des bombardiers.

Ce sont également les conditions nouvelles que la détection impose aux attaques qui ont obligé à restreindre l'importance des opérations lointaines au profit des opérations à courte distance, celles de la « Luftwaffe » contre les côtes Est de l'Angleterre, celles de la R.A.F. contre la navigation en Manche et en mer du Nord. Non pas que l'assaillant échappe alors à la détection. Mais il peut opérer de jour et se faire accompagner par la chasse. L'issue de l'affaire est une question de maîtrise locale de l'air.

Cette détection de bord, certainement préparée depuis des années par l'aviation britannique, explique probablement quelques caractéristiques de l'armement d'attaque ou de défense de ses appareils actuels. Pour la chasse de nuit, en secteur obscur ou en secteur éclairé, l'objectif est assez visible et l'assaillant assez bien placé pour n'avoir pas besoin d'un armement puissant. Pour le tir sans voir, conduit d'après la seule lecture d'un cadran, la divergence de la gerbe et la puissance du feu s'imposent; quelques secondes après le déclenchement du feu, l'adversaire sera engagé dans une manœuvre de dérobolement où il sera difficile de le suivre. On conçoit que la puissance d'armement, jamais atteinte encore, des derniers bimoteurs « Beaufighter », 4 canons et 6 mitrailleuses, ne soit pas inutile au cours de ce genre d'attaque. De même, dans l'hypothèse que nous examinons plus loin, où la détection de bord s'étendrait de la chasse de nuit à la défense contre la chasse de nuit, les tourelles quadruples d'étambot de tous les bombardiers lourds britanniques auraient leur mot à dire.

Les parades de la détection électromagnétique

La détection électromagnétique a pu apparaître, à l'origine, comme un moyen de défense capable de bouleverser complètement les conditions du bombardement aérien.

En sera-t-il longtemps ainsi? Bien certainement non. Ce serait la première fois, dans l'histoire militaire, qu'une parade ne serait autre chose qu'une gêne temporaire au développement d'une arme.

L'adaptation la plus naturelle est la dilution de l'attaque dans le temps et dans l'espace. Elle fut employée par la « Luftwaffe » au lendemain même du communiqué britannique triomphant du 11 mai 1941. Lorsque le feu atteint un degré de puissance où les pertes sont trop sévères, on se disperse; c'est ainsi que les lignes de tirailleurs succédèrent aux assauts à l'arme blanche, les formations diluées aux formations serrées. Quand la chasse de nuit, au lieu de trouver en face d'elle les centaines de bombardiers qui venaient concentrer en quelques heures leurs attaques sur Londres, doit répartir son activité contre des appareils isolés opérant toute une nuit sur le territoire entier des Iles Britanniques, elle en descend bien encore quelques-uns de temps à autre. Mais n'en perd-elle pas à peu près autant par usure normale, incidents de vol ou de navigation, bris à l'atterrissage de nuit sur un terrain bombardé?... Les résultats du bombardement sont évidemment réduits. Ils sont encore loin d'être négligeables. Le seul jeu des alertes, sur des secteurs étendus, trouble autant la production que les dégâts directs. On s'achemine donc vers un état d'équilibre entre l'usure de l'attaque

et celle de la défense qui reste très loin de l'interruption complète des raids. La détection met fin à des destructions dont l'intensité devenait intolérable; elle n'élimine pas complètement la menace, qui reste encore très gênante.

A cette évolution d'ensemble de l'attaque dans la voie d'une dispersion accrue, s'ajoutent les parades individuelles. Contre la menace du déclenchement inopiné du feu d'une dizaine de mitrailleuses et de canons sur l'arrière, le bombardier est loin de se trouver sans ressources. On commencera par réduire le temps pendant lequel il est exposé à la menace; on l'enverra sur Hull au lieu de l'envoyer sur Belfast. On lui fera

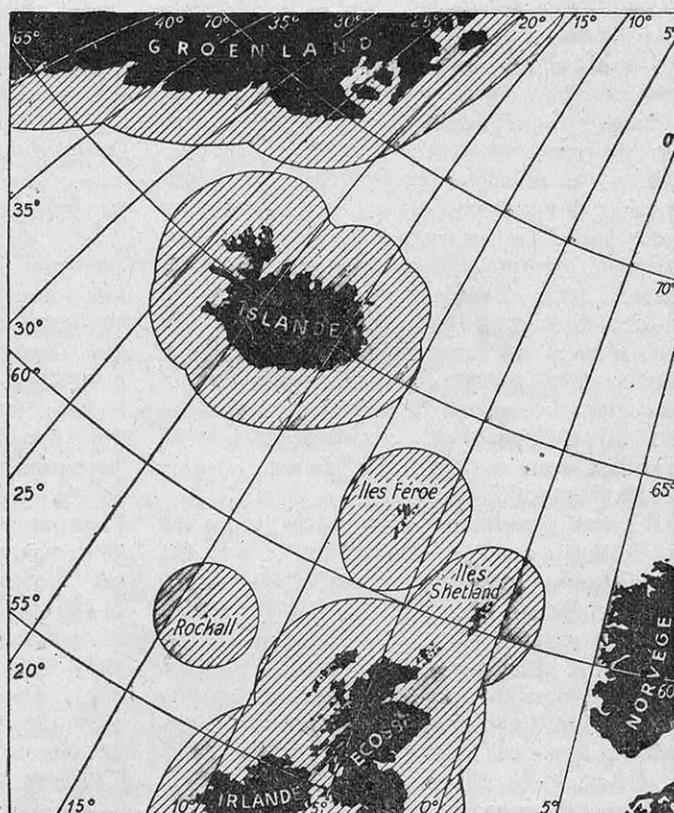


FIG. 6. — LE BARRAGE DE DÉTECTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE DES ILES BRITANNIQUES AU GROENLAND

La carte ci-dessus indique la faible étendue des chenaux d'accès possibles de Norvège à la route des convois d'Atlantique du Nord, en supposant une détection à partir de postes terrestres de 150 km de portée. Il suffit d'un nombre faible de navires croisant de l'Islande aux Féroë pour achever le barrage et lui donner une très grande profondeur. Les postes à terre sont d'ailleurs beaucoup plus intéressants que les postes de navires; le poste peut être placé à une altitude qui utilise complètement sa portée, même contre avion bas, ce qui n'est pas le cas des postes de bord gênés par la courbure de la terre. De ce point de vue, les possessions danoises : Féroë, Islande, Groenland, passées sous contrôle anglo-saxon, sont d'un intérêt considérable.

franchir à la vitesse maximum, et non à la vitesse de croisière, les 300 km où il est saisi par la détection au sol; c'est l'affaire de 35 minutes. Sur ces 35 minutes, il n'est pas exposé plus de 20 minutes à la détection de bord et au feu du chasseur, dont une quinzaine sur la route du retour. On ne négligera pas alors le supplément de vitesse au cours d'une descente d'une dizaine de kilomètres sur les 150 ou 200 km qui le séparent de son terrain. Il lui reste, enfin, cette parade universelle que sont les manœuvres de dérobolement irrégulières qui le préserveront de la chasse, comme elles l'ont préservé jusqu'ici de l'artillerie; il suffira d'en élever la cadence. Pendant 20 mi-

notes, deux fois par minute, le bombardier abattra, sous grande accélération, de 30° à 45° d'un bord ou de l'autre, semant chaque fois, pour quelques dizaines de secondes, le chasseur à peine plus rapide qui pourrait se trouver à quelques centaines de mètres derrière lui. Le bombardier devra manœuvrer, en somme, pendant toute la traversée de la zone dangereuse, comme s'il apercevait à chaque instant un chasseur s'apprêtant à lui piquer dessus. Pourquoi cette manœuvre qui réussit de temps à autre, de jour, contre une patrouille de chasse ne le protégerait-elle pas beaucoup mieux d'un seul adversaire, dont la vitesse et la maniabilité sont à peine supérieures à celle de l'avion qu'il poursuit?

Il reste ensuite à l'attaque à retourner la détection contre la défense. S'il est possible de monter sur un chasseur de nuit l'appareil de bord qui lui fixe la position exacte de tout adversaire dans un rayon de quelques dizaines de kilomètres, on a tout loisir d'en faire autant sur le bombardier. Quand celui-ci connaîtra, à cette distance, la direction et la distance du chasseur le plus voisin, il réglera en conséquence sa route, changera au besoin d'objectif, et même fera demi-tour en renonçant à sa mission. Tant que le chasseur ne le serrera pas de près, il se dispensera de manœuvres de dérobement qui lui feraient alors perdre du temps. Dès que le bombardier sentira l'adversaire à proximité, il multipliera alors les manœuvres sous grande accélération, lira sur son cadran l'effet de chacune, en accentuera ou réduira la cadence suivant le résultat. Sans détection, en face d'un adversaire qui en est muni, le bombardier se trouve de nuit dans une situation plus grave que de jour; non seulement il ne sait rien des formations lointaines qui se dirigent sur lui, ou vont lui couper la route (c'est déjà le cas de jour), mais encore il est aveugle dans le combat à courte distance contre un adversaire qui, lui, le « voit » sur ses cadrans d'appareils. Avec la même détection que le chasseur, le bombardier se trouve, au contraire, dans une situation plus favorable que lorsqu'il a affaire de jour à un chasseur guidé du sol; il sent l'adversaire lointain à même distance que lui; l'un et l'autre sont à égalité.

Là ne se borne point l'usage que le bombardier fera de sa détection de bord.

Si le chasseur s'en sert jusqu'au contact pour déclencher son feu, pourquoi son adversaire ne ferait-il pas de même et ne l'arroserait-il pas du feu de sa tourelle quadruple d'étambot en même temps qu'il amorce sa manœuvre de dérobement? La seule supériorité du chasseur est alors sa puissance de feu; il perd, par rapport au combat de jour, l'avantage énorme de l'attaque presque simultanée des trois appareils d'une patrouille contre un unique mitrailleur qui ne parvient pas toujours à changer d'objectif avec assez de dextérité.

A la limite extrême, où tous les appareils des deux adversaires, chasseurs comme bombardiers, seront grésés avec une détection de bord, les uns et les autres se trouveront dans des conditions voisines des opérations de jour. Les expéditions de bombardement pour lesquelles on craindrait seront escortées de nuit comme elles le sont de jour. Les chasseurs de nuit qui croiront faire de l'interception sans risques se trouveront aux prises avec un adversaire de même armement et de même maniabilité qu'eux-mêmes. Chassés par l'escorte hors de leurs secteurs d'opérations réservés, ils se trouveront aux prises avec des chasseurs amis; il faudra échanger des signaux de reconnaissance. On ne manquera pas de combiner détection et reconnaissance, et d'appliquer l'ensemble à des opérations de patrouille simple de trois appareils, puis de patrouilles multiples dont l'intérêt apparaîtra le même de nuit que de jour. Les bombardiers renonceront alors à la dilution des missions; on reverra les centaines d'appareils, protégés par des escortes de même effectif, aux prises avec une défense comparable, qu'on rencontrait dans le ciel de Londres vers le 15 septembre 1940.

La détection électromagnétique sera alors entrée dans la pratique courante. L'invention dont on attendait la protection définitive contre la menace du bombardement n'aura abouti qu'à une demi-douzaine de cadrans et autant de manettes supplémentaires sur les tableaux de bord. Et l'on devra définitivement renoncer sans doute à recruter des équipages ailleurs que dans les joueurs d'échecs capables de conduire à bien, simultanément, deux douzaines de parties sans voir.

Camille ROUGERON.

LA GUERRE DES CONVOIS EN MÉDITERRANÉE

par Pierre BELLEROCHÉ

En 1941, la Méditerranée a constitué une double voie de passage pour les convois militaires des forces britanniques et italiennes : dans le sens est-ouest (Gibraltar-Alexandrie) pour les convois britanniques, et dans le sens nord-sud (Sicile-Tripoli) pour les convois italiens. C'est, en effet, par mer que les deux belligérants essaient de renforcer, d'une part, leur armée du Proche-Orient, d'autre part, leur armée de Libye. Le navire porte-avions, et le groupe tactique « porte-avions + cuirassé » (1) ont joué un rôle capital dans les passages de vive force réalisés par la flotte britannique dans la zone italo-méditerranéenne en 1940 et au début de 1941. L'intervention des « Stukas » en Sicile (janvier 1941) a tenté d'étrangler un passage que l'occupation britannique des îles grecques et de la Cyrénaïque, au cours de l'hiver 1940-1941, avait élargi; en mars 1941, à la suite de la bataille de la mer Ionienne (2), la balance des forces navales en Méditerranée a penché vers l'Angleterre, mais un mois après, l'occupation fulgurante de la Grèce et l'invasion aérienne de la Crète, à la fin de mai, s'ajoutant à la récupération de la côte de Cyrénaïque par le général Rommel, améliorèrent les positions de l'axe. Un nouvel épisode de cette course aux bases autour du bassin oriental méditerranéen a été, en juillet 1941, l'occupation britannique du littoral libanais et des aérodromes syriens. Puis vint une période de répit, correspondant à la campagne de Russie et à l'affaiblissement de la flotte d'Alexandrie à la suite des combats aéronavals de Crète. L'activité des deux belligérants en Méditerranée, prélude à la nouvelle campagne de Cyrénaïque, s'est alors pratiquement limitée sur mer à une guerre réciproque de convois, guerre où l'aviation, les sous-marins et même les vedettes rapides ont joué un rôle prépondérant.

LE passage de vive force de convois militaires d'un bout à l'autre d'une mer étroite, comme la Méditerranée, dominée en sa partie centrale par une aviation hostile, est, avant tout, un problème aérien. On sait que les Britanniques l'avaient résolu, en 1940, par la réalisation d'une forte escorte aérienne. Celle-ci fut d'abord fournie par deux navires porte-avions, l'un basé à Gibraltar, l'autre à Alexandrie, et allant au-devant de l'un de l'autre échanger le convoi en Méditerranée centrale.

La manœuvre se heurta, le 10 janvier 1941, aux « Stukas » allemands arrivés en Sicile, et le porte-avions *Illustrious* fut mis à mal pour dix mois (fig. 1). L'*Illustrious* fut remplacé par le *Formidable* qui, en mars 1941, contribua à l'escorte des convois de Grèce (Alexandrie-Le Pirée) et joua un rôle important dans la bataille navale du cap Matapan (2).

(1) Voir : « Les porte-avions en Méditerranée », dans *La Science et la Vie*, no 284 (avril 1941).

(2) Voir : « Les enseignements de la bataille navale du cap Matapan », dans *La Science et la Vie*, no 286 (juin 1941). Le 20 septembre, le département de la marine américaine a annoncé que le *Formidable* se trouvait aussi en réparations en Amérique; le 14 octobre, des informations de Washington annonçaient la mise en cale, à Philadelphie, du porte-avions *Furious*.

L'expérience de l'« *Illustrious* »

L'expérience du 10 janvier 1941 avait montré que la D.C.A. d'un porte-avions comme l'*Illustrious*, comportant pourtant quatre pom-poms octuples de 40 mm et huit affûts quadruples de 13 mm — sans parler des seize pièces de 115 mm — n'avait pas réussi à interdire le survol d'une plate-forme de 229 mètres de longueur sur 29 de largeur, attaquée par un groupe de 45 « Stukas ». Les six ou dix « Stukas » abattus, revendiqués par le communiqué britannique, l'avaient été en poursuite par les « Fulmar » de chasse décollés de l'*Illustrious* et par les « Hurricane » envolés de Malte, située à 60 milles marins (110 km) du lieu de l'attaque.

Malte, île hérissée d'une forte D.C.A., comportant cinq excellents aérodromes, Miccabbba, Luca, Halfar, La Venezia et Ondia, devenue une sorte d'île porte-avions pour les « Hurricane », prit en janvier, février et mars 1941 la place des navires porte-avions comme objectif des « Stukas » allemands et des « pichiattelli » italiens basés en Sicile (1). Dès le 26 jan-

(1) Une attaque caractéristique fut, entre autres, celle du 25 février 1941, sur l'aérodrome de Luca, par des « Stukas » et des « pichiattelli » escortés de Messerschmitt 109 (allemands) et de Macchi C 200 (italiens). Le bilan en fut : dix avions britanniques avariés au sol, quatre « Hurricane » abattus, sept avions assaillants abattus par la chasse anglaise et cinq par les barrages de D.C.A.

vier 1941, la guerre aérienne était déclarée entre les aérodromes de Sicile et ceux de Malte.

L'appoint des destroyers « Beaufighter »

Par la suite, au cours de l'été 1941, les escadrilles de « Hurricane » de Malte furent renforcées par des avions de chasse bimoteurs du type Bristol « Beaufighter ».

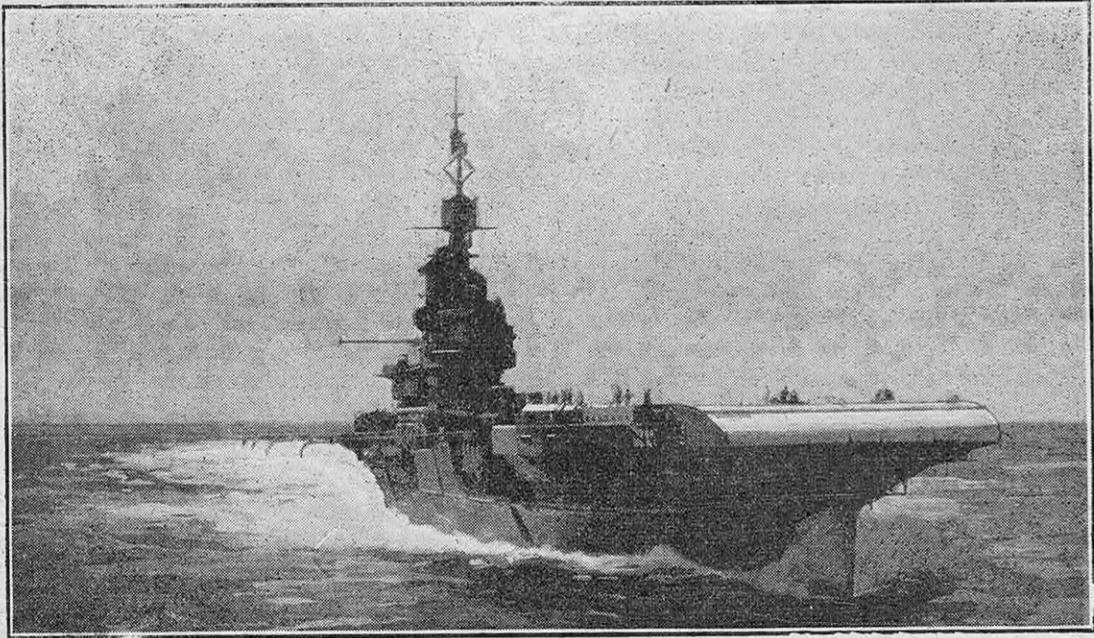
Armé de quatre canons Hispano de 20 mm montés fixes sous fuselage et de six mitrailleuses d'ails, de vitesse égale à celle du « Hurricane » (530 km/h), le « Beaufighter » n'est pas seulement le plus puissamment armé des « destroyers » en service en 1941. Chargé à 9 tonnes, il dispose d'un rayon d'action considérable, atteignant 2 500 km à la vitesse de croisière, soit six heures de vol, au lieu de deux heures pour les « Hurricane ». L'escorte aérienne fournie par Malte pouvait donc, avec de tels destroyers, être poussée trois fois plus loin qu'avec des avions de chasse monomoteurs.

Une escadrille de « Beaufighter » à Gibraltar et une autre en Egypte complétaient le dispositif d'escorte aérienne destiné à assurer le passage des convois britanniques en Méditerranée. Ajoutons que les « Beaufighter » de Malte se révélèrent capables, au cours de l'été 1941, de pousser leurs contre-offensives sur les aérodromes de Sicile : Trapani, Comiso, Catane, Gerbini, canonnant et mitraillant au sol les avions italiens qui menaçaient le passage dans les parages de Malte.

A la fin de juillet 1941, on retrouve trace d'un passage de convoi de Gibraltar en Egypte qui fut marqué par une grande bataille aéronavale s'échelonnant du 22 au 24 juillet.

Le combat aéronaval des 22, 23 et 24 juillet 1941

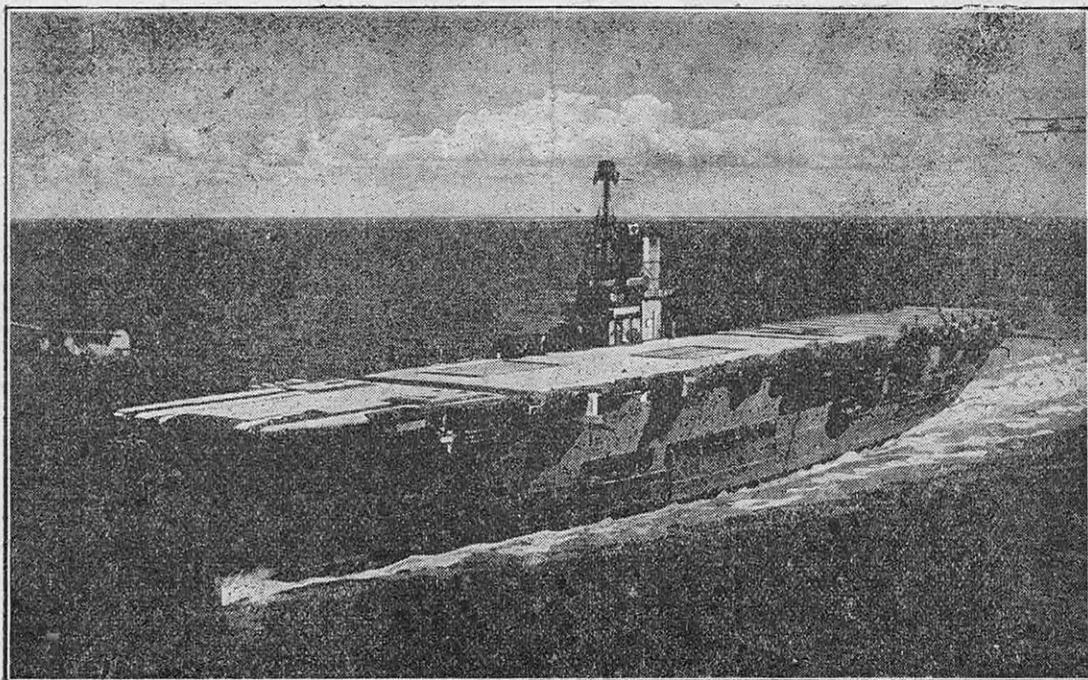
Le convoi, qui comprenait dix-huit cargos, était escorté, comme d'habitude, par un groupe « porte-avions et cuirassé » et encadré de croiseurs et de contre-torpilleurs. Découvert par



T W 14933

FIG. 1. — LE PORTE-AVIONS BRITANNIQUE « ILLUSTRIOUS »

L'attaque de cette unité, le 10 janvier 1941, dura plus de cinq heures et fut menée par 150 avions : — 12 h 15. Attaque de 20 avions torpilleurs italiens. L'Illustrious, ayant alors en l'air 18 avions, fait avorter l'attaque et 2 avions italiens sont abattus. — 12 h 30. Première vague de 45 bombardiers en piqué allemands, Ju 87 et Ju 88. Un coup direct d'une bombe de 500 kg frappe l'ascenseur du pont arrière, précisément abaissé pour prendre des avions dans le hangar. L'ascenseur et une dizaine d'avions sont détruits. Le pont blindé servant de parquet au hangar est percé et le hangar inférieur avarié. Le Junkers Ju 87 qui a lancé la bombe à basse altitude est victime de l'explosion. — 13 h. 30. Seconde vague de 35 « Stukas ». Un nouveau coup direct est reçu près de l'ascenseur arrière. La bombe perce le pont d'envol, pénètre dans le hangar, incendie un réservoir d'essence; une trentaine de « Spitfire » que l'Illustrious transportait sont détruits. Une voie d'eau se produit à la flottaison. — 15 h. Nouvelle vague de 20 « Stukas ». Un coup direct sur un des deux pom-poms octuples avant tue l'armement entier des canonnières de ce pom-pom. Une autre bombe frappe le pont d'envol à l'étrave. Incendie sur le pont. — 17 h. 30. Nouvelle vague de 30 « Stukas ». Coup direct sur un des deux pom-poms octuples arrière, mais la bombe a traversé le pont et explose en dehors à la surface de la mer. Les canonnières survivants du pom-pom octuple sont mitraillés par les Junkers Ju 88. — L'Illustrious, en partie incendié, désarmé, sans gouvernail, et tenant sa route en différenciant les machines tribord et bâbord, se réfugie à Malte, dans la soirée du 10 janvier. De l'équipage, 14 officiers et 107 hommes ont été tués, 400 blessés, près de 50 avions détruits. Dans le port de La Valette, à Malte, le porte-avions essuie de nouvelles attaques de « Stukas », quatre en deux semaines. Il est à nouveau touché près de l'ascenseur arrière. Dans la nuit du 25 janvier, en dépit de ses avaries, l'Illustrious réussit néanmoins à appareiller et à gagner Alexandrie, et de là Suez. Attaqué à son passage dans le Canal, il réussit à traverser la mer Rouge et, via le Cap, à atteindre le port américain de Norfolk (Virginie), où il arrive le 14 mai pour se faire réparer. La durée des réparations a été de six mois, la durée totale d'indisponibilité de dix mois.



T W 14524

FIG. 2. — LE PORTE-AVIONS BRITANNIQUE « ARK ROYAL »

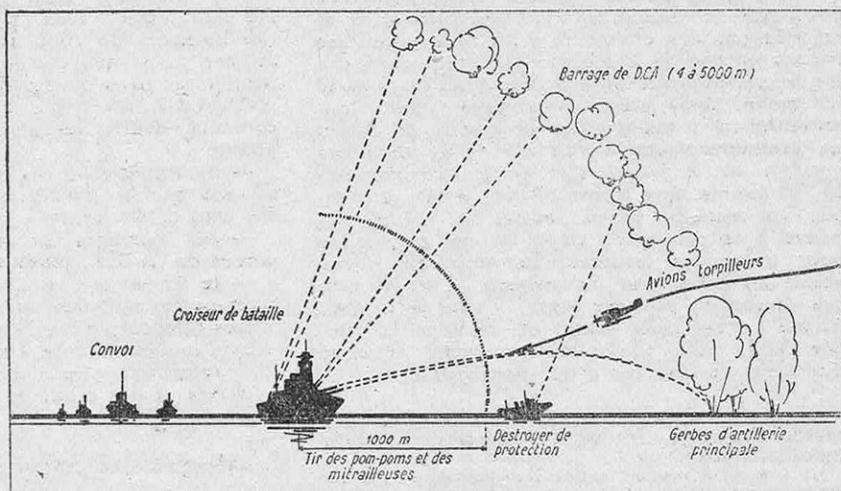
L'Ark Royal a été attaqué le 13 novembre en Méditerranée, à l'est de Gibraltar, et torpillé par un sous-marin allemand. Pris en remorque, il a coulé au début de la journée du 14. C'était une unité des plus modernes déplaçant 22 000 tonnes et atteignant 32 nœuds. Il pouvait emporter 70 avions et son équipage était de 1 600 hommes. C'est le troisième porte-avions britannique disparu au cours de cette guerre, les précédents étant : le Courageous, torpillé dans la Manche, et le Glorious, coulé au canon devant les côtes de Norvège. Peu après le torpillage de l'Ark Royal, malgré la réaction des contre-torpilleurs de l'escorte qui attaquaient les sous-marins à la grenade, une autre unité allemande put torpiller le cuirassé Malaya, qui fut remorqué dans le port de Gibraltar.

l'aviation de Sardaigne, il fut d'abord repéré dans la journée du 22 juillet; puis attaqué par des sous-marins dans la nuit suivante; puis assailli toute la journée du 23 par des avions torpilleurs synchronisant leur attaque avec celle des bombardiers de Sardaigne et de Sicile; dans la nuit du 23 au 24, par des vedettes rapides basées à Pantellaria; enfin, dans la journée du 24 juillet, par des bombardiers allemands basés en Crète. La flotte de haut-bord italienne ne s'engagea pas. Le communiqué de Rome annonça un vapeur de 15 000 tonnes coulé et un de 10 000 tonnes sévèrement endommagé; pour l'escorte, un croiseur de la classe Southampton, un autre croiseur et un navire de bataille endommagés.

Le communiqué de Londres n'avoua la perte que du contre-

torpilleur Fearless, atteint par une torpille lancée par un avion, et reconnu un cargo endommagé mais non coulé.

Malgré le nombre d'avions engagés par le



T W 14527

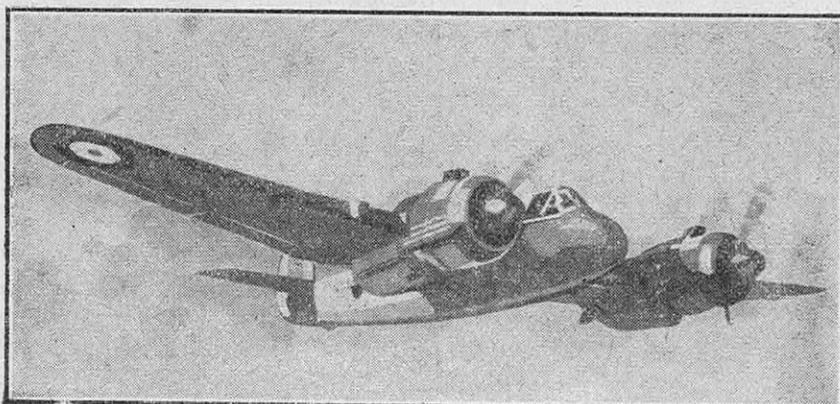
FIG. 3. — TIR DE DÉFENSE ANTI-AÉRIENNE D'UN CONVOI CONTRE LES AVIONS ET HYDRAVIONS TORPILLEURS

Trois barrages sont constitués par les cuirassés et les croiseurs : gerbes de l'artillerie principale, au ras de la mer, à 3 000 mètres environ; tir des pièces de D.C.A. jusqu'à 5 000 mètres en altitude; tir des pom-poms et des mitrailleuses antiaériennes à courte distance (1 000 m environ). Les destroyers de protection naviguant sur les flancs des croiseurs complètent le barrage de défense latéralement.

commandement italien, la bataille aérienne avec les avions d'escorte ne semble pas avoir été poussée, puisque le communiqué de Londres n'a indiqué que deux avions abattus par les avions de chasse. De son côté, Rome a insisté particulièrement sur le rôle joué par les avions torpilleurs (capitaine Magagnoli) et sur les vedettes rapides (capitaine de frégate Forza).

Les attaques massives à la torpille du 27 septembre

A la fin de septembre (1), la flotte britannique effectue un nouveau passage de convois de



T W 14529

FIG. 4. — LE DESTROYER BIMOTEUR BRISTOL « BEAUFIGHTER »

Gibraltar vers l'Egypte. Cette fois, le puissant cuirassé *Nelson*, de 35 000 tonnes, fait partie de l'escorte. Tenant compte de l'expérience des journées des 22, 23 et 24 juillet, l'action de l'aviation de torpillage italienne massée en Sardaigne et en Sicile fut, cette fois, beaucoup plus développée. D'après les communiqués de Rome, les attaques s'échelonnèrent d'une manière massive, de midi à 22 heures, le 27 septembre, en quatre vagues serrées d'avions et d'hydravions torpilleurs (« Airone » et « Aerosilurante ») escortés par des chasseurs : les trois premières vagues parties de Sardaigne lancèrent dans des conditions atmosphériques défavorables pour la recherche, mais assez avantageuses pour leur présentation : nuages bas et grains de pluie. La première vague aurait atteint de plusieurs torpilles un croiseur léger et un croiseur de 10 000 tonnes, que Rome déclare avoir été coulés. La seconde vague frappa le *Nelson* lui-même à la proue, en dépit de ses embardees pour éviter les torpilles. La troisième vague obtint un impact sur un croiseur de 10 000 tonnes et sur un croiseur léger. Quant à la quatrième vague, celle partie de Sicile à la tombée de la nuit, elle aurait enregistré un coup direct sur un croiseur et un destroyer (2).

(1) Le 8 août, Rome signale l'attaque d'une force navale britannique au sud des Baléares par l'aviation de Sardaigne.

(2) Ces attaques aériennes massives à la torpille furent complétées par des assauts nocturnes de vedettes rapides dans le canal de Sicile. Mais au passage, un croiseur britannique avait été détaché pour bombarder Pantellaria, leur base principale en 1941. Par la suite, le convoi fut harcelé au sud de la Crète par les avions allemands basés dans cette île, des Junkers 88, escortés par des destroyers Messerschmitt 110.

Le nombre de torpilles lancées, au cours de cette journée, n'est pas précisé, mais fut certainement considérable, de l'ordre de la centaine. La chasse d'escorte britannique comprenait des « Fulmar » embarqués et des « Beaufighter » basés à Gibraltar et à Malte.

Rome, en proclamant avoir abattu en flammes six avions anglais, reconnaît que huit appareils torpilleurs italiens ne rentrèrent pas à leur base. Parmi les équipages disparus se trouvaient un colonel et trois commandants d'escadrilles, ce qui donne une idée de la fougue avec laquelle furent menées les attaques à la torpille.

La version britannique reconnaît d'ailleurs la violence des attaques subies, mais affirme que le convoi parvint néanmoins à destination, sauf un cargo qui fut coulé. Le coup au but enregistré par le *Nelson* est reconnu, en précisant que, à part une légère diminution de vitesse, sa puissance de combat n'aurait pas été atteinte. Il n'en est pas moins vrai que le cuirassé britannique dut faire demi-tour et rentrer à Gibraltar.

La défense contre l'aviation de torpillage

Le système de défense britannique contre de telles attaques à la torpille paraît avoir comporté non seulement le tir des armes de D.C.A., canons et pom-poms, mais aussi un barrage constitué par les gerbes des grosses pièces d'artillerie principale tirant haute bloquée à courte distance. Des gerbes de canons de 203 mm, de 380 mm ou de 406 mm atteignent des hauteurs de 50 à 100 mètres au-dessus de la mer. Elles peuvent donc être groupées pour former un barrage (fig. 3).

Au total, un triple barrage de D.C.A. est constitué contre les attaques d'avions de torpillage :

- un barrage au ras de la surface de la mer dû aux gerbes d'artillerie principale (203 mm, 380 mm et 406 mm);
- des barrages en altitude créés par les pièces de D.C.A. (calibre 100 mm à 130 mm);
- le tir à la vue des canons automatiques (pom-poms) octuples de 40 mm et des mitrailleuses quadruples de 13 mm.

Eventuellement, le tir des contre-torpilleurs de protection, placés à 1 500 m environ des cuirassés et des croiseurs vient compléter la défense.

L'attaque des convois italiens de Libye

C'est à la suite de la surprise causée par la contre-offensive de l'armée blindée du général Rommel, reprenant la Cyrénaïque en deux semaines (mars 1941), que la flotte britannique commença de couper les communications par mer entre l'Italie et la Libye, pour étrangler le ravitaillement de l'armée Rommel.

Le premier raid important se place dans la nuit du 15 avril. Un groupe de contre-torpilleurs vint surprendre, au sud de Pantellaria, un convoi de cinq cargos escortés par des contre-torpilleurs italiens. Engagement nocturne au cours duquel furent coulés, en plus des cargos, les contre-torpilleurs italiens *Luca Tarigo* (1625 t), un torpilleur de la série des *Folgore* (1 200 t) et un de la série *Vega* (650 t). Le contre-torpilleur britannique *Mohawk* (1 850 t) fut par contre torpillé et coulé.

Cette opération fut couronnée, cinq jours plus tard, à l'aube du 21 avril, par un bombardement naval du port de Tripoli par les cuirassés de la flotte d'Alexandrie, au cours duquel — d'après Londres — six navires de commerce et un destroyer italiens furent touchés.

Sur ces entrefaites, la campagne de Grèce avait obligé la marine italienne à organiser un système de convois entre l'Italie et la Grèce d'une part, et la marine britannique entre l'Egypte et la Grèce d'autre part.

Une guerre réciproque aéro-sous-marine a donc commencé dès le mois de mars dans les eaux grecques, où se sont signalés, d'une part, les sous-marins britanniques (notamment le *Triumph*, l'*Utmost* et le grec *Triton*) et, d'autre part, la Luftwaffe de Grèce. Du 1^{er} au 29 avril 1941, Berlin affirme avoir coulé dans les eaux grecques plus de 300 000 tonnes britanniques et en

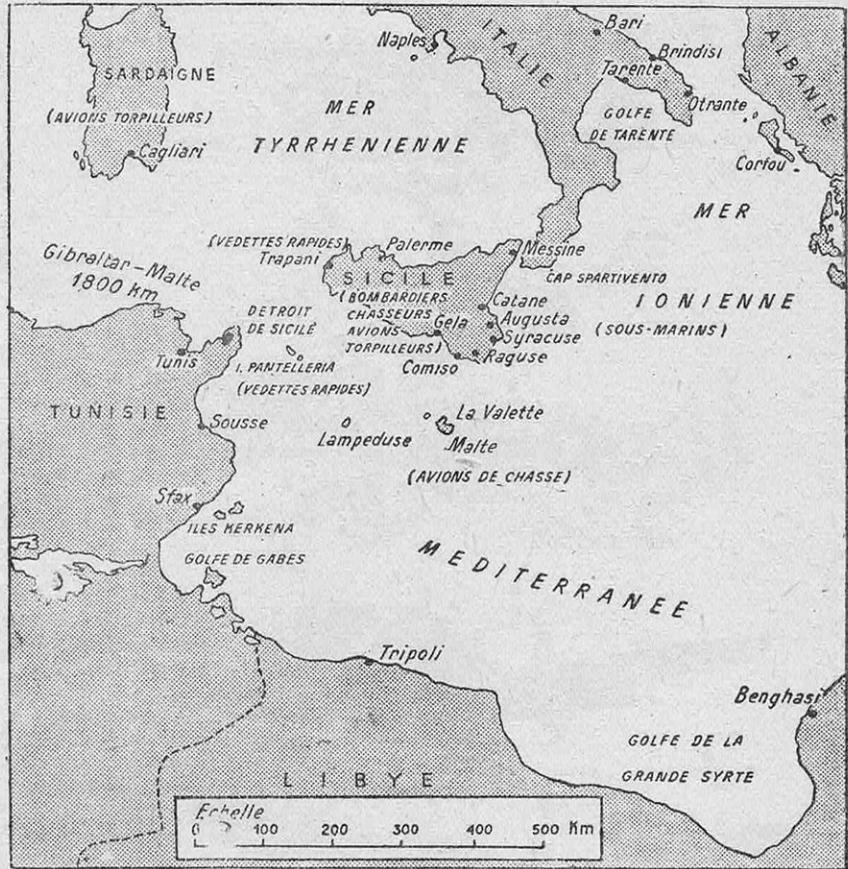


FIG. 6. — LA MÉDITERRANÉE CENTRALE OU SE CROISENT LES ROUTES DES CONVOIS BRITANNIQUES ET ITALIENS

L'Italie y dispose de nombreuses bases aériennes et navales, tant en Sardaigne qu'en Sicile, en Italie méridionale, en Libye, à Pantellaria, dans le détroit de Sicile, sans oublier l'île de Crète. Là s'abritent les avions torpilleurs et bombardiers, ainsi que les vedettes rapides qui s'attaquent aux convois britanniques. Ceux-ci, escortés de navires de ligne et de porte-avions, y sont protégés par les chasseurs « Hurricane » et « Beaufighter » basés à Malte, véritable île porte-avions.

avoir avarié 600 000. De son côté, le Duce a précisé le 1^{er} juin que 22 transports de troupes italiens avaient été coulés au cours des opérations de Grèce du printemps 1941. Pour le mois de juillet, Londres affirme avoir coulé 23 navires italiens en Méditerranée, soit 168 000 tonnes, et avoir avarié 30 autres navires. D'après un communiqué britannique, le total du tonnage coulé en Méditerranée, au cours des mois d'août, septembre, octobre 1941, dépasserait 335 000 tonnes, représentant 85 navires. Une soixantaine d'autres navires, représentant 265 000 tonnes, auraient été avariés au cours de la même période de trois mois (total 600 000 tonnes). Ces chiffres montrent l'intensité de cette guerre mutuelle au tonnage en Méditerranée à par-

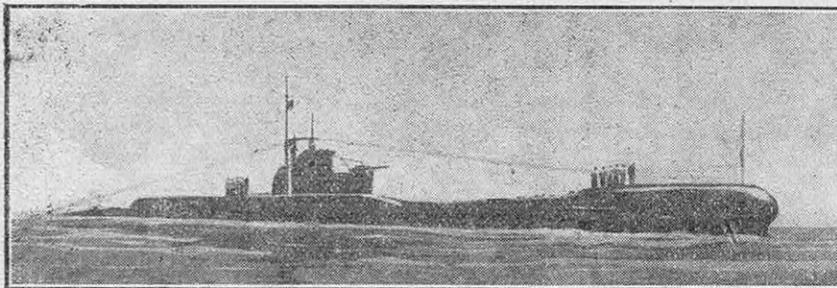


FIG. 5. — LE SOUS-MARIN BRITANNIQUE « TRIUMPH »

Ce bâtiment déplace 1 090 tonnes en surface et 1 575 tonnes en plongée. Il est armé de dix tubes lance-torpilles de 533 mm et d'un canon de 102 mm.

T W 14806

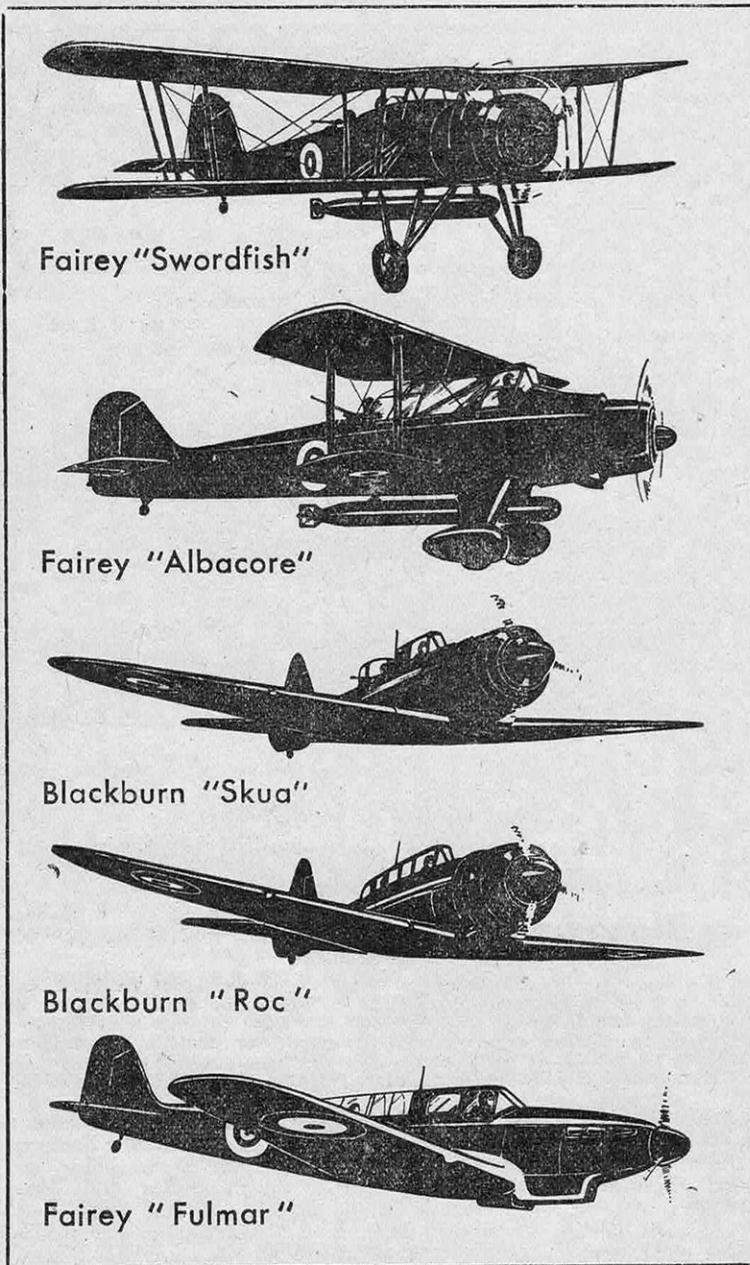


FIG. 7. — LES TYPES D'APPAREILS QUI ÉQUIPENT LES PORTE-AVIONS BRITANNIQUES

Le Fairey « Swordfish ». — Cet appareil déjà ancien est utilisé pour la reconnaissance et le torpillage. C'est un biplan biplace ou triplace équipé d'un moteur Bristol « Pegasus » de 750 ch. Envergure, 13,90 m; longueur, 12 m; poids total en charge, 3 500 kg; vitesse maximum, 250 km/h; plafond, 6 300 m; rayon d'action, 1 200 km. Il est armé de deux mitrailleuses et en porte une torpille de 450 mm.

Le Fairey « Albacore ». — C'est, comme le précédent, qu'il remplace peu à peu, un biplan bi ou triplace utilisé pour le torpillage et la reconnaissance. Il est équipé d'un moteur Bristol « Taurus » 14 cylindres de 1 065 ch; envergure, 15,25 m; longueur, 12,15 m.

Le Blackburn « Skua ». — C'est un biplace de bombardement en piqué à train d'atterrissage éclipseable. équipe d'un moteur Bristol « Perseus » de 905 ch. Envergure, 14 m; longueur, 11,45 m; poids à vide, 2 500 kg. Sa vitesse maximum est de 390 km/h, son plafond de 6 200 m. Il est armé de cinq mitrailleuses. Son autonomie est de 850 km.

Le Blackburn « Roc ». — C'est un biplace de chasse à train d'atterrissage escamotable, équipé d'un moteur Bristol « Perseus » de 905 ch. Il est remarquable par sa tourelle dorsale quadruple système Boulton-Paul.

Le Fairey « Fulmar ». — C'est le biplace de chasse de la marine du modèle le plus récent, destiné à être catapulté, train d'atterrissage rentré, des porte-avions. Il est équipé d'un moteur Rolls-Royce « Merlin ». Il est armé de huit mitrailleuses dans l'aile en dehors des jambes du train.

tir du printemps et de l'été 1941.

Citons quelques épisodes parmi les plus saillants de cette guerre au tonnage :

— 30 mai : torpillage du paquebot italien Conte Rosso;

— 10-15 juin : une dizaine de cargos endommagés;

— 2 juillet : torpillage du croiseur Gorizia, escortant quatre cargos;

— 1^{er}-10 septembre : torpillage des paquebots Duilio et Espéria;

— 2 septembre (soirée) : attaque par l'aviation navale d'un convoi au sud du cap Spartivento, à la sortie du canal de Messine.

Ce dernier épisode accuse le rôle de plus en plus marqué de l'aviation dans la guerre aux convois méditerranéens.

L'attaque d'un double convoi totalisant dix navires marchands et sortant l'un de Tarente, l'autre de Brindisi, sous l'escorte de contre-torpilleurs et de croiseurs du type Trento, fut menée par les deux croiseurs légers Aurora et Penelope et les deux contre-torpilleurs Lance et Lively. Neuf des navires marchands chargés de matériel de guerre, d'après Londres (sept d'après Rome), furent coulés, ainsi que deux contre-torpilleurs italiens.

Les forces de surface battues à Matapan et à Cythère

La flotte britannique d'Alexandrie, qui, le 28 mars 1941, au cap Matapan, avait acquis sur la flotte italienne une supé-

riorité marquée, subit le 23 mai et les jours suivants une lourde défaite dans les eaux de Cythère de la part de la Luftwaffe basée en Grèce. Quatre croiseurs et six contre-torpilleurs furent avoués coulés par Londres (*Gloucester, Fiji, York, Calcutta, Juno, Greyhound, Kelly, Kashmir, Imperial, Hereward*), sans compter le *Warspite*, le *Formidable*, l'*Orion* avariés et envoyés en réparation en Amérique. Il est vrai que Berlin et Rome revendiquèrent pour le même combat de Crète onze croiseurs et huit contre-torpilleurs perdus. Quoi qu'il en soit, le combat aéronaval de Cythère du 23 mai 1941 marque le déclin de la suprématie de la flotte britannique de surface dans les eaux de la Méditerranée orientale. Les premiers rôles passent de plus en plus aux sous-marins et à l'aviation.

C'est, en effet, à partir de septembre 1941 que s'intensifient les actions de l'aviation; de nuit comme de jour. Dans la nuit du 2 au 3 septembre, des avions de porte-avions, « *Skua* » et « *Albacore* », détruisirent à la sortie de Messine, au sud de Spartivento, un convoi escorté, tandis que d'autres avions navals lâchaient des bombes sur les aérodromes de Comiso et de Gerbini, en Sicile. Nouveau raid dans la nuit du 17 au 18 octobre.

Guerre réciproque aux ports et aux bases

L'extension de la guerre aérienne dans le bassin mé-

FIG. 8. — LES APPAREILS ITALIENS QUI PRENNENT PART AUX OPÉRATIONS AÉRONAVALES EN MÉDITERRANÉE

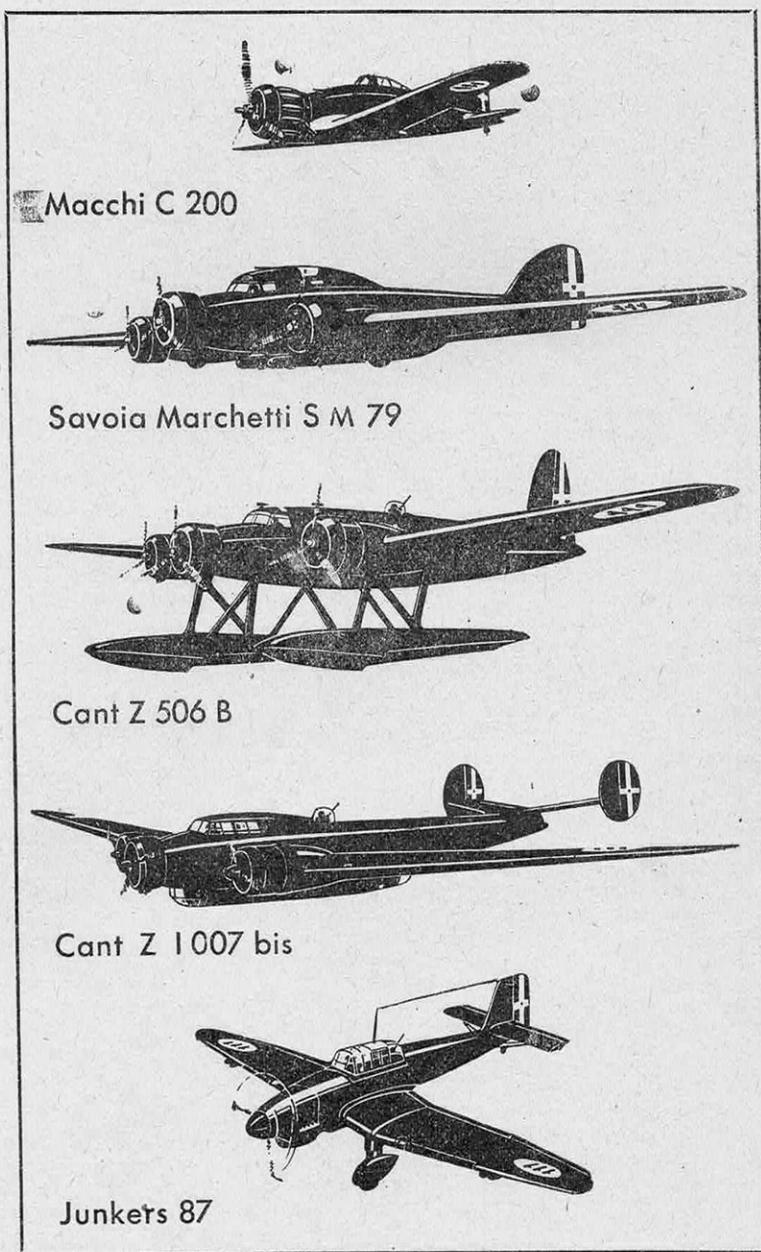
Le Macchi C 200 (« *Saetta* »). — C'est un chasseur à aile basse, équipé d'un moteur Fiat A. 74 RC 38 de 850 ch, 14 cylindres en deux étoiles avec compresseur et réducteur. Le train d'atterrissage est escamotable, ainsi que la roue de queue. Envergure, 10,60 m; longueur, 8 m; vitesse maximum, 505 km/h; plafond, 10 400 m. Cet appareil est armé de deux mitrailleuses lourdes synchronisées pour le tir à travers l'hélice.

Le Savoia Marchetti SM 79 (« *Sparviere* »). — C'est un trimoteur rapide de bombardement mesurant 21 m d'envergure, 16,60 m de longueur et pouvant emporter une charge utile de 3 700 kg. Il est équipé de trois moteurs Alfa-Roméo 126 R.C. 35 de 750 ch. Sa vitesse maximum est de 430 km/h et son plafond de 7 500 m. Une version de cet appareil, appelée SM 79 B, est équipée en bimoteur. Une autre version (« *Aerosilurante* ») peut emporter sous le fuselage deux torpilles.

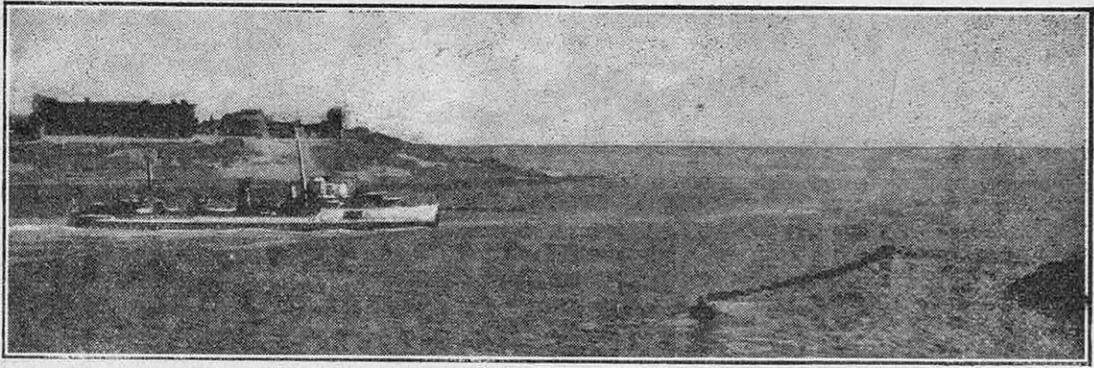
Le Cant Z 506 B (« *Airone* »). — C'est un hydravion trimoteur de bombardement équipé de trois moteurs Alfa-Roméo 126 RS 34 de 780 ch. Envergure, 26,50 m; longueur, 19,25 m; charge utile, 4 000 kg pour un poids total de 12 tonnes. Sa vitesse maximum est de 390 km/h. Il est armé de quatre mitrailleuses Breda en deux tourelles, l'une dorsale, l'autre ventrale. En outre, il peut emporter une torpille à l'intérieur du fuselage.

Le Cant Z 1007 bis (« *Alcione* »). — C'est un trimoteur de bombardement équipé de moteurs Piaggio P. II de 1 000 ch. Il est analogue dans ses grandes lignes et ses performances au Cant Z. 506. Il est armé de quatre mitrailleuses Breda de 12,7 mm.

Le Junkers 87 (« *Pichiatelle* »). — Les « *Pichiatelli* » italiens ne sont autres que les « *Stukas* » allemands mis à la disposition des forces italiennes. Le Junkers 87 emporte une bombe de 500 kg sous le fuselage et deux bombes de 50 kg sous l'aile. Envergure, 13,80 m; longueur, 10,80 m; poids total, 4 250 kg; vitesse maximum 390 km/h.



T W 14522



T W 14805

FIG. 9. — L'ENTRÉE DU PORT DE LA VALETTE (ILE DE MALTE)

Un destroyer britannique monte la garde pendant le jour devant l'estacade ouverte pour permettre le passage des navires. Pendant la nuit, l'élément mobile de l'estacade est rabattu pour fermer le port.

diterranéen, au cours de l'été et l'automne 1941, est marquée par des raids massifs réciproques sur les ports.

1° Raids de la Luftwaffe sur Alexandrie et sur Suez. Les attaques contre le canal de Suez furent intensifiées à partir de l'occupation de la Grèce (mai 1941). Elles furent particulièrement poussées en juillet, le port de Suez étant devenu port de débarquement du matériel de guerre américain dans le Proche-Orient. Ces bombardements ont abouti à fermer le canal pendant 23 jours pendant les mois de juin, juillet et août, soit un jour sur quatre en moyenne.

2° Raids de la R.A.F. sur Naples, Palerme et Tripoli, qui constituent les bases de départ et d'arrivée des convois de Libye. Mentionnons parmi les plus lourds ceux du 29 août, des 20 et 27 octobre sur Tripoli, les cinq raids de « forteresses volantes » sur Naples du 22 au 29 octobre et un sixième le 31 octobre. En novembre, la R.A.F. poursuit ses bombardements sur Brindisi, Naples et les bases de sous-marins et les terrains d'atterrissage de Sicile (Augusta, Catane, Syracuse, Palerme, Gela, Raguse, etc.).

3° Attaques de vedettes rapides italiennes sur Malte et Gibraltar, respectivement les 26 juillet et 21 septembre. Ces deux dernières opérations nocturnes sont caractéristiques par les armes nouvelles qu'elles mirent en œuvre : les vedettes de « suicide », du type « tank marin » et du type « torpille vivante ».

L'épisode des torpilles « vivantes » et des vedettes à chenilles

En fait, ces armes nouvelles apparaissent comme la réédition améliorée de deux innovations de 1918.

Dans la nuit du 26 juillet, une attaque massive de vedettes rapides italiennes fut lancée sur le port de La Valette, à Malte; les obstructions fermant l'entrée du port furent franchies au moyen de bateaux « sauteurs », dits « tanks marins », munis de chenilles, pour enjamber les obstructions, et de « torpilles vivantes » pour passer dessous. L'attaque fut néanmoins un échec, car les engins italiens furent découverts, et 17 vedettes, au dire de Londres, cou-

lées par les « Hurricane » et les « Beaufighter » de chasse, lancés à leur poursuite.

L'attaque de Gibraltar (21 septembre) fut plus réussie. Rome annonça deux cargos coulés et deux avariés; Londres n'avoua qu'un ponton avarié. Mais la tentative italienne pour forcer les défenses des ports n'en mérite pas moins d'être soulignée.

La Méditerranée, champ d'action idéal des sous-marins et de l'aviation

En résumé, en cette fin d'année 1941, on constate que la navigation tend à se raréfier de plus en plus en Méditerranée, et que les opérations navales se réduisent à une guerre mutuelle aux convois militaires indispensables pour ravitailler les armées belligérantes du Proche-Orient et de Libye — et épisodiquement de Grèce.

La situation des forces navales de surface a marqué une sérieuse régression : la flotte italienne par la bataille du cap Matapan (28 mars 1941) et la flotte britannique par l'assaut des « Stukas » qu'elle subit dans les eaux crétoises le 23 mai. Du fait des lourdes pertes subies à ce moment, la flotte britannique ne put reprendre qu'à la fin de juillet ses passages de vive force, de Gibraltar en Egypte, avec l'escorte aérienne d'un navire porte-avions. Et encore cette escorte aérienne dut être sérieusement renforcée par celle de destroyers « Beaufighter », basés à Gibraltar et à Malte. L'activité de l'aviation de torpillage italienne a rendu en septembre de tels passages de plus en plus difficiles. En même temps, des vedettes d'un modèle nouveau ont essayé de forcer l'entrée des ports de Malte et de Gibraltar. Parallèlement, l'entrée en scène des quadrimoteurs de la R.A.F. sur le théâtre méditerranéen, en octobre, cherche à paralyser l'activité des ports italiens, dont les convois sont, d'autre part, harcelés à la mer par les sous-marins. Au total, la Méditerranée est devenue, en cette fin d'année 1941 — et pour les deux belligérants — un champ d'action idéal pour les sous-marins, les vedettes rapides et l'aviation.

Pierre BELLEROCHE.

LE CANCER, SES CAUSES, SON TRAITEMENT

par M. NAHMIAS

Docteur ès Sciences

Détaché au centre anticancéreux de Marseille

Tandis qu'un grand nombre de maladies parmi celles qui désolaient autrefois l'humanité sont en régression devant les traitements préventifs et curatifs dérivés des découvertes pastoriennes, le cancer était encore, il y a quelques années, un mal mystérieux et inexorable. L'étude systématique de sa fréquence en fonction de l'âge, de la profession, de l'habitat et de l'alimentation, ainsi que les expériences qui ont permis de le provoquer expérimentalement chez les animaux, nous ont fourni des données positives sur ses causes les plus probables. Il est remarquable de constater que les produits cancérigènes ainsi mis en évidence sont chimiquement voisins de substances qui existent normalement dans notre organisme (hormones, cholestérol, acides biliaires), et aux dépens desquelles il est possible qu'elles se forment. En attendant que le progrès de nos connaissances sur le métabolisme de la cellule vivante nous apprenne à prévenir le cancer, le praticien s'est armé d'un appareillage puissant pour effectuer les diagnostics précoces, première condition de la guérison, et pour détruire les cellules cancéreuses avant qu'elles n'aient envahi l'organisme. Cette lutte, qui exige un équipement coûteux, ne peut donc être qu'une entreprise sociale et se poursuivra sans doute de plus en plus exclusivement dans des centres d'études et de traitement où voisineront tubes à rayons X à très haute tension, cyclotrons producteurs d'éléments radioactifs artificiels, et autres sources de projectiles atomiques, parmi lesquels les neutrons pourraient être appelés à jouer un rôle de premier plan.

LA connaissance du cancer remonte aux origines de la médecine. Les plus vieux manuscrits chinois et égyptiens en font déjà mention dans des termes permettant de le reconnaître d'une façon certaine. Hippocrate, 400 ans avant J.-C., l'a décrit sous la plupart de ses formes et de ces localisations. Les auteurs latins ont déjà la notion des tumeurs malignes et des tumeurs bénignes.

Pendant le Moyen âge, les progrès sont peu sensibles. La Renaissance, avec Descartes, Harvey, le XVIII^e siècle, avec la découverte du microscope, vont faire réaliser de gros progrès aux sciences médicales.

Bichat et Laënnec, au début du XIX^e siècle, fondent l'étude du cancer sur des constatations anatomopathologiques et apportent des résultats définitifs. Certaines descriptions données par Bichat n'ont guère vieilli. Laënnec fait une classification des tumeurs et en étudie les métastases, c'est-à-dire l'apparition de tumeurs

secondaires en des points distants de la tumeur initiale.

L'extension et le perfectionnement des techniques microscopiques va enfin permettre, dans la deuxième moitié du XIX^e siècle, de compléter les connaissances histologiques, essentielles dans l'étude du cancer. Les noms de Johannes Muller, de Virchow, de Remak, de Raubier, de Cornil, illustrent cette période. Virchow montre que la tumeur ne naît pas d'une masse inorganisée. C'est la multiplication des cellules filles à partir d'une cellule mère qui est le point de départ du cancer : « omnis cellula e cellula » est la formule désormais classique que nous lègue Virchow.

Durant de longues années, les histologistes, les anatomopathologistes vont se livrer à des travaux innombrables sur la description fine des tumeurs malignes, sur l'essaimage des cellules cancéreuses vers les ganglions lymphatiques du voisinage, sur la propagation par voie san-

guine. L'œuvre est immense; elle est loin d'être terminée. Mais, à côté de ces recherches d'ordre morphologique et descriptif, de nouveau on voit se poser le problème de la cause du cancer.

De nos jours, diverses théories ont cherché à préciser le point de départ de



T W 13880
 FIG. 1. — UN CANCER PROVOQUÉ EXPÉRIMENTALEMENT SUR L'OREILLE D'UN LAPIN PAR DES APPLICATIONS RÉPÉTÉES DE GOUDRON DE TABAC

cette multiplication cellulaire anarchique qui constitue le cancer. La méthode expérimentale s'introduit dans les recherches sur le cancer que l'on cherche à provoquer chez les animaux de laboratoire. Deux grands courants se dessinent alors. Les uns, imbus des idées pastoriennes, attribuent au cancer une cause exogène (parasite ou virus), les autres pensent, au contraire, à une cause endogène, à une viciation du métabolisme cellulaire entraînant en un point de l'organisme la division incessante de la cellule initiale et de ses descendantes.

L'étude statistique de la fréquence du cancer

Les statistiques les plus récentes montrent qu'il n'y a pas de race qui ignore

le cancer (1). Le cancer sévit dans tous les pays. L'influence du sexe est incontestable : la femme est plus fréquemment atteinte que l'homme. Toutefois, les progrès de nos connaissances en matière de diagnostic des cancers du tube digestif ont nettement relevé le nombre des cancers masculins. Il semble que jusqu'à 20 ans le cancer soit plus fréquent chez l'homme, de 20 à 60 chez la femme, après 60 chez l'homme.

L'âge joue un rôle important. Contrairement à la croyance générale, le cancer n'est pas l'apanage de la vieillesse. Relativement rare chez l'enfant, plus fréquent chez l'adolescent, il s'observe le plus fréquemment entre 40 et 60 ans. Au delà de 60 ans, le cancer n'est pas plus fréquent que les autres affections observées chez le vieillard. Dans l'âge avancé, ce que l'on voit le plus souvent, ce sont les cancers cutanés. Ils sont d'ailleurs très facilement soignés et guéris.

Le rôle de l'alimentation, celui de la nature du sol, ne peuvent être affirmés dans l'état actuel de nos connaissances. Les dernières statistiques semblent indiquer qu'ils ne sont pas importants : partout, quel que soit le mode d'alimentation, le sous-sol géologique, le cancer se présente avec les mêmes formes et sans doute aussi la même fréquence.

Le rôle de l'hérédité et les recherches expérimentales qu'on a poursuivies sur ce sujet, en Amérique surtout, ne peuvent être étudiés à fond ici. Si l'on peut admettre pour le cancer une hérédité de « terrain », comme d'ailleurs pour un grand nombre d'autres maladies, on ne peut considérer le cancer comme une maladie héréditaire ou familiale au sens propre du mot. En dehors d'une susceptibilité héréditaire, le cancéreux ne transmet pas à ses descendants le germe du cancer.

Il n'existe pas davantage de maison à cancer : les faits indiscutables d'une succession de cas de tumeurs malignes

(1) Lorsqu'on établit une statistique de cancéreux dans un pays, il faut connaître à fond la façon de vivre de ses habitants. Ainsi, il faut savoir que dans le Kashmir les gens se chauffent avec des petits ustensiles contenant des braises qu'on appelle des « kangri-baskets » et qu'ils appliquent sur leur ventre, pour ne pas s'étonner des nombreux cancers du ventre que l'on observe dans ces régions. De même, pour expliquer le fort pourcentage de Chinois de sexe masculin atteints de cancer de l'œsophage, il faut savoir qu'en général l'épouse chinoise sert le riz bouillant à son mari et attend qu'il ait fini pour manger à son tour.

chez les habitants d'une même maison sont noyés dans le nombre immense des cancers connus et apparaissent au statisticien comme des coïncidences fortuites et dont le calcul des probabilités explique parfaitement la fréquence.

Les cancers professionnels

Des faits plus intéressants mettent en lumière le rôle joué par les irritations chroniques dans l'apparition ou la localisation des cancers.

l'origine du cancer à l'action de radiations spéciales, dites « mitogénétiques », dont la réalité même n'a encore pu être démontrée.

Pour d'autres, le potassium, élément banal des organismes vivants, jouerait avec sa faible radioactivité un rôle dans l'apparition du cancer. Mais comment et pourquoi? Il ne s'agit là que d'hypothèses de travail (1).

Les travaux importants de Warburg sur le métabolisme de la cellule cancé-



FIG. 2. — LE TRAITEMENT D'UN CANCER DE LA FACE PAR LA RADIOTHÉRAPIE

A gauche, la malade avant traitement. A droite, la tumeur a complètement disparu.

Depuis longtemps, on connaît les cancers professionnels. Ceux-ci apparaissent le plus souvent chez des individus qui, du fait de leur métier, sont sujets à des traumatismes, souvent légers, mais répétés, portant toujours sur la même partie du corps. Ils s'observent encore au cours de la manipulation répétée d'agents irritants, chimiques ou physiques. Nous citerons les cancers connus des petits ramoneurs, continuellement souillés par la suie et les goudrons, les cancers des raffineurs, des tisseurs de coton, des teinturiers d'aniline, des mineurs, des radiologistes. Dans tous ces cas, une irritation chronique paraît être le point de départ et la cause de la prolifération cellulaire.

Cette même irritation peut être également suspectée lorsque, comme cela se voit fréquemment, le cancer a son point de départ sur une cicatrice ancienne. On connaît les travaux d'Auguste Lumière sur le cancer maladie des cicatrices. Il faudrait, pour que le cancer se produise, une cicatrice ancienne, soumise à des traumatismes répétés et un terrain humoral propice.

Certains auteurs ont voulu attribuer

reuse nous ont mieux renseigné sur le mode de vie des éléments tumoraux. La cellule cancéreuse serait une cellule asphyxiée, présentant une forte activité glycolitique avec une respiration ralentie. Mais ceci ne rend pas compte de la cause qui détermine l'apparition de ce métabolisme cancéreux.

A la recherche d'un microbe du cancer

D'innombrables chercheurs ont travaillé à découvrir un microbe du cancer. Les premières recherches ont montré qu'il était possible de transmettre le cancer par la greffe de tissus cancéreux sous la peau d'animaux sains. Encore faut-il pratiquer ces greffes chez des animaux de même espèce. De nombreux auteurs ont isolé des microbes et des bacilles qu'ils ont cru spécifiques du cancer. Fibiger, Borrel ont montré le rôle de certains parasites dans l'apparition de cancers digestifs. Borrel pensait d'ailleurs

(1) Mentionnons aussi la théorie de Cohnheim suivant laquelle le cancer surviendrait à la suite d'un vice d'origine embryonnaire. On connaît des tumeurs congénitales, comme les angiomes et les naevi, susceptibles de se transformer plus tard en cancer; mais c'est loin d'être une règle générale.

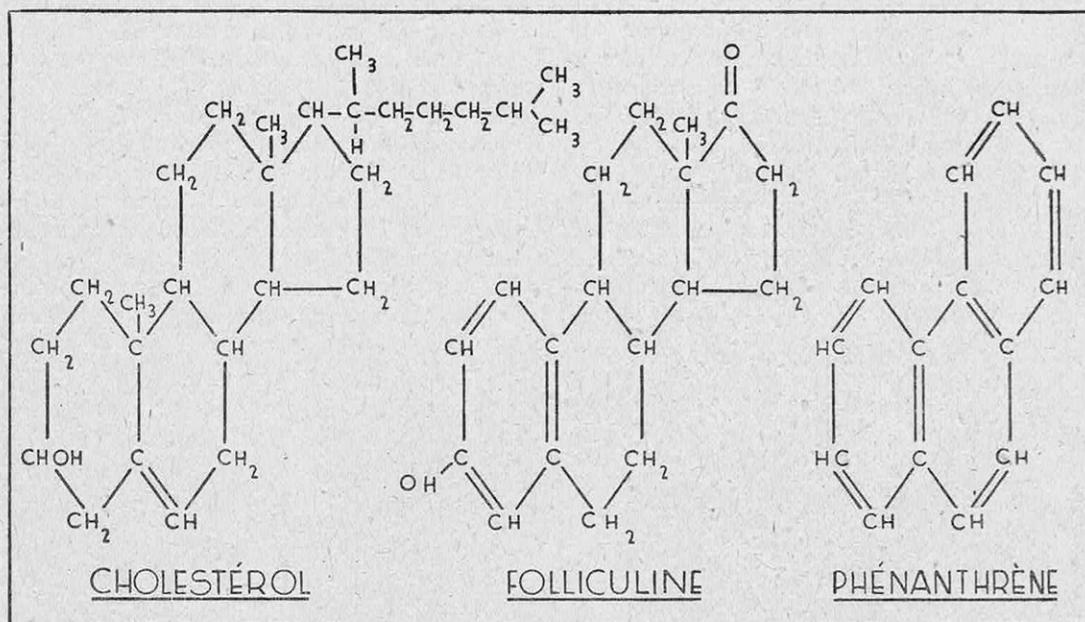


FIG. 3. — LA PARENTÉ CHIMIQUE DES PRODUITS CANCÉRIGÈNES AVEC CERTAINS PRODUITS NORMAUX DE NOTRE ÉCONOMIE

On a représenté, à gauche, la formule du cholestérol. Elle renferme le noyau stérol qui est caractérisé par quatre cycles carbonés ayant deux à deux un côté commun, les trois premiers étant hexagonaux et le quatrième pentagonal. Ce noyau se retrouve dans la formule de la folliculine (au centre), hormone qui déclenche le cycle sexuel chez la femelle des mammifères. A droite, le noyau du phénanthrène qui existe dans la formule de la plupart des produits cancérigènes. On conçoit que de tels produits puissent apparaître dans notre organisme à partir des stérols qui s'y trouvent normalement.

que ces parasites n'intervenaient que comme porteurs du virus cancérigène. Peylon-Roux a découvert un virus du sarcome de la poule. Plus récemment, Shope a démontré l'existence d'un papillome infectieux transmissible chez le lapin.

Mais l'incertitude règne encore sur la nature de ces virus qui amènent la transmission par filtrat. Des travaux récents ayant permis d'analyser la nature de certains virus (maladie de la mosaïque), permettent de les considérer comme des substances chimiques plutôt que comme des éléments vivants. Ces recherches rejoindraient donc celles qui ont pour but de découvrir une origine chimique du cancer.

D'ailleurs, si le cancer était d'origine microbienne, il faudrait prévoir un nombre très grand de microbes ou de bacilles du cancer, car les formes et les variétés de ce dernier sont multiples. Les recherches, jusqu'à ce jour, n'ont pas abouti à trouver un germe spécifique du cancer humain, et il n'a pas été possible de retrouver les preuves d'une transmission du cancer par contagion.

Les produits chimiques cancérigènes

Les progrès de nos connaissances sur la genèse expérimentale du cancer par injection d'agents chimiques ont été importants au cours de ces dernières années. Partant des faits acquis de cancers professionnels par contacts répétés avec des dérivés des goudrons, deux savants japonais, Yamagiva et Itchikawa, avaient montré qu'il était possible de déterminer l'apparition d'un cancer cutané vrai, donnant des métastases, par des badigeonnages répétés de la peau de l'oreille, en particulier chez le lapin. Kennaway et ses élèves ont pu isoler du goudron des produits cancérigènes nettement définis (par leur spectre de fluorescence en particulier). Ces produits cancérigènes sont nombreux. Ils présentent tous dans leur molécule un noyau cyclique spécial, le noyau de *phénanthrène*.

Ces produits extraits des goudrons de houille et préparés depuis par synthèse, sont très voisins par leur structure d'un certain nombre de corps normalement présents dans l'organisme : cholestérol, acides biliaires, folliculine, vitamine D,

et de certains poisons cardiaques et alcaloïdes végétaux. Certains des carbures cancérogènes ont, en outre, la propriété de déclencher le phénomène physiologique de l'*œstrus*, premier pas du cycle sexuel chez la femelle. La parenté de structure chimique des substances cancérogènes avec certaines hormones est patente.

On voit donc les progrès importants qui ont été réalisés dans cet ordre d'idées. Nous pouvons, à l'heure actuelle, déclencher à coup sûr l'apparition d'un cancer chez un animal par injection d'une substance chimique. Ces substances chimiques cancérogènes peuvent être obtenues à partir de substances résultant du métabolisme animal normal (acides biliaires). On peut donc envisager la possibilité de formation dans l'organisme de substances chimiques capables

de produire un cancer. Cette formation n'a pu être encore démontrée, mais elle est théoriquement possible, et même facile. On voit donc l'importance des voies nouvelles que ces travaux récents jettent sur la pathogénie du cancer.

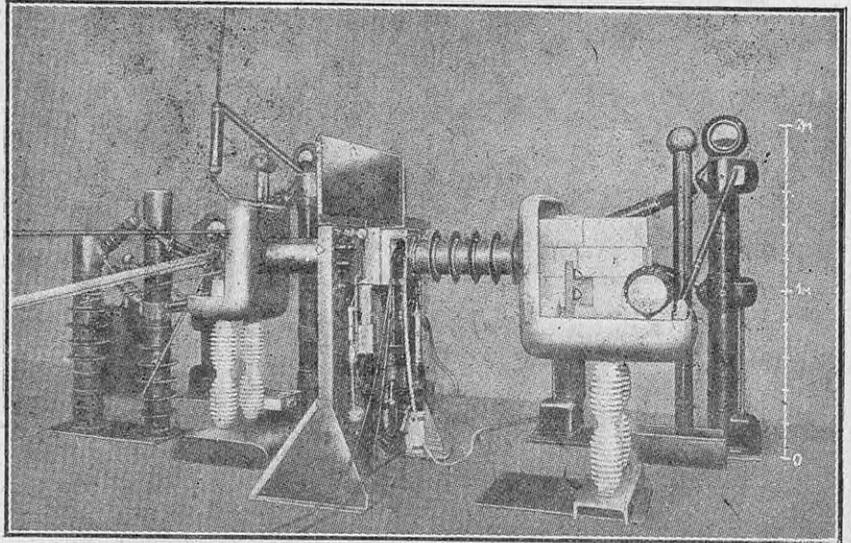
Le traitement du cancer

Contre le cancer, trois armes ont été employées : la chimiothérapie, la chirurgie, les radiations.

La chimiothérapie est encore inexistante. On a proposé de nombreux remèdes médicaux du cancer. Les charlatans en offrent tous les jours. Or, il n'existe pas encore de remède ayant une efficacité quelconque contre le cancer.

La chirurgie du cancer est l'arme qui convient le mieux pour certaines localisations : poumons, tube digestif, sein, cerveau. Elle ne peut prétendre toutefois guérir le cancer que si ce dernier

est pris au stade initial où il constitue encore une maladie locale, non généralisée. Le bistouri peut s'y aider des progrès de la technique électrique : les appareils d'électrocoagulation, le bistouri électrique en particulier, permettent dans certains cas de limiter les dangers



T W 13881

FIG. 4. — UN GÉNÉRATEUR COMPLET POUR LA PRODUCTION D'UN FAISCEAU INTENSE DE NEUTRONS

Ce tube fonctionne sous 600 000 V. Les deutons (noyaux d'hydrogène lourd) libérés à l'extrémité gauche sont accélérés dans le tube central et viennent frapper une cible en lithium à droite, placée derrière des blocs de paraffine. Ceux-ci ont pour mission d'absorber les neutrons émis lors de la désintégration du lithium bombardé par les deutons et de protéger ainsi les expérimentateurs. L'intensité du faisceau de neutrons obtenu est comparable à celle que donneraient 300 g de radium mélangés à du béryllium.

d'essai que crée l'ouverture des vaisseaux sanguins inséparable de tout acte chirurgical.

La radiothérapie du cancer

L'utilisation des radiations pour détruire par ionisation les cellules de la tumeur constitue la *radiothérapie*. Jusqu'à ces derniers temps, on utilisait uniquement par applications externes les rayons X et les rayons γ du radium. Il est permis d'espérer maintenant l'emploi des éléments radioactifs artificiels, découverts par M. et M^{me} Joliot-Curie, et peut-être aussi la *neutronthérapie*, à partir des neutrons engendrés par un cyclotron.

La radiothérapie repose sur des bases biologiques certaines. Nous ignorons les causes de la radiosensibilité des tissus. Mais c'est Pierre Curie lui-même, transportant dans la poche de son gilet les

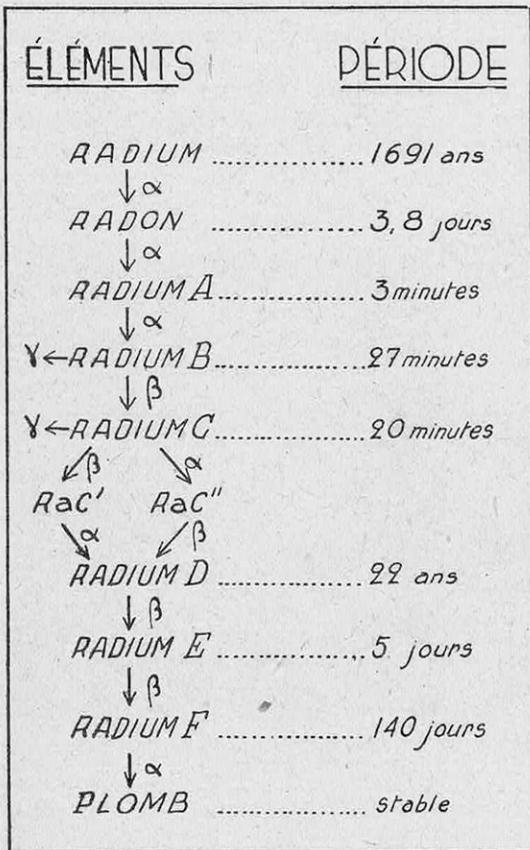


FIG. 5. — FAMILLE DES ÉLÉMENTS RADIOACTIFS PRODUITS PAR LA DÉSINTÉGRATION DU RADIUM

Les indications portées sur les flèches indiquent que la désintégration se fait avec émission d'une particule α (noyau d'hélium), d'une particule β (électron négatif) ou d'une radiation γ . La période d'un élément, qui caractérise sa vitesse de décomposition, est le temps au bout duquel la moitié des atomes présents sont désintégrés.

premiers éléments radioactifs qu'il venait de découvrir, qui constata une brûlure de la peau à leur niveau. Bergonié et Tribondeau montrèrent peu après que la radiosensibilité cellulaire est maximum au moment de la division de la cellule. Il n'est donc pas surprenant que les tissus cancéreux, qui sont le siège de caryocinèses incessantes, soient plus sensibles aux radiations que les tissus normaux. Regaud a montré que c'est à la multiplication rapide des cellules souches qu'un tissu doit sa radiosensibilité (1).

(1) Il a montré que l'irradiation des testicules de béliers détruisait les spermatogonies initiales, tandis que les formes latérales plus stables qui mènent aux spermatozoïdes restaient intactes. Ainsi l'irradiation d'un animal impubère, où les spermatogonies sont encore inactives, n'entrave en rien la vie sexuelle future de l'animal.

Les cancers formés de cellules dont le pouvoir de reproduction est infini sont donc des tissus spécialement radiosensibles.

C'est dans cette marge de radiosensibilité qui sépare les éléments cancéreux des éléments sains que doit jouer la thérapeutique par les radiations. Un traitement bien conduit doit tuer les cellules cancéreuses radiosensibles en respectant les éléments sains radiorésistants. Le problème ainsi posé se montre dans toute sa complexité.

Théoriquement, les radiations capables de tuer les cellules malades en respectant les cellules saines constituent un traitement idéal du cancer. Pratiquement, les difficultés sont multiples. Tous les tissus cancéreux n'ont pas la même radiosensibilité. Certains paraissent résistants. Certains tissus normaux présentent des cellules dont la fonction est de réparer les destructions cellulaires, et qui ont une activité caryocinétique (donc une radiosensibilité) élevée. La marge de sécurité thérapeutique est réduite d'autant. L'expérience clinique et thérapeutique, le recul dans le temps sont déjà suffisants pour classer les tumeurs en radiosensibles et radiorésistantes, et pour se faire une idée de la dose à appliquer. De nombreux travaux d'ordre clinique et physique ont permis de préciser et de mesurer les doses (1).

L'étude du stroma (Roussy et Leroux), c'est-à-dire des éléments conjonctivo-vasculaires qui entourent les cellules tumorales proprement dites, renseigne également sur les possibilités et les chances de succès d'un traitement par les radiations.

L'évaluation, si imprécise soit-elle, du nombre relatif des cellules en voie de division par rapport au nombre de cellules au repos dans un fragment de tumeur (indice caryocinétique) fournit également un élément d'appréciation.

Les nombreuses observations pratiquées depuis une vingtaine d'années, précisées par des examens anatomopathologiques, ont permis de juger l'efficacité du traitement radiothérapeutique du cancer. Dans certains cas, les résultats sont excellents, les guérisons nombreuses, en entendant par guérison une survie de cinq ans sans récurrence locale ni généralisation.

De grosses difficultés ont dû être vain-

(1) Voir « Le dosage rigoureux des rayons X », dans *La Science et la Vie*, n° 288 (août 1941).

cues pour l'établissement d'une dose efficace. Les radiations, agissant comme nombre d'agents pharmacodynamiques, ont une action opposée suivant qu'elles sont administrées à très faibles doses ou à doses plus élevées. A faible dose, les rayons, au lieu d'entraver la prolifération cellulaire, peuvent l'exciter. Par une action légère mais répétée, ils peuvent entraîner la division de la cellule. Nous avons déjà parlé du cancer des radiologistes.

Un premier traitement mal conduit peut aussi entraîner des difficultés si, ayant été insuffisant, le traitement de la lésion a nécessité une irradiation ultérieure. Les cellules, d'abord radiosensibles, peuvent devenir radiorésistantes. Inversement, la peau saine recouvrant une tumeur profonde, après avoir résisté à un premier traitement, peut être le siège de troubles graves au cours d'une deuxième application. Ces accidents deviennent toutefois de moins en moins fréquents depuis que le métier de radiothérapeute a fait des progrès et repose maintenant sur des bases certaines. On ne saurait trop insister, à ce point de vue, sur les services rendus par les centres anticancéreux créés en France depuis une vingtaine d'années et où le traitement des malades, confié à des spécialistes éprouvés, avec la possibilité d'entretenir des statistiques sûres, a été un élément de progrès certains dans le traitement du cancer.

Les sources de radiations et les méthodes d'application

La technique de l'utilisation des rayons X en radiothérapie est simple (roentgentherapie). Ceux-ci naissent d'ampoules soumises à des tensions variant entre 150 000 et 600 000 volts. La tension la plus employée à l'heure actuelle est 200 000 volts (tension constante). Les irradiations sont discontinues et consistent en séances d'une durée d'une demi-heure à trois quarts d'heure, répétées tous les jours ou tous les deux jours.

Le radium est utilisé en radiothérapie (curiethérapie) comme source de rayons γ

dont la nature physique est voisine de celle des rayons X. Sa désintégration, qui aboutit au plomb, peut être représentée par le schéma de la figure 5.

Les rayons produits proviennent de la désintégration du radium B et C; ils ont des énergies différentes et on peut distinguer trois bandes dans ce spectre :

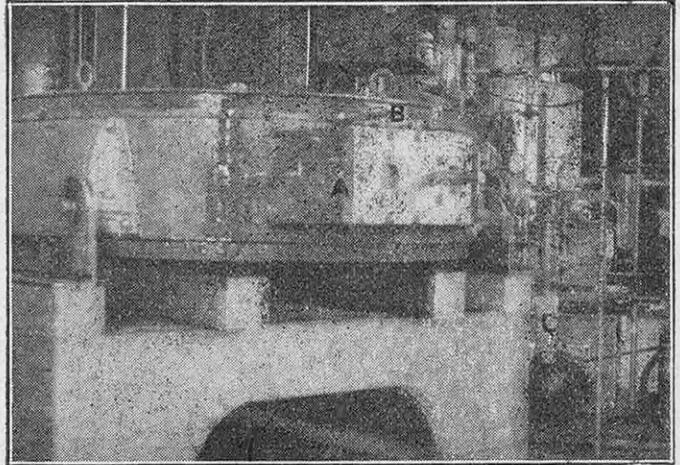


FIG. 6. — VUE D'UN CYCLOTRON DES LABORATOIRES DE BERKELEY (ÉTATS-UNIS)

T W 13879

On aperçoit, au premier plan, la chambre A dans laquelle sont reçus les ions accélérés par le cyclotron, et où l'on place les éléments à désintégrer. Pour les manipulations de ces éléments, la chambre A peut être isolée de la chambre d'accélération des ions (où règne un vide extrêmement poussé) au moyen d'une vanne dont on aperçoit en B le levier de commande. L'ensemble est monté sur roues et un chariot permet de l'éloigner de l'entrefer de l'électroaimant. Sur la photographie ci-dessus, l'appareil est en dehors des pièces polaires et l'on procède à des essais d'étanchéité à l'aide de pompes à vide C situées à droite.

celle de 600 kV, celle de 1 300 kV et celle de 1 800 kV. Ces radiations sont capables de traverser le corps humain et d'y provoquer, tout comme les rayons X, des phénomènes d'ionisation dus aux électrons qu'ils arrachent aux molécules (rayons β secondaires).

Le radium est utilisé sous forme de sulfate, de bromure et de carbonate que l'on place dans des enveloppes de platine, qui ne laissent passer que les rayons γ . Les rayons β secondaires, nocifs pour la peau et les muqueuses, sont éliminés par une filtration à l'aide de substances légères : caoutchouc, liège, cire d'abeille.

Le radium, qui perd la moitié de sa masse en 1 691 ans, produit constamment par sa désintégration un gaz également radioactif, le radon, d'une vie beaucoup plus courte, puisque sa période n'est que de 3,8 jours. Le radon est rassem-

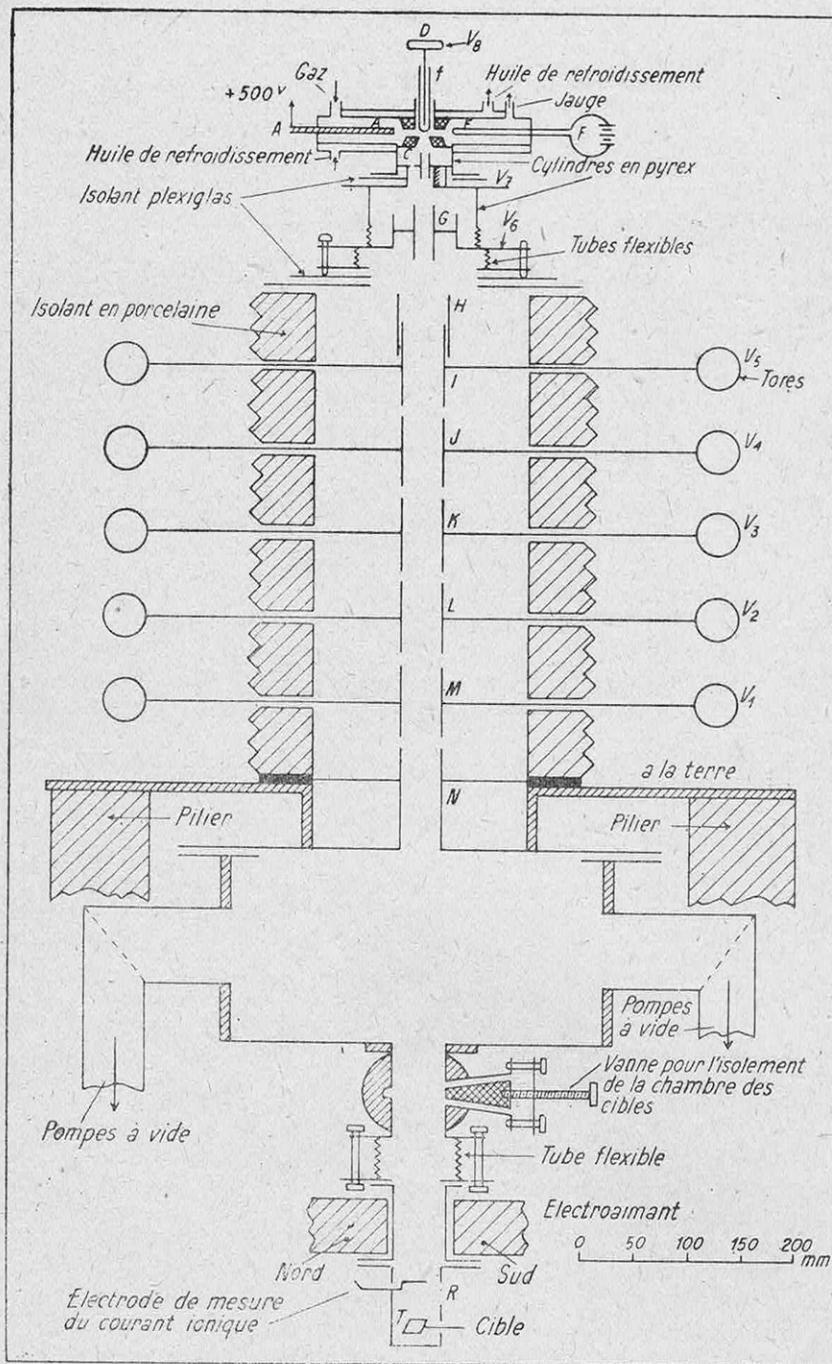


FIG. 7. — SCHEMA DE PRINCIPE DU TUBE UNIVERSEL ACCÉLÉRATEUR D'IONS OU D'ÉLECTRONS CAPABLES DE PRODUIRE SOIT DES NEUTRONS, SOIT DES RAYONS X.

Ce tube est actuellement en construction pour le laboratoire de radiobiologie du Centre anticancéreux des Bouches-du-Rhône, à Marseille. La tension d'accélération pourra atteindre 600 kV. En haut de la figure, on voit le « canon à ions » qui comporte un filament F qui émet des électrons. Ceux-ci sont accélérés par l'électrode A portée à un potentiel positif, et ionisent ainsi le gaz qui se trouve dans la partie centrale.

Les ions positifs du gaz sont accélérés d'abord à travers le canalisateur C par le focalisateur E (qui est à un potentiel négatif par rapport à C), puis par le focalisateur G et ainsi de suite par les électrodes cylindriques H, I, J, K, L, M et N portées à des potentiels décroissants. Les ions arrivent finalement avec leur énergie cinétique maximum sur la cible en bas de la figure. Cette cible en lithium, ou en béryllium, se désintègre sous l'action des deutrons par exemple (ions d'hydrogène de masse deux) et devient une source de neutrons durant tout le temps que dure le bombardement. Les neutrons sont émis dans tous les sens près de la cible. Des blocs de quelques cm de paraffine (ou des récipients d'eau), contenant un nombre immense d'atomes d'hydrogène, sont placés autour du support extérieur de la cible. Ces absorbants ont pour but de ralentir les neutrons par les collisions entre ces derniers et les atomes d'hydrogène. Les neutrons ralentis sont enfin utilisés pour désintégrer divers éléments chimiques et les rendre ainsi artificiellement radioactifs, ou bien ils sont dirigés directement sur une tumeur pour neutronthérapie. Lorsque ce tube universel doit fournir des rayons X, on éteint le filament F, on déconnecte la tension

T W 14531

sur A et on chauffe le filament Coolidge f supporté par la pièce D. On change ensuite le signe des potentiels sur les focalisateurs et les tores de façon à les rendre successivement de plus en plus positifs (la tension négative maximum est appliquée en D). Les électrons se trouveront accélérés vers la cible en tungstène dont est munie une des faces du cube T. On obtiendra ainsi un rayonnement X très pénétrant. L'électroaimant dont on voit les pôles Nord et Sud sert à dévier les ions et à séparer ainsi magnétiquement les différentes particules accélérées.

blé à mesure qu'il se dégage dans un tube capillaire refroidi à l'air liquide; il peut être employé pour la radiothérapie à la place du radium. On peut aussi utiliser les sources de mésothorium qui coûtent moins cher que celles de radium, mais qui durent moins longtemps, la période du mésothorium est en effet de 6,7 ans. Les rayons γ émis par le mésothorium sont principalement situés dans les bandes énergétiques suivantes : 1 700 kV, 2 000 kV et 2 650 kV; ils sont donc plus pénétrants que ceux émis par la famille du radium.

Les éléments radioactifs sont placés au niveau de la lésion à traiter.

Comme le radium est un élément très coûteux et peu assimilable par l'organisme, on a fondé de grands espoirs sur l'utilisation thérapeutique des éléments radioactifs artificiels découverts par M. et M^{me} Joliot-Curie. Ces éléments pourraient être fixés d'une façon sélective par la tumeur lorsqu'on les introduit dans l'organisme. Leur désintégration sur place libérerait, sous forme de radiations, l'énergie nécessaire à la destruction des cellules cancéreuses. Le résidu de cette désintégration ne constituerait pas un danger pour l'organisme (1). Les injections pourraient être répétées. Des expériences biologiques sont en cours dans les centres équipés pour la production des éléments radioactifs artificiels. Il est encore trop tôt pour se prononcer sur les résultats de cette *joliotthérapie*.

Dans l'arsenal des particules qui nous sont fournies par la physique moderne, on a pensé également utiliser le neutron pour le traitement du cancer. Les neutrons, particule de masse 1 et de charge nulle, qui entrent dans la constitution des noyaux atomiques, sont libérés avec une grande énergie quand on bombarde le noyau de certains éléments tels que le béryllium, le lithium par des particules α ou des ions d'hydrogène lourd (deutons).

(1) Il serait, par exemple, intéressant d'utiliser l'arsenic rendu radioactif par bombardement neutronique comme substance à affinité élective. D'autant plus que l'arsenic une fois désintégré et après l'émission du rayon β (période 26 heures) devient du sélénium stable, qui est une autre substance figurant dans la liste de celles à affinité élective pour les tumeurs.

Ces particules de grande énergie servant au bombardement sont obtenues soit à l'aide d'un cyclotron (1) ou d'un tube à deutons, soit en mélangeant l'élément désintégré (béryllium par exemple) avec du radium.

Les neutrons, dont la charge est nulle, peuvent atteindre les noyaux atomiques sans subir la force répulsive qui s'oppose à la rencontre de ces mêmes noyaux avec des particules α ; ils ont donc une plus grande probabilité de les atteindre. Leur énergie considérable les classe parmi les plus puissants agents de désintégration atomique que l'on connaisse.

On a pensé utiliser les neutrons pour produire sur place, à l'intérieur de la tumeur, les éléments radioactifs source de rayons β . Pour cela, on introduirait dans les cellules cancéreuses du malade des substances non toxiques (bore, lithium) possédant un grand pouvoir d'absorption et d'activation par les neutrons. On provoquerait ainsi un triple effet d'ionisation sur ces cellules : 1° absorption intense des neutrons; 2° émission de particules lourdes α ou protons pendant la rupture nucléaire et enfin émission de rayons β par les éléments radioactifs ainsi créés. Bien entendu, il est encore trop tôt pour se prononcer sur les résultats que pourrait donner la *neutronthérapie*.

Les progrès réalisés depuis une vingtaine d'années dans le domaine de nos connaissances sur la nature du cancer et sur son traitement sont certains. Tous les progrès récents de la physique et de la chimie et de la biologie y ont concouru. La part qui revient à l'observation clinique est également considérable. Le temps a déjà pu jouer un rôle important dans l'établissement des statistiques faisant intervenir un élément de guérison. Et peut-être le moment n'est pas très éloigné où l'on pourra affirmer que tel traitement physique, chirurgical ou mixte guérit telle forme ou telle localisation du cancer.

M. NAHMIAS.

(1) Voir « Le cyclotron, la désintégration de la matière et la radiobiologie », dans *La Science et la Vie*, n° 270 (décembre 1939).

LA COURSE A LA PUISSANCE DES MOTEURS D'AVIONS

par Pierre DUBLANC

Les combats aériens des deux dernières années ont précipité l'évolution naturelle de la construction aéronautique vers la réalisation d'appareils de performances sans cesse plus élevées. Des vitesses de 700 km/h et des plafonds de 15 000 m seront bientôt courants. Tous les progrès enregistrés dans ce domaine sont à rapporter aux perfectionnements des groupes motopropulseurs dont la puissance est passée de quelque 800 ch en 1939 à 2 400 ch pour les appareils qui entreront en service en 1942. C'est là un véritable tour de force si l'on songe qu'une telle augmentation de puissance a dû être obtenue sans nuire aux qualités aérodynamiques des cellules, ce qui interdit d'accroître exagérément la surface frontale, et que, de plus, le vol dans l'atmosphère raréfiée des hautes altitudes impose l'emploi d'un compresseur et suscite des difficultés supplémentaires de refroidissement. Les progrès ultérieurs des moteurs exigeront une nouvelle multiplication du nombre des cylindres, qu'il s'agisse du moteur en étoile refroidi par l'air ou du moteur à cylindres en ligne refroidi par liquide, deux solutions qui tendront sans doute vers un type commun, le moteur à plusieurs rangées de cylindres en étoile et refroidissement par liquide, dont la puissance atteindra et dépassera 5 000 ch.

LA disposition des cylindres, dans les moteurs d'aviation, répond à deux conceptions. La disposition en ligne ou en V dérive de celle du moteur d'automobile qui y a transposé son système de refroidissement par liquide. La disposition en étoile, plus originale, avait pour objet de placer les cylindres perpendiculairement au courant d'air, de manière à utiliser la vitesse propre de l'avion pour le refroidissement direct.

Les moteurs à cylindres en étoile se révélèrent un peu plus légers, et surtout plus pratiques, et leur faveur débuta avec la période d'entre-deux guerres, de 1919 à 1939, particulièrement en Angleterre, avec Bristol, et aux Etats-Unis, avec Wright et Pratt et Whitney. En 1925, Ford, consulté sur le moteur d'aviation, répondit qu'il lui paraissait inconcevable d'avoir en l'air recours à l'intermédiaire d'un liquide au lieu d'utiliser directement le courant d'air dû au mouvement même de l'avion. L'opinion de Ford était surtout valable pour l'aviation commerciale ou militaire travaillant à moyenne altitude. Une première entorse à sa thèse fut apportée, en 1930, par la réalisation du moteur à compresseur. Le Rolls-Royce « Kestrel » anglais, en effet, « rétablissait », grâce à un compresseur pour l'air d'alimentation, à une altitude donnée (3 500 mètres au maximum), la pression d'admission réalisée au sol. La baisse de pression atmosphérique en altitude se trouvait ainsi compensée.

Le « Kestrel » était un moteur refroidi par liquide. Remarquons que, pour de tels moteurs, le problème du refroidissement en altitude était plus facile à résoudre : il suffisait d'agrandir convenablement le radiateur.

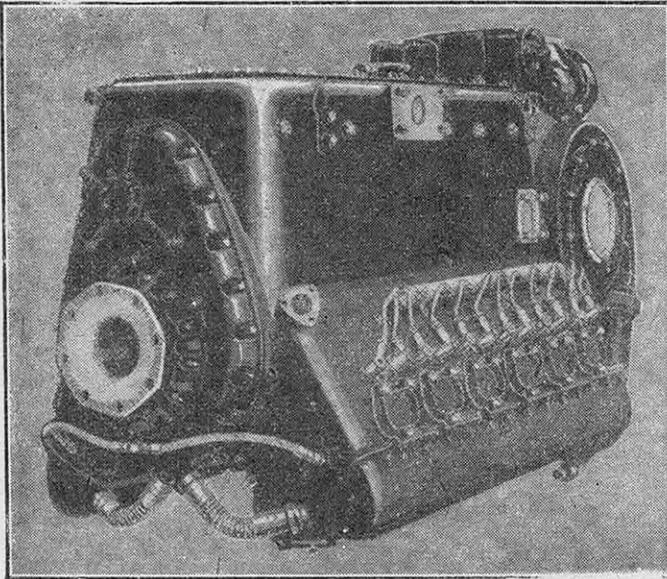
Lorsqu'on voulut appliquer le compresseur aux moteurs à refroidissement direct, on se heurta à des difficultés de refroidissement. En

effet, tant qu'il n'y avait pas de compresseur, la diminution de densité de l'air jouait aussi bien à l'intérieur des cylindres que sur les ailettes, de sorte que, par une réduction parallèle, il se maintenait une sorte d'équilibre entre le nombre de calories à enlever et l'efficacité de l'agent chargé de les évacuer : l'air atmosphérique. Avec le compresseur, cet équilibre était rompu, car on produisait à l'intérieur des cylindres, à l'altitude de « rétablissement », la même quantité de calories qu'au sol. Pour rétablir cet équilibre, il fallut accroître la surface des ailettes des cylindres et surtout ne plus les laisser à l'air libre. On les enferma dans un capotage, où s'élevait la pression de l'air ambiant de manière à forcer celui-ci à passer entre des ailettes serrées. Des volets réglables permettaient de doser la circulation de l'air et de la ralentir à basse altitude si nécessaire.

Tant que les altitudes de rétablissement ne dépassèrent pas 4 000, voire 4 500 mètres, les moteurs à refroidissement direct et ceux refroidis par liquide se trouvaient à peu près à égalité. Dans cette période de stabilité relative, la question du refroidissement a été moins discutée que celle de la « surface frontale » et du « maître-couple à la pénétration ».

La puissance par mètre carré de surface frontale

Le moteur à cylindres en ligne (12 cylindres disposés en V ou en V inversé) présente une surface frontale réduite, étant donnée la puissance qu'il développe. Pour ne parler que des plus récents moteurs, le Daimler-Benz D.B. 601 allemand, remarquable par son extrême compacité, présente, pour 33,9 l de cylindrée, les dimensions suivantes : hauteur 1,03 m, largeur



T W 13798

FIG. 1. — LE MOTEUR ALLEMAND DAIMLER-BENZ DB 601 DE 1 050 CH
C'est un 12 cylindres en V inversé à 60°, refroidi par liquide. L'alimentation en carburant se fait par injection directe dans les cylindres. Ses caractéristiques sont les suivantes : alésage, 150 mm; course, 160 mm; cylindrée totale, 33,9 litres; poids à vide, 575 kg; longueur, 1,72 m; hauteur, 1,03 m; largeur, 0,73 m. Ce moteur est remarquable par son extrême compacité. De ce type de moteur est dérivée une version plus poussée, le DB 603 de 1 500-1 700 ch. et le DB 605 de plus de 2 000 ch, qui est constitué de deux DB 601 attelés au même arbre. Les moteurs Daimler-Benz équipent les avions de chasse et de combat Messerschmitt 109 et 110, Focke-Wulf 187 et Heinkel 113.

0,73 m, soit 0,65 m² de surface frontale pour une puissance qui était de 1 150 ch en 1939 et qui a été portée à 1 375 ch en 1941. La puissance par mètre carré de surface frontale, qui était de 1 760 ch en 1939, atteint donc 2 100 ch en 1941. Mais, pour être juste, il faudrait faire intervenir la surface frontale du radiateur, qui développe une résistance appréciable, ce qui dépend du constructeur de l'avion sur lequel le moteur est monté.

Le moteur à cylindres en étoile Bristol « Taurus » (anglais), à tiroirs, à 14 cylindres, de 1,17 m de diamètre, présente une surface frontale de 1,07 m² pour une cylindrée totale de 25,4 l, et une puissance de 1 065 ch, ce qui correspond à 1 000 ch environ par mètre carré de surface frontale, mais ceci, sans autre surface accessoire ni résistance supplémentaire, du fait de l'absence de radiateur. Entre ces deux moteurs modernes, type 1939-1940, l'écart entre les puissances par mètre carré de surface frontale est donc de 110 % en faveur du moteur à cylindres en ligne — abstraction faite du radiateur de ce type de moteur.

Un autre facteur à examiner est ce que l'on appelle le maître-couple à la pénétration, qui est fonction des dimensions radiales du carter (saillie du carter par rapport à l'axe de l'hélice pour les moteurs en ligne, diamètre du capot pour les moteurs en étoile), et également de la distance du moyeu de l'hélice à l'arbre manivelle des cylindres.

En général, les moteurs à cylindres en étoile présentent un plus grand « maître-couple à la pénétration » que les moteurs à cylindres en V. Mais là encore, la remarque n'est pas absolue, et l'on voit des 14 cylindres Pratt et Whitney,

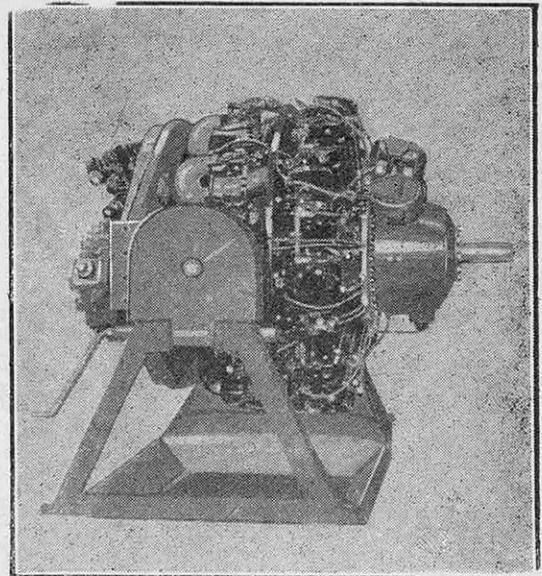
au moyeu prolongé (1), soutenir la comparaison avec des 12 cylindres en V, au moyeu d'hélice trop court. Constatons, dans cette dernière catégorie, que l'Allison américain paraît « dessiné » d'une manière très aérodynamique, notamment par la forme fuyante de son carter.

Réduction du maître-couple par réduction de la course des pistons

Pour réduire le maître-couple à la pénétration des moteurs à cylindres en étoile, ce qui se ramène à réduire le diamètre, les constructeurs ont été amenés à réduire la « course » des pistons dans les cylindres.

En 1937, le Bristol « Pegasus » (anglais), négligeant le maître-couple à la pénétration admettait, pour un alésage de 146 mm, une course de 190,5 mm, ce qui donnait au moteur un diamètre total

(1) En Amérique, Pratt et Whitney est passé du « Wasp » à 9 cylindres en simple rangée au « Twin Wasp » à deux rangées de cylindres qui a été allongé à 1,57 m pour un diamètre de 1,22 m. En 1940, le « Double-Wasp » a été allongé à 2,70 m pour un diamètre de 1,31 m; on semble avoir renoncé, par la suite, à un tel allongement qui pouvait paraître exagéré.



T W 13797

FIG. 2. — UN 18 CYLINDRES EN ÉTOILE : LE MOTEUR AMÉRICAIN PRATT ET WHITNEY « DOUBLE-WASP », DE 1 850 CHEVAUX

C'est le plus puissant des moteurs américains homologués pour la construction en série des appareils militaires. Il est constitué de deux rangées de neuf cylindres. Ses caractéristiques sont les suivantes : alésage, 146 mm; course, 152 mm; cylindrée unitaire, 2,55 l; diamètre, 1,32 m; poids, 1 043 kg. Il équipera non seulement les appareils américains, mais certains types d'appareils anglais fabriqués dans les Dominions.

de 1,41 m. Mais le « Mercury » du même constructeur, pour le même nombre de cylindres et le même alésage, 146 mm, avait réduit la course à 165 mm, ce qui ramène le diamètre de 1,41 m à 1,31 m. En 1936, Hispano-Suiza, en France, avec son moteur AB, réduisit plus encore la course en la rendant égale au diamètre, réalisant ainsi un cylindre « carré » de 127 mm de course pour 127 mm d'alésage, ce qui donnait un diamètre de 1,01 m seulement. Le moteur Gnôme-et-Rhône « Mars » a même réduit la course à une valeur moindre que l'alésage (116 mm de course pour 122 mm d'alésage), ce qui ramenait le diamètre à la valeur extraordinaire de 0,96 m pour un moteur de 700 ch. L'expédient de la réduction de la « course » pour contracter le diamètre, c'est-à-dire réduire le « maître-couple » à la pénétration », ne valait que pour des puissances limitées à 800 ch environ. Le Gnôme-et-Rhône « Mars » pour 14 cylindres ne fournit que 700 ch, et le Bristol « Mercury » de 9 cylindres, 850 ch. La réduction de la « course » présentait, en outre, l'inconvénient d'affaiblir le rendement et, par suite, d'accroître les consommations de combustible.

L'accroissement du nombre des cylindres

Ces inconvénients disparaissaient lorsque l'on parlait de moteurs à « gros cylindres », dont on ne cherchait pas à réduire la course; on se bornait, au contraire, à augmenter le nombre des cylindres de manière à obtenir une puissance supérieure pour un « maître-couple » déterminé; ceci s'obtenait en disposant les cylindres supplémentaires sur une deuxième étoile placée derrière la première.

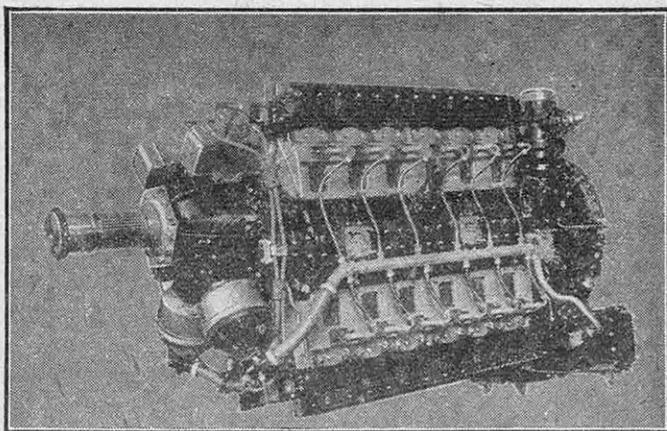
C'est ainsi que le Pratt et Whitney « Twin Wasp », de 1938, de 14 cylindres, de 139,5 mm d'alésage pour 139,5 mm de course, ne présentait qu'un diamètre de 1,22 m pour 1 015 ch de puissance. En 1941, le Wright « Cyclone Double Row » de 14 cylindres, pour 154 mm d'alésage, ne limite la course qu'à 160 mm, fournissant 1 600 ch dans un diamètre de 1,38 m. Or, si pour le « Twin Wasp », aux cylindres « carrés », la puissance par mètre carré de surface frontale est de 900 ch, elle est voisine de 1 000 ch pour le « Double Row », dont la course a été moins réduite.

Du premier au second, le nombre de cylindres est resté le même, le diamètre s'est légèrement accru, mais la puissance a augmenté de 1 015 à 1 600 ch en fonction de la cylindrée, passée de 30 à 42,6 litres.

Ainsi, quel que soit le procédé : réduction de la « course » ou accroissement du nombre des cylindres, la puissance par mètre carré de surface frontale tend à s'accroître dans tous les moteurs modernes.

La cylindrée unitaire : Sa limite à 3 litres

Ce qu'il y a de remarquable dans le moteur d'aviation moderne, c'est la limitation et la



T W 13793

FIG. 3. — LE NAPIER « DAGGER », 24 CYLINDRES EN H DE 1 000 CH

Les constructeurs anglais affectionnent les petits cylindres, plus faciles à refroidir, et qui permettent de tirer plus de chevaux du même volume de cylindre, mais qui, par contre, nécessitent des vitesses de rotation extrêmement élevées. Le moteur Napier « Dagger » est particulièrement caractéristique des tendances de la construction aéronautique anglaise. C'est un 24 cylindres en H à refroidissement direct par l'air. Ses caractéristiques sont les suivantes : alésage, 97 mm; course, 95 mm; cylindrée unitaire, 0,7 litre. Une version agrandie du Napier « Dagger », pour laquelle le refroidissement par liquide a été adopté, le Napier « Sabre », développerait plus de 2 000 ch et est appelée à équiper l'appareil de chasse Hawker « Typhoon » de 640 km/h et de 15 000 m de plafond.

stabilisation d'un des éléments : le volume d'un cylindre ou cylindrée unitaire.

La comparaison des chiffres afférents aux divers modèles de cylindres utilisés au cours de ces dix dernières années fait apparaître les points suivants :

- l'alésage se maintient entre 100 et 150 mm environ; l'alésage de 150 mm n'a été dépassé qu'exceptionnellement sur des moteurs comme le Wright « Cyclone » (155 mm) et l'Hispano-Suiza AA (154 mm). Sa valeur moyenne est de 140 mm à 145 mm;

- le volume d'un cylindre reste inférieur à 3 litres. Les « trois litres » par cylindre n'ont été dépassés qu'exceptionnellement sur le Wright « Cyclone » (3,3 l) et le Bristol « Pegasus » (3,2 l), pour ce dernier, par un allongement sensible de la course (190 mm) et non par un grand alésage (limité à 146 mm).

Du point de vue des techniques des différents pays, on constate que :

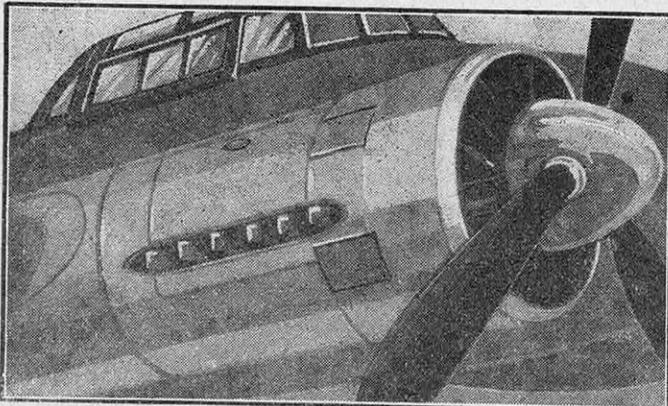
- seul, Wright, en Amérique, a osé s'attaquer à des alésages relativement grands et à des cylindrées unitaires relativement fortes, et quand nous disons grands alésages, il s'agit d'un diamètre qui atteint à peine 155 mm, et grosse cylindrée, un volume qui dépasse à peine les 3 litres;

- les Allemands se tiennent légèrement au-dessous de 3 litres et se contentent de 150 mm d'alésage;

- les Anglais affectionnent les petits cylindres (1,75 l pour le Bristol « Taurus », le Rolls-Royce « Kestrel » ou le Rolls-Royce « Vulture », 2,25 l pour le Rolls-Royce « Merlin ») et leurs alésages ne dépassent jamais 146 mm au grand maximum (Bristol « Pegasus » et Bristol « Hercules »). Le Napier « Dagger » descend même à 97 mm d'alésage, soit 0,70 l par cylindre.

L'avantage des « petits » cylindres

Pourquoi cette limitation volontaire dans le volume unitaire du cylindre? A cause des dif-



T W 13794

FIG. 4. — L'INSTALLATION D'UN MOTEUR JUMO 211 SUR UN JUNKERS 88

Les constructeurs du Junkers 88 n'ont pas hésité, pour le refroidissement des moteurs, à adopter une solution qui présente, au point de vue aérodynamique, la même simplicité que pour les moteurs à cylindres en étoiles. Les deux moteurs sont des Jumo 211 de 1 100 ch, à 12 cylindres en V inversé. Ils sont coiffés par un radiateur annulaire dans lequel circule le liquide de refroidissement (50 % de glycol et 50 % d'eau). Un élément sert de radiateur d'huile. Le tout est entouré d'un capotage circulaire destiné à canaliser l'air et à le faire circuler contre les cylindres et qui rappelle le capotage américain NACA. L'échappement des cylindres en ligne est visible sur le dessin ci-dessus. Les prises d'air du compresseur sont placées dans le capotage du radiateur. L'ensemble est symétrique et sans aucun appendice extérieur. Le diamètre du capotage est de 1,30 m environ, ce qui est modéré pour une puissance de 1 100 ch.

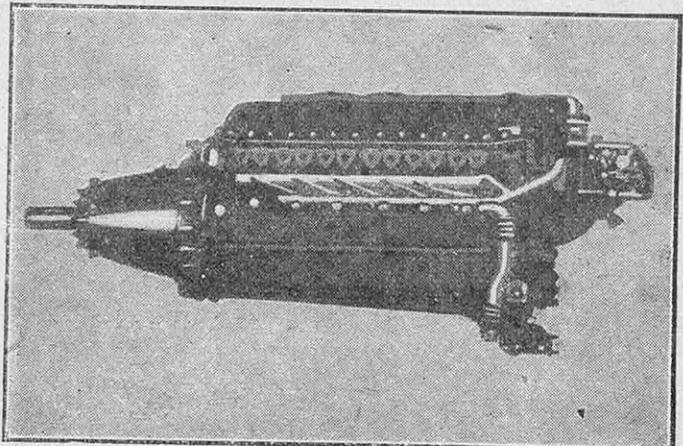
ficultés du problème du refroidissement, particulièrement en altitude, avec des compresseurs qui élèvent de plus en plus l'altitude de rétablissement de la puissance, dans un milieu où la réduction de la densité de l'air accroît la difficulté de l'évacuation des calories. Qu'il s'agisse du refroidissement direct par l'air sur des ailettes, ou indirect par l'intermédiaire d'un agent liquide refroidi dans un radiateur, le refroidissement a lieu, en définitive, par l'air. Or, les calories à évacuer sont produites dans un volume (la cylindrée) tandis qu'elles sont évacuées par une surface (les parois des cylindres). La puissance croît donc comme le cube et le refroidissement comme le carré des dimensions. Un petit cylindre est donc plus aisé à refroidir qu'un gros. En passant d'un cylindre de 3 litres à un cylindre de 1,5 l, c'est-à-dire en utilisant, par exemple, un 24 cylindres de cylindrée unitaire 1,5 l, au lieu d'un 12 cylindres de cylindrée unitaire 3 litres (la cylindrée totale restant 36 litres), on multiplie par 1,58 la surface extérieure, et on facilite d'autant le problème du refroidissement.

Sans compter que les petits cylindres favorisent le nombre de tours élevés et, par suite, permettent une puissance volumétrique plus grande (exemple le Napier « Dagger » de 24 cylindres de cylindrée unitaire 0,70 l, qui atteint le régime de 4 000 tours, et fournit 44 ch par litre, tandis que l'Hispano-Suiza 12 cylindres de cylindrée unitaire 3 litres, plafonne à

2 400 tours fournissant à peine 25 ch par litre). Certes, il est plus compliqué de réaliser un 24 cylindres au lieu d'un 12 cylindres, et celui-là est plus lourd que celui-ci. Mais, ni pour le rendement volumétrique, ni pour le refroidissement, on n'a avantage à chercher les gros cylindres. Et on s'explique que, tout récemment, la technique britannique se soit engagée vers les 24 cylindres avec le Napier « Sabre » (24 cylindres en H) et le Rolls-Royce « Vulture » (24 cylindres en X). Ce dernier moteur n'est, en somme, qu'un double « Kestrel » de 12 cylindres (cylindrée 21,2 l), soit 42,4 l pour 24 cylindres, la cylindrée unitaire restant de 1,75 l.

De deux soupapes à quatre soupapes et aux tiroirs

Il y a quelques années, on s'est aperçu que, pour accroître le rendement volumétrique, c'est-à-dire le nombre de chevaux obtenu par litre de cylindrée, il fallait que le moteur puisse « respirer » et en particulier « aspirer » vite — aux grandes vitesses de rotation. Déjà, dès 1930, Rolls-Royce avait équipé son « Kestrel » de quatre soupapes par cylindre, au lieu de deux, car deux soupapes d'admission et deux soupapes d'échappement permettaient d'accroître les sections d'ouverture des pipes d'admission et des pipes d'échappement. En 1935, Bristol adopta les quatre soupapes par cylindre pour son « Pegasus » et son « Mercury ». En 1936, Daimler-Benz adopte les quatre soupapes



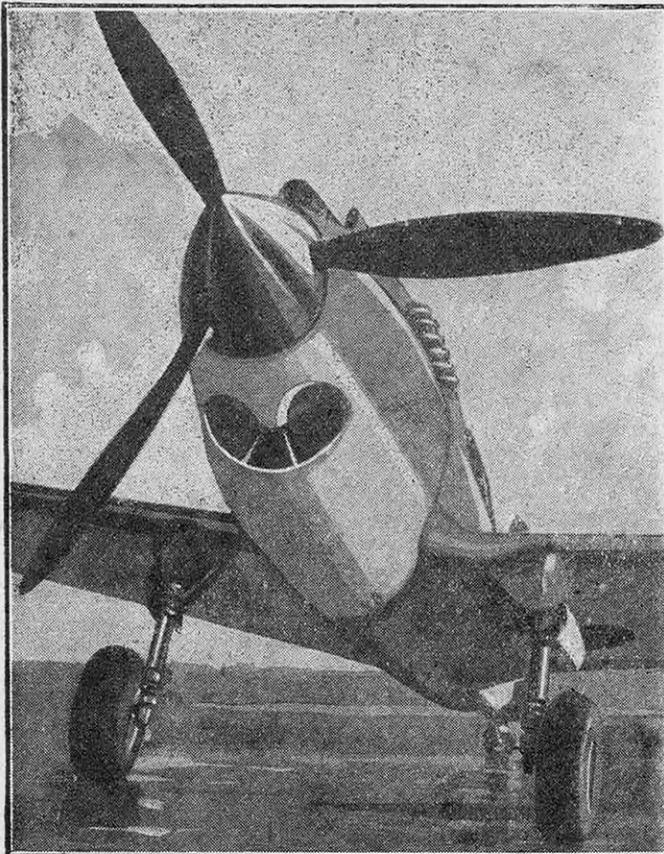
T W 13791

FIG. 5. — LE MOTEUR AMÉRICAIN ALLISON V 1 700 C 15

C'est un 12 cylindres en V à refroidissement par liquide, de 28 litres de cylindrée. Sa puissance est de 1 090 ch à 4 000 m. Ses caractéristiques sont les suivantes : poids 600 kg (554 g au cheval), longueur 251 cm, largeur 74,5 cm, hauteur 106,3 cm. La forme de ce moteur a été très étudiée au point de vue aérodynamique. Il équipe les avions de chasse et de combat Curtiss P 37 et P 40, Lockheed P 38 et Bell « Airacobra », « Airacuda » et « Airabonita ». Il a donné naissance à des types dérivés : le V 1760 c 6, 12 cylindres, de 1 280 ch, et un 24 cylindres de 2 400 ch, formé de quatre lignes de 6 cylindres disposées à des angles de 135° et 45° les unes des autres.

pour le DB 600 et Junkers adopte trois soupapes (deux d'admission et une d'échappement) pour son Jumo 211. En 1937, Bristol va plus loin encore : il remplace les soupapes par de larges tiroirs, pour que les cylindres puissent « respirer » au maximum (« Perseus », « Aquila », « Taurus », « Hercules ») (1). Seuls, en 1939-1940, les moteurs français et les moteurs américains restent encore fidèles aux deux soupapes par cylindre. Toutefois, Allison, en Amérique, a adopté les quatre soupapes par cylindre pour son récent moteur à

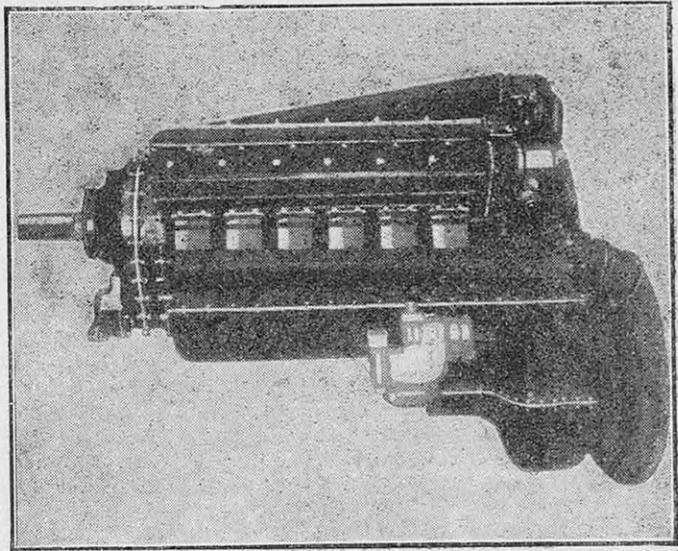
(1) Vitesses de rotation maximum correspondantes : Wright « Cyclone » (2 soupapes), 2 200 tours; Bristol « Pegasus » (4 soupapes), 2 475 tours; Bristol « Mercury » (4 soupapes), 2 600 tours; Jumo 211 (3 soupapes), 2 800 tours; Bristol « Perseus » (tiroirs), 2 700 tours.



T W 13-96

FIG. 6. — L'AVANT D'UN CURTISS P 40 « TOMAHAWK » MONTRANT LA PRISE D'AIR DU RADIATEUR

A l'opposé de la solution adoptée pour le refroidissement des moteurs du Junkers 88 (fig. 4), le radiateur du moteur Allison de l'avion de chasse Curtiss « Tomahawk » fait entièrement saillie en dehors du moteur et, pour être juste, il faudrait ajouter sa surface frontale à celle du moteur, pour calculer la part qui revient à celui-ci dans la résistance de l'appareil à la pénétration dans l'air. On remarquera la division en trois parties de la prise d'air. La partie centrale correspond au radiateur d'huile, tandis que les deux ouïes latérales correspondent au radiateur d'eau.



T W 13795

FIG. 7. — UN MOTEUR D'AVION STRATOSPHERIQUE DE 1 800 CH MIS AU POINT AUX ETATS-UNIS PAR FORD

Après avoir prôné en 1925 le moteur refroidi par l'air, Ford se lance, quinze ans après, dans la construction d'un moteur refroidi par liquide. C'est un 12 cylindres en V de 40 litres de cylindrée, qui développerait 1 800 ch au décollage. Un turbo-compresseur (à droite de la photographie) actionné par les gaz de l'échappement permet le rétablissement de la puissance à l'altitude de 10 000 mètres. Le carburant à 100 d'octane utilisé par ce moteur est injecté directement dans les cylindres. Remarquer la forme aérodynamique de l'ensemble.

cylindres en V de 1941. Les quatre soupapes par cylindre — ou les tiroirs — permettent d'accroître le nombre de tours et, par suite, d'atteindre un rendement volumétrique de 40 à 45 ch au litre.

Des moteurs adaptés aux avions de chasse à fuselage court

Les partisans du moteurs à cylindres en étoile voient dans la surface frontale plus élevée de ce type de moteur un avantage pour le cas des avions de chasse monomoteurs monoplaces, car elle fournit un meilleur « bouclier » au pilote. En effet, le pilote s'inscrit dans une ellipse que l'on peut évaluer à 0,75 m de largeur sur 1,15 m de hauteur. Si l'on présente devant cette ellipse deux moteurs de même puissance, 1 200 à 1 400 ch, un DB 601 E à 12 cylindres en V, d'une part, et un Pratt et Whitney à 14 cylindres en étoile, d'autre part, on constate que le moteur à cylindres en V s'inscrit dans l'ellipse, sans dépasser la largeur du petit axe, tandis

que le moteur à cylindres en étoile dépasse le diamètre du grand axe de l'ellipse.

En outre, le moteur à cylindres en étoile permet de raccourcir le fuselage, suivant une formule fort prisée aux Etats-Unis. On a constaté, en effet, aux Etats-Unis, qu'un fuseau relativement court et gros (1,37 m de diamètre et 8,55 m de longueur par exemple, soit un allongement de 6) présente une « traînée » inférieure à celle d'un fuseau plus long et plus étroit (1,22 m de diamètre et 9,75 m de longueur, par exemple, soit un allongement de 8). Ainsi, pour les avions de chasse à fuselage court, le moteur en étoile serait avantageux, même du point de vue aérodynamique. C'est, du moins, la thèse des constructeurs américains, dont tous les avions de chasse (sauf le Curtiss P. 40 à moteur Allison) sont à fuselage court et dotés de moteurs en étoile (exemples typiques : le Brewster « Buffalo » et le Grumman « Martlet »).

Les moteurs de 1941

Résumons la situation des moteurs d'aviation en 1941. On trouve à l'heure actuelle :

a) Des 12 cylindres en V, refroidis par liquide, allant de 27 litres à 35 litres, c'est-à-dire de 2,75 l à 3 litres de cylindrée unitaire. Exemples : Rolls-Royce « Merlin », Daimler-Benz DB. 606, Junkers « Jumo » 211, Allison 1760 C6. Ces moteurs, tous à quatre soupapes, développent tous plus de 40 ch au litre, et, par suite, des puissances atteignant aujourd'hui 1 300 ch. Surface frontale : 0,65 m², ce qui donne une puissance de 2 000 ch par mètre carré de surface frontale (radiateurs non compris).

b) Des 24 cylindres en X, dérivés de ces moteurs en V, mais de cylindrée plus modeste (exemple le Rolls-Royce « Vulture ») et dont les caractéristiques : puissance volumétrique, surface frontale, maître-couple à la pénétration, sont du même ordre, mais un peu moindres.

c) Des 14 et des 18 cylindres en étoile, refroidis directement par l'air, allant de 24 litres (Bristol « Taurus ») à 45,9 litres (Pratt et Whitney « Double-Wasp »). Parmi ceux-ci, les moteurs « à tiroirs » développent plus de 40 ch par litre de cylindrée et les moteurs à deux soupapes 35 ch par litre seulement. Surface frontale : 1,10 m² à 1,32 m² pour des puissances variant de 1 065 ch à 1 625 ch. Puissance de 1 000 à 1 200 ch par mètre carré de surface frontale, ceci d'une manière absolue puisqu'il n'y a pas de radiateur.

Pour 1942 : Des moteurs de 2 000 à 2 500 ch de 18 et 24 cylindres

En 1942, le problème dominant sera le rétablissement de la puissance en altitude. L'apparition des bombardiers substratosphériques du type Boeing B-17 « Flying Fortress » contraindra le chasseur à augmenter son plafond et sa vitesse ascensionnelle. Déjà apparaissent des moteurs stratosphériques.

En Allemagne, Daimler-Benz a réalisé un DB 601 type N, doté d'un compresseur chargeant au sol à la pression de 1,42 atmosphère. En Amérique, Ford met au point un moteur stratosphérique de 1 800 ch qui rétablira à

l'altitude de 10 000 m. En attendant, les plus récents avions de chasse de 1941, qu'il s'agisse du « Spitfire Mark III » ou des Messerschmitt 109 F, atteignent déjà des plafonds pratiques dépassant 12 000 m.

Tant que l'altitude de rétablissement ne dépasse pas les 5 000 mètres, la rivalité subsiste entre moteurs refroidis par liquide ou moteurs à refroidissement direct. En 1942, l'un et l'autre parviendront aux 2 000 ch. Etant donnée la limitation à 3 litres de la cylindrée unitaire, les cylindres vont se multiplier, et l'on annonce un Wright « Tornado » de 2 250 ch, de 18 cylindres à deux rangées, totalisant 56 litres de cylindrée, tandis que Daimler-Benz met au point un 70 litres de 24 cylindres en X de 2 800 ch. Tant qu'on ne dépasse pas les 2 500 ch ou une altitude de rétablissement de 5 000 mètres, le moteur en étoile à refroidissement direct rivalise avec le moteur refroidi par liquide. Mais lorsque les exigences de la guerre aérienne contraindront de rétablir à 10 000 mètres, il faudra bien changer de formule. Les moteurs à refroidissement direct, contraints d'admettre des rangées supplémentaires de cylindres, et de les refroidir au voisinage de la stratosphère, devront avoir recours à un agent réfrigérant liquide à interposer tout au moins sur les têtes de culasses.

Pour 1943 : Des moteurs de 5 000 ch en étoile à multiples rangées et refroidis par liquide

Par contre, le moteur en étoile se prête mieux à la multiplication des cylindres. Ainsi, on annonce que Wright étudie un moteur, en étoile présentant six rangées de sept cylindres, soit 42 cylindres. A 3 litres de cylindrée unitaire, cela ferait 126 litres de cylindrée totale. A 40 ch au litre de puissance volumétrique, cela ferait 5 000 ch. Le refroidissement par liquide est adopté, bien que la formule mécanique reste celle des moteurs à cylindres en étoile.

Les moteurs de 5 000 ch de 1943 présenteront donc la synthèse de moteurs en étoile refroidis par liquide.

Avec de telles puissances, les difficultés viendront des hélices, à cause des vitesses atteintes par les extrémités des pales et qui dépassent la vitesse du son. Un moteur Allison en W de 2 400 ch neut, à la rigueur, se contenter d'une simple hélice de 5,52 m de diamètre. Avec un Wright de 5 000 ch, il faudra bien dédoubler les hélices. Les solutions en présence sont :

— soit des hélices coaxiales tournant en sens inverse, formule innovée par le Macchi-Castoldi de 1934 ;

— soit recourir à des hélices latérales, solution récemment proposée aux Etats-Unis par l'ingénieur John Lee, avec moteur en étoile, central, noyé dans le fuselage.

Cette course à la puissance motrice de 1942 est donc caractérisée à la fois par le dédoublement des hélices et la multiplication des cylindres, par la tendance à l'étoile aux rangées multiples et le refroidissement par liquide.

Pierre DUBLANC.

LA LUTTE CONTRE LA VIEILLESSE ET LA MORT

par Jean LABADIÉ

« Le corps de l'homme est une chose si belle, écrivait Léonard de Vinci, que l'âme ne s'en sépare qu'avec les plus grandes peines. » Pourtant, depuis qu'il est des hommes sur la terre, ils sont unanimes à trouver qu'elle le quitte toujours trop tôt. La lutte contre la mort et la vieillesse, qui la précède et l'annonce, ne s'est développée avec quelque succès que depuis une centaine d'années. Cette lutte comporte un aspect « défensif », éviter la mort « accidentelle » en prévenant et en guérissant les maladies, puis freiner la vieillesse en évitant, par une hygiène appropriée, l'usure prématurée de nos organes. Dans cet ordre d'idées, les progrès de la science médicale ont permis, entre 1880 et nos jours, d'élever de 40 à 55 ans l'âge moyen atteint par l'homme civilisé, sans pour cela reculer le terme extrême de l'existence, qui n'est encore atteint que par quelques individus privilégiés. Les limites de la vie humaine ne pourraient être reculées que par l'emploi de méthodes qui permettraient non seulement de freiner la vieillesse, mais d'opérer un véritable rajeunissement de notre organisme. Cet aspect « offensif » de la lutte contre la mort se développera sans doute avec les progrès de la science biologique. Des résultats pratiques certains, quoique bien modestes, ont été obtenus par la greffe de glandes de jeunes organismes sur des individus vieillissants et nous permettent d'espérer qu'une connaissance plus parfaite du fonctionnement des glandes à sécrétion interne permettra de prolonger la vie humaine bien au delà des limites que lui fixe actuellement la nature.

La mort des êtres unicellulaires est toujours un accident

PRENONS les plus rudimentaires des êtres de la série animale, les protozoaires, formés d'une seule cellule, telle la paramécie dont la figure 1 a donné une représentation schématique. C'est un animal particulièrement commode à étudier, en raison de ses dimensions relativement grandes et de la facilité avec laquelle on le cultive dans une infusion de foin. Les protozoaires se reproduisent par division, opération qui, d'un seul individu, en fait deux, puis quatre, etc. On s'est demandé longtemps si cette multiplication pouvait se répéter indéfiniment ou si, au bout d'un certain temps, il était nécessaire qu'une « conjugaison » des cellules deux à deux intervint.

Cette opération consistant en l'échange mutuel d'un certain nombre d'éléments nucléaires pouvait être considérée comme provoquant un « rajeunissement » des cellules.

Il y a quelque soixante ans, un savant français, Maupas, entreprit d'étudier si une telle culture pouvait se poursuivre indéfiniment sans vieillir. Ses expériences, effectuées avec une technique défectueuse, l'amènèrent à constater qu'au bout d'un certain temps les cultures, dont il isolait chaque individu pour l'empêcher de se reproduire par conjugaison, se multipliaient moins vite, dépérissaient; il fallait, pour les « rajeunir », passer par le processus sexuel de la conjugaison.

Les expériences de Maupas furent par la

suite reprises par divers expérimentateurs (Woodruff, Metalnikov) avec une technique perfectionnée. On est ainsi parvenu à obtenir plus de treize mille générations à partir d'un infusoire par simple division. Dans ce processus de multiplication, il ne s'est rien passé de ce que nous avons coutume de considérer comme la mort : sans doute, le protozoaire-père disparaît-il pour laisser place à deux nouveaux individus, mais après cette division, on chercherait en vain un cadavre ou un nouveau-né.

Les protozoaires possèdent donc, à l'état potentiel, l'immortalité, et si l'on pouvait imaginer un milieu capable d'entretenir indéfiniment leur prolifération, leur nombre augmentant en progression géométrique de raison 2, le développement de la matière vivante dans le bouillon de culture prendrait une forme véritablement explosive (1). Cette aptitude à une prolifération indéfinie permet à l'espèce de survivre malgré les énormes destructions qui sont effectuées dans ses rangs par les circonstances le plus souvent défavorables.

La mort et les animaux multicellulaires : le « germen » et le « soma »

Considérons maintenant les êtres vivants à plusieurs cellules; nous voyons, à mesure que nous nous élevons dans l'échelle de complexité

(1) Les cultures de Woodruff donnaient en sept ans 4 500 générations, et un infusoire aurait pu peupler dans ce temps un volume égal à 10 000 fois celui de la Terre.

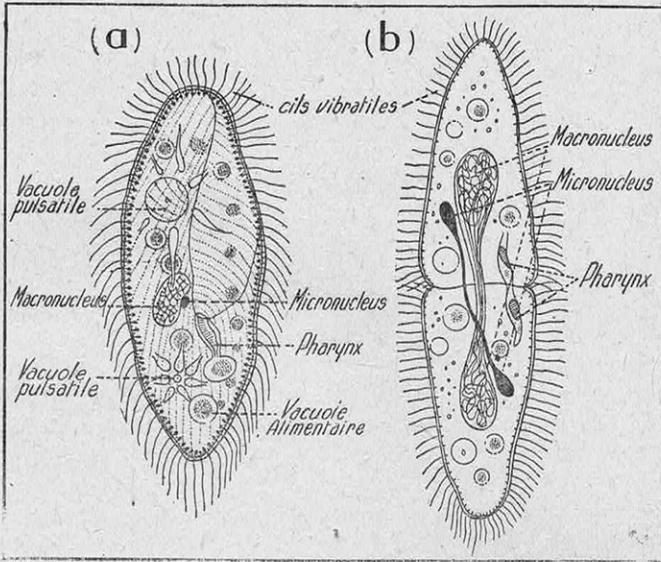


FIG. 1. — LA DIVISION ASEXYUÉE D'UNE PARAMÉCIE

La paramecie (a) est un infusoire des eaux stagnantes, qui se nourrit de microbes et qui est un des plus grands organismes unicellulaires (0,25 mm). Sa taille permet d'observer facilement ses divers organes : macronucleus, micronucleus, pharynx, cils vibratiles, etc. La paramecie est capable de se multiplier par une simple division transversale, précédée de la division des deux noyaux dont chaque moitié se dirige vers une extrémité de la cellule (b). Après la division, chaque nouvelle cellule régénère les organes qui lui manquent. Une telle division peut se répéter indéfiniment, sans que l'animal meure jamais.

et de perfection croissantes, des colonies d'abord très lâches et qui laissent une grande liberté à leurs constituants, puis des colonies qui commandent impérieusement le développement et la fonction de chacune de leurs parties. A mesure que s'accroît le nombre des cellules qui constituent la colonie, la nécessité pour chacune des cellules constituantes d'accéder au milieu nourricier impose une certaine « police », la disposition des cellules d'abord en couches, puis suivant une architecture complexe. On ne tarde pas à assister à une division du travail de plus en plus poussée pour le plus grand bien de chaque constituant. Cette spécialisation exige de la cellule une adaptation de plus en plus étroite au travail qui lui est confié et, par conséquent, entraîne une sorte de déformation professionnelle. Telle deviendra la cellule musculaire dont le protoplasme sous certaines excitations est capable de se contracter, telle autre la cellule nerveuse, long cordon capable de transmettre l'influx nerveux, telle autre enfin fabriquera un produit chimique particulier. La mission de perpétuer l'espèce est déléguée à une catégorie particulière de cellules, les cellules sexuelles. Depuis Weisman, on appelle « germen » l'ensemble de ces dernières et « soma » toutes les autres cellules du corps.

Dès lors, il importe peu pour le bien de cette espèce que l'individu qui vient de transmettre la vie par les cellules du « germen » continue ou non à vivre; son « soma », sa « chère guenille » peut s'user; elle ne sera pas remplacée et disparaîtra. Alors apparaît la mort, avec un cadavre.

Les cellules germinatives, le germen, accaparent ainsi le caractère d'immortalité plus

théorique qu'effectif de l'unicellulaire, tandis que les cellules associées en organisme, le soma, se trouvent condamnées à mourir lentement, au cours d'une évolution corporelle que nous appelons, nous, les hommes, notre « existence », avec un attendrissement légitime — mais que la nature, marâtre, est bien en droit d'appeler simplement : notre « mission de reproduire », c'est-à-dire de transmettre de génération en génération la flamme du germen. Effectivement, les biologistes ont démontré que les germes héréditaires se transmettent, de père en fils, à la manière d'un flambeau sur lequel nos existences individuelles n'ont aucune prise, aucun pouvoir, ni celui de l'éteindre, ni celui de l'aviver. Nous ne sommes que des porteurs de ce flambeau qu'est la vie.

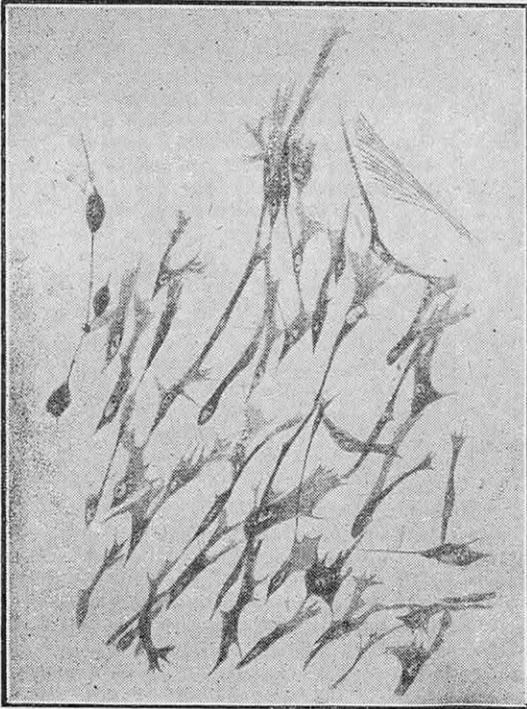
Et cela restreint singulièrement l'importance de nos « vies individuelles », tout en maintenant et même en rehaussant la portée de notre « vie sociale » ou de la vie tout court — en tant que phénomène divin, « animant » le monde.

L'immortalité chez les êtres multicellulaires

La mort des êtres vivants multicellulaires n'est cependant pas une nécessité. C'est parmi les végétaux que nous en trouvons l'illustration la plus nette. Ce sont certains grands arbres qui possèdent le record de la longévité. L'arbre le plus vieux et le plus grand du monde se trouve, semble-t-il, actuellement dans le parc national de Californie. D'une hauteur de 140 mètres et d'un diamètre à la base de 11 mètres, on peut évaluer son âge à plusieurs milliers d'années. Le dragonnier géant des îles Canaries, qui fut terrassé par un orage en 1868, avait vraisemblablement vécu 5 000 ans. La mort de ces géants n'est jamais naturelle ; elle est toujours causée soit par une tempête ou par une invasion de parasites, soit par quelque autre catastrophe. Jusqu'au dernier moment, l'arbre conserve la faculté de produire des feuilles et ne manifeste aucun affaiblissement. En réalité, il est composé d'une colonie de feuilles qui sont elles-mêmes des colonies de cellules. La mort atteint les feuilles, mais elle pourrait épargner indéfiniment l'arbre entier si la probabilité de destruction accidentelle ne croissait indéfiniment avec le temps. Nous sommes donc en présence d'un organisme multicellulaire qui possède l'immortalité potentielle.

On trouve d'autres exemples d'immortalité dans le monde végétal. Certaines sortes de cerisiers ne peuvent vivre et se reproduire que par greffe sur un autre arbre nourricier; on est ici en présence d'une espèce qui ne comprend en réalité qu'un seul individu reproduit par greffe.

De même, le bouturage permet à une plante de se multiplier indéfiniment, sans passer par le processus sexuel; c'est le cas de certaines espèces de peupliers, dont il n'existe que des exemplaires mâles. Parfois il suffit même que



T W 14000

FIG. 2. — UNE CULTURE « IN VITRO » DE TISSU MUSCULAIRE DE POULET

Le tissu cultivé est prélevé sur le cœur d'un embryon de poulet âgé de 5 jours. L'observation de ce tissu a été effectuée 49 heures après le commencement de la culture, dans le tissu nouvellement formé. Les cellules présentent encore les caractères de cellules musculaires. Elles les perdront au bout de quelques semaines de culture.

l'homme veille à éliminer les causes de destruction de l'arbre pour que celui-ci atteigne rapidement un développement remarquable, tel ce figuier du Banian cultivé dans un jardin zoologique de Calcutta et qui, parce qu'il était protégé des destructions causées par le bétail, a rapidement envahi par marcottage une surface de 8 000 m².

De tels processus de reproduction ont été observés chez les animaux. Certains ascidiens peuvent se reproduire par bourgeonnement; quelques-unes de leurs cellules fonctionnelles perdent à un certain moment tout caractère de spécialisation et, retournant en quelque sorte à l'état embryonnaire, se mettent à proliférer pour donner naissance à un nouvel individu. On ne sait pas si, comme pour les végétaux, ce processus pourrait être répété indéfiniment, car ordinairement la mauvaise saison fait mourir le tronc. Il semble pourtant que, dans des conditions maintenues artificiellement favorables, on pourrait le continuer sans fin. Dans ces conditions, la mort de ces animaux ne serait jamais que partielle.

Sans prendre des exemples aussi éloignés du comportement de l'espèce humaine, on pourrait concevoir un animal ou une plante qui remplacerait au fur et à mesure de leur usure les cellules de son organisme. Comme ce couteau dont on remplaçait alternativement le manche et la lame, il serait toujours neuf, il ne vieillirait jamais. Il nous est indifférent que certaines de nos cellules meurent, car notre corps est

quelque chose de plus que la somme de ses cellules. C'est ce qui se produit pendant une partie au moins de notre existence et qui reste vrai presque jusqu'à la fin, au moins pour certains tissus (comme le tissu conjonctif) qui gardent même une tendance à accroître leur volume. Pourquoi n'en est-il pas de même pour tous?

Deux incompatibles : La spécialisation et l'immortalité

Quand on examine le tableau clinique de la vieillesse, tableau extrêmement compliqué et qui varie suivant les individus, on remarque que ce sont les éléments nobles qui perdent les premiers leur faculté de se renouveler par multiplication de leurs cellules. L'incapacité de se multiplier paraît être la rançon de leur spécialisation. En effet, cette dernière vient-elle à disparaître — car le processus de différenciation n'est pas irréversible — la faculté de prolifération reparait.

Cela se produit, par exemple, quand il s'agit pour l'organisme de réparer une blessure. Une déchirure vient-elle, à se produire dans un muscle, les cellules musculaires qui sont dans le voisinage de la déchirure perdent tout caractère de spécialisation; elles se mettent à proliférer jusqu'à ce qu'elles aient comblé la brèche, puis, alors seulement, elles redeviennent contractiles.

Dans le cancer, qui est causé par la multiplication anarchique de certaines cellules de notre corps, on remarque que les cellules subissent une dégénérescence plus ou moins accentuée qui les distingue des tissus qui leur ont donné naissance et qui les ramène à un état moins différencié.

C'est également ce qu'on observe dans le cas des cultures de Carrel. En 1912, Carrel prélève un fragment de quelques décigrammes de cœur de poulet. A ce morceau infime de tissu vivant, il procure un bouillon alimentaire approprié et constamment renouvelé : un jus d'embryon âgé de huit jours. Ainsi agencée, la culture du « tissu » a duré vingt-deux ans. Elle durerait encore si Carrel ne l'avait interrompue volontairement. Mais en quoi consiste cette expérience? Restitue-t-elle l'immortalité seulement à un fragment de tissu musculaire?

La méthode se ramène, somme toute, à éliminer tout ce qui pourrait rappeler aux cellules traitées qu'elles appartenaient à un « organe » vivant.

Dans les premiers temps de sa culture, les quelques décigrammes de lambeau tissulaire continuent de battre par contractions « musculaires ». Mais, après quelques semaines de prolifération, le battement « cardiaque » cesse. Les filles des cellules musculaires de poulet ne conservent plus avec leurs ancêtres qu'un facteur héréditaire : leur chimisme. Leur différenciation et leur fonction ont disparu.

De plus, comme la prolifération indéfinie d'un fragment de cœur isolé dans une boîte de Pétri n'a aucun sens naturel, l'alimentation ne suffit pas ici à « entretenir la culture » comme elle suffirait dans le cas d'une bactérie. Il faut pourvoir à l'enlèvement des résidus biologiques, de ces *excreta* qui, dans le circuit sanguin d'un « poulet » réel, seraient éliminés par voies naturelles. La culture doit donc comporter un lavage quotidien, une sorte de « remise à neuf » du matériel expérimental.

Autre chose. Dans la partie centrale de cette

masse de tissus indifférenciés, les cellules n'ont aucun accès possible au liquide nourricier; cette culture est donc aussi peu viable que certains cancers dont la nécrose détruit les cellules centrales, à mesure qu'ils se développent par la périphérie. Chaque jour, il faut effectuer sur la culture, si on veut la maintenir en bonne santé, un prélèvement. On divise le tissu cultivé et l'on en jette la moitié, afin de pouvoir continuer à cultiver l'autre moitié. Curieuse culture tissulaire, celle qui consiste à maintenir « effiloché » le tissu cultivé. La prétendue immortalité de la moitié conservée est payée par le sacrifice — mortel — de l'autre moitié.

La culture garde le même volume, alors que, comme on en a fait le calcul, la masse protoplasmique théoriquement créée par cette culture de Carrel devait emplir, en quelques mois, le volume figuré par le système solaire.

L'expérience de Carrel n'est donc pas l'immortalisation d'un fragment de cœur de poulet, mais une perpétuelle neutralisation des tendances vitales spécifiques de ce tissu; une laborieuse mise en échec de ses fonctions naturelles. Magnifique en tant qu'expérience de laboratoire, la culture tissulaire signifie exactement l'inverse de ce qu'on lui fait dire d'ordinaire : elle tue une fonction organique très évoluée pour le plaisir de ressusciter une propriété primitive de l'être unicellulaire, le moins différencié qui soit.

Ce n'est pas là éterniser « la vie », mais la supprimer. Car le problème du rajeunissement, ou tout au moins celui de la suspension du vieillissement, doit consister à garder intactes toutes nos fonctions vitales : celles du cœur comme celles des poumons; celles de l'intestin comme celles du foie... Bref, à maintenir en parfait état de fonctionnement l'ensemble physiologique de notre corps.

Le temps biologique et les divers facteurs du vieillissement

L'âge d'un individu est une notion extrêmement complexe. Tout d'abord, il a l'âge que lui indique le calendrier. Ensuite il a l'âge de ses artères, qui n'est pas forcément le même que celui de ses reins, de son système nerveux, de son esprit. Comment, dans un si grand nombre de facteurs, le biologiste trouvera-t-il un moyen de mesurer le vieillissement d'un être vivant? Ce qui caractérise l'être jeune, c'est l'accroissement rapide de sa taille, conséquence du pouvoir de multiplication extrêmement élevé de ses cellules. Ce pouvoir diminue presque constamment de la naissance à la mort et devient même insuffisant dans la vieillesse pour maintenir le poids de l'individu. Mais la croissance de l'organisme manifeste une poussée au moment de la puberté et, de plus, le poids du corps reste stationnaire pendant la plus grande partie de notre vie adulte. La croissance de l'individu n'est donc pas un facteur qui permette de mesurer son vieillissement avec une précision acceptable.

Au contraire, la cicatrisation des plaies, étudiée par Carrel et Lecomte du Nouy, nous fournit un test excellent de mesure de cet âge à quelques années près. En effet, la vitesse de cicatrisation des plaies est une fonction régulièrement décroissante avec l'âge et est, à âge égal, la même chez tous les individus, quels que soient leur jeunesse ou leur délabrement apparent. On traduit ceci en disant qu'il existe

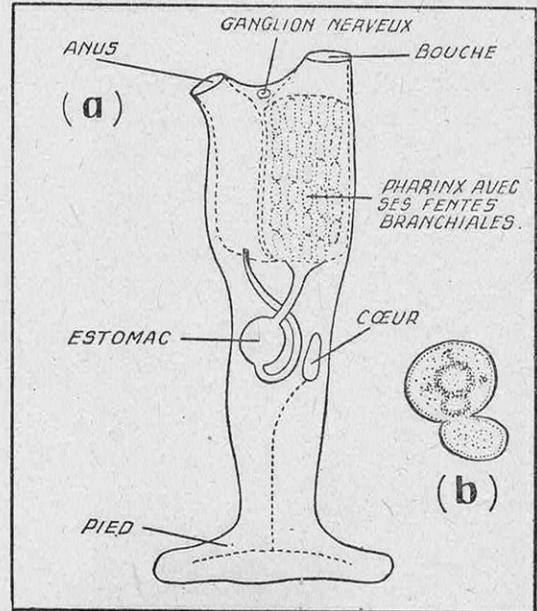


FIG. 3. — LA DÉGÉNÉRESCENCE D'UNE CLAVELINE DANS UNE EAU INSUFFISAMMENT RENOUVELÉE

La claveline est par sa structure un animal intermédiaire entre les invertébrés et les vertébrés. En (a), représentation schématisée de l'animal adulte. D'une taille d'environ 5 cm, elle vit dans la mer fixée au rocher par un pied et se nourrit de plancton. Si on la place dans une eau confinée, elle s'empoisonne par les toxines qu'elle sécrète et ne peut continuer à vivre normalement. Elle subit alors une sorte de dégénérescence au cours de laquelle ses organes se résorbent et qui lui donne l'apparence d'une petite sphère gélatineuse (b). Elle est en quelque sorte revenue à l'état embryonnaire. Si le milieu devient plus favorable à l'entretien de sa vie (eau renouvelée), la claveline recommence à se développer et atteint de nouveau une taille et une organisation d'animal adulte. Elle a d'abord rajeuni, puis recommencé à vieillir.

un vieillissement normal, le même pour tous les individus d'une espèce, et qu'on appelle vieillissement *primaire*. A ce vieillissement normal vient s'ajouter l'usure produite dans l'organisme par la fatigue, les maladies, les intoxications. L'ensemble de ces dégradations, évitables par certaines précautions, constitue ce qu'on appelle le vieillissement *secondaire*.

La lutte contre la mort : une guerre sur trois fronts

Toutes les considérations précédentes précisent les données de la lutte contre la mort.

Elle comprend d'abord la lutte contre la mort accidentelle et, en particulier, contre les maladies infectieuses. Sur ce premier front, des succès énormes ont été obtenus, depuis une centaine d'années, grâce aux découvertes de Pasteur. Mais c'est un aspect de la question que nous laisserons de côté.

Ensuite, il faut lutter contre les causes d'usure ou de détérioration lente de l'organisme par des intoxications et par des carences de toutes sortes, principalement par une alimentation défectueuse. C'est la lutte contre le vieillissement secondaire. Celui-ci peut, dans une large mesure, être évité par une hygiène convenable.

Ces deux questions étant résolues, l'homme

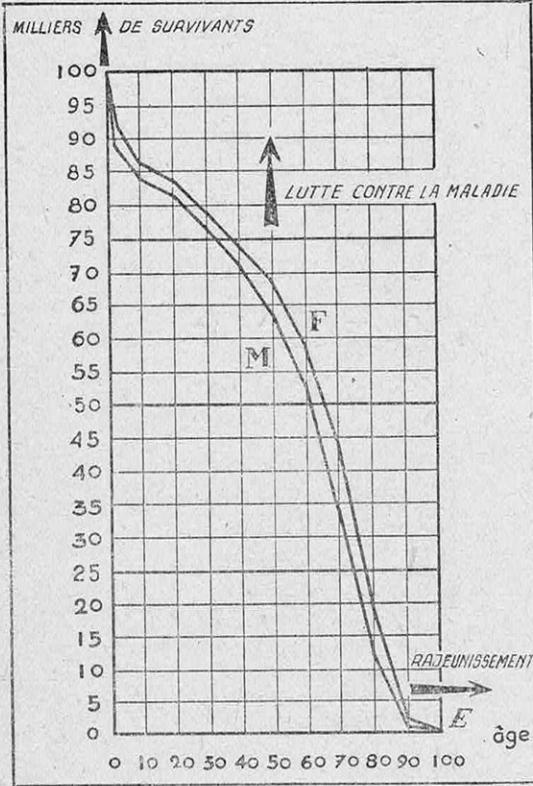


FIG. 4. — COURBE DU TAUX DE SURVIE DE LA POPULATION FRANÇAISE POUR LA PÉRIODE 1920-1923

Cette courbe représente le nombre moyen d'individus survivant à un âge donné sur 100 000 enfants nés vivants. Elle diffère légèrement suivant le sexe (le taux de survie de la femme F est légèrement supérieur à celui de l'homme M). Elle est variable suivant le degré de civilisation de la population considérée. La lutte contre la mortalité infantile et contre la maladie a permis de la relever sensiblement en France depuis soixante ans. Mais l'extrémité E de la courbe est jusqu'ici restée fixe; la limite extrême de la vie humaine est restée d'environ 105 à 110 ans. Seul le rajeunissement permettrait de reculer cette limite extrême pour un nombre notable d'individus.

atteindra ce qu'on pourrait appeler la *mort naturelle* dont nous possédons très peu d'exemples. Jusqu'à quel âge pourrait-on, par la suppression du vieillissement secondaire, prolonger l'existence humaine? Nous ne parlerons pas des exemples de longévité empruntés à la tradition biblique : si Mathusalem est parvenu à l'âge de 969 ans, c'est vraisemblablement parce que ses années étaient mesurées avec une autre unité que la nôtre. L'époque moderne offre à notre admiration les cas moins sujets à caution de quelques rares individus — aussi peu médecins que possible — dont la longévité, obtenue d'instinct, à la manière dont M. Jourdain faisait sa prose, étonna le monde. Tel ce Thomas Parr qui, parvenu à l'âge de 152 ans, mourut d'une indigestion pour avoir accepté le banquet que lui offrit le roi d'Angleterre à l'occasion de cet heureux anniversaire. Le cas Thomas Parr, certifié par le célèbre physiologiste Harvey, qui l'autopsia, n'est du reste pas unique. Un Anglais, né en 1483, serait mort en 1651, la sage-femme qui accoucha la reine d'Angleterre, femme de Charles I^{er}, mou-

rut à 123 ans. Robert Taylor, né en 1764, mourut en 1898, à 134 ans, de l'émotion que lui causa la réception du portrait dédié de la reine Victoria que celle-ci lui envoyait, toujours pour fêter « l'heureux anniversaire ». La Cour d'Angleterre n'a pas la main heureuse dans ces occasions.

Pour nous en tenir aux généralités, une statistique (Doyon) accusait, au 31 décembre 1911, l'existence de 7 000 centenaires européens, à savoir : 3 898 Bulgares, 1 704 Roumains, 573 Serbes, 410 Espagnols, 213 Français, 197 Italiens, 113 Austro-Hongrois, 93 Anglais, etc...

Ces nombres situent parfaitement bien la mesure du rendement biologique optimum de la machine humaine.

Le « freinage » de la vieillesse selon Metchnikoff

C'est à ce rendement optimum que prétendait atteindre le savant Elie Metchnikoff, le l'Institut Pasteur de Paris.

D'après sa théorie, écrit S. Metchnikoff, l'un de ses successeurs étrangers au même Institut, la vieillesse survient à la suite de la rupture de l'harmonie dans la vie de l'organisme. Tandis que les cellules nobles, les *cellules spécialisées* faiblissent, les cellules des tissus conjonctifs (squelettiques, de soutien) manifestent une recrudescence d'activité. Il semblerait donc que le remède contre la vieillesse devrait être dirigé soit vers le renforcement des cellules spécialisées, soit vers la paralysie de l'activité des tissus conjonctifs.

Comment atteindre ce double but : favoriser la vie cellulaire du rein, du cœur, du foie, des muqueuses, etc..., et défavoriser synchroniquement les cellules conjonctives?

La solution parut devoir être apportée par le laboratoire de Metchnikoff lui-même, qui mit en évidence, en 1902, des sérums toxiques agissant sur les divers éléments cellulaires. On obtint, par cette méthode des sérums « cyto-toxiques » des spermatozoïdes, des globules blancs sanguins (phagocytes), des cellules rénales, nerveuses, cardiaques..., véritables poisons de ces éléments.

Il ne manquait à la liste que le sérum cyto-toxique des cellules conjonctives — le seul désirable! La recherche méthodique apporte de ces déconvenues... Mais une heureuse contre-

Tortue géante.....	200 à 300 ans.
Eléphant.....	150 à 200 ans.
Milan.....	120 ans.
Homme.....	105 à 110 ans.
Aigle, faucon.....	104 ans.
Hibou, corbeau, cygne, perroquet.....	100 ans.
Oie.....	80 ans.
Cigogne.....	70 ans.
Moineau.....	20 à 60 ans.
Grue, mouette, chameau, cheval, canard.....	50 ans.
Crocodile, crapaud, hippotame.	40 ans.
Autruche.....	35 ans.
Lion, canari.....	25 ans.
Chèvre, porc, triton, grenouille.	15 ans.
Chien, écureuil, menus reptiles.	12 ans.
Chat, salamandre.....	10 ans.
Cochon d'Inde, lièvre.....	8 ans.
Lapin.....	7 ans.
Rat et souris.....	3 ans.

FIG. 5. — TABLEAU COMPARATIF DE LA LONGÉVITÉ DE QUELQUES VERTÉBRÉS

partie apparut : à dose infinitésimale, les sérums cytotoxiques des organes nobles se révélèrent comme un stimulant.

En réalité, ces belles recherches de laboratoire n'ont abouti à aucune application relative à l'homme.

Se rabattant sur la machine humaine prise *in vivo*, Metchnikoff pensa que le gros intestin, avec sa flore bactérienne si riche, pouvait être la source de l'intoxication progressive des « cellules nobles », à la déchéance desquelles notre savant persistait à attribuer la « vieillesse pathologique ». Et le voilà parti en lutte contre la putréfaction intestinale. Réalisons l'asepsie intestinale et notre vieillesse, d'ordinaire « pathologique », cédera le pas aussitôt à une vieillesse normale, harmonieuse, bref « physiologique » — qui

pourra, suivant son idiosyncrasie, sinon faire de chacun de nous l'émule de Thomas Parr (et, après tout, pourquoi pas?), du moins nous donner quelque chance d'accroître le nombre des « 213 centenaires français » de la statistique de Doyen. Mais

alors, quelle que soit l'augmentation des Français centenaires sur cette base de 213 pour 40 millions de natifs, quelle sera la longévité bulgare fondée sur 3 898 centenaires pour 2 millions d'âmes?

Mais, justement, ces disproportions qui s'expliquent à l'état naturel parce que la Bulgarie est le pays où se consomme le plus de laitages fermentés, notamment le célèbre « yaourt », nous livrent *ipso facto* l'aseptique recherché par Metchnikoff : le « ferment lactique », qu'il intitula d'ailleurs, bravement : *ferment bulgare*. La putréfaction se fait en milieu alcalin. *L'acide lactique* la contrarie. Donc, aseptisons notre colon avec des ferments lactiques.

Tel est, en somme, l'aboutissement bien empirique, encore que peu négligeable, des travaux laborieux conduits par un savant russe à l'Institut Pasteur parisien : il confirmait la sagesse alimentaire d'une nation slave, à laquelle s'adjoignent (voyez la statistique ci-dessus) toutes ses voisines des Balkans. C'était là, somme toute, la glorification scientifique des mœurs bucoliques méditerranéennes, et la condamnation du rostbeef dont se nourrit l'industrielle et navigatrice Albion, mais qui ne réussit pas à conduire normalement plus de 93 Anglais au delà de cent ans.

La lutte contre le vieillissement primaire

Si nous supposons que nous savons tirer de l'organisme humain tout le rendement dont il est naturellement capable, nous devons entreprendre la lutte contre le vieillissement primaire. Le temps biologique, mesuré par la vitesse de cicatrisation, par exemple, est-il inexorablement lié au temps physique et sommes-nous aussi

impuissants à modifier la vitesse de vieillissement naturelle que la vitesse de désintégration du radium? Ici encore, un certain nombre d'expériences effectuées sur les animaux inférieurs nous montrent qu'il n'en est rien.

Nous pouvons d'abord, en modifiant le milieu dans lequel se développent certains êtres vivants, allonger ou raccourcir dans de larges proportions la durée de leur vie.

Le moyen le plus commode qui s'offre à l'expérimentation est de modifier la température de ce milieu. Loeb a constaté que la durée moyenne



FIG. 6. — RAT MALE RAJEUNI PAR LA LIGATURE DES CANAUX DÉFÉRENTS (STEINACH)

A gauche, le rat avant l'intervention; le signe le plus apparent de sa sénilité est la chute des poils. A droite, le rat ayant subi l'opération. Son poil est redevenu lisse et fourni. En même temps, on assiste à une modification totale de l'activité du rat, qui en toutes circonstances se comporte comme un animal jeune. Ce rajeunissement est d'ailleurs provisoire, et la sénilité reparait, mais peut être de nouveau effacée par une greffe testiculaire. Le record de la longévité a été réalisé au moyen de trois rajeunissements successifs obtenus, les deux premiers par la ligature du canal déférent d'un testicule, le troisième par une greffe. On a ainsi prolongé de dix mois la vie d'un rat, soit du tiers de sa durée de vie normale.

de la vie de la mouche *Drosophila* (mesurée entre l'éclosion et la mort) passait de 21 jours à 30° C à 54 jours à 20° C, et à 177 jours à 10° C. La vie de la mouche est donc accélérée par l'élévation de température. Et, chose remarquable, elle l'est dans le même rapport que la plupart des réactions chimiques qui ont lieu dans les mêmes limites de température. Des résultats analogues ont été obtenus avec la croissance des têtards. Malheureusement, ce moyen d'allonger la vie n'est pas applicable aux animaux dits « à sang chaud », c'est-à-dire qui sont capables de maintenir leur corps à une température sensiblement constante dans de larges limites de température du milieu où ils vivent. Et puis, on peut se demander où serait le gain réalisé en étirant ainsi dans le rapport de 1 à 8 la durée de la vie. Car dans la réaction chimique que nous accélérons ou que nous retardons, en définitive c'est la même quantité de matière qui est transformée; il est permis de croire que ce que notre vie gagnerait en durée elle le perdrait en intensité.

Un autre moyen employé est la production de conditions défavorables au développement de l'être vivant. L'exemple de la claveline (fig. 3) est classique.

Un résultat analogue est obtenu avec certains plathelminthes ou vers plats que l'on fait jeûner. Ceux-ci peuvent, pendant plusieurs mois, vivre aux dépens de leurs propres tissus, en réduisant constamment leur taille. Vient-on à les alimenter de nouveau, ils recommencent à se développer et atteignent de nouveau leur taille primitive. Chose remarquable, cette réduction de la taille s'accompagne d'un véritable rajeunissement. On est parvenu, en effet, par l'alternance des périodes de jeûnes et des périodes d'alimentation, à maintenir les vers dans d'étroites limites de taille, et ces vers ont continué à vivre bien au delà des limites normales de l'espèce, pendant un temps correspondant à dix-neuf générations. L'expérience aurait pu, semble-t-il, être prolongée indéfiniment. Le temps biologique de ces animaux peut donc être arrêté à volonté et même renversé.

Ici encore cette méthode du jeûne ne peut pas être appliquée à l'homme qui possède à un degré moindre la faculté de vivre aux dépens de ses propres tissus.

Enfin, nous citerons un dernier moyen d'agir sur le développement et sur le vieillissement d'un individu. Le têtard, cette fois encore, fera les frais de l'expérience. Il suffit, pour brusquer sa métamorphose en grenouille, de nourrir le têtard de glande thyroïde de mouton ou de bœuf. Quel que soit son âge, il commence alors sa métamorphose au bout de huit à dix jours, sauf s'il est encore trop petit, auquel cas il essaie de réaliser la transformation et meurt sans pouvoir y parvenir. On arrive ainsi à obtenir des grenouilles adultes qui ne sont pas plus grosses qu'une mouche. Si, au contraire, on réalise de bonne heure l'ablation du corps thyroïde du têtard, ce qui constitue une prouesse chirurgicale, celui-ci continue à se développer jusqu'à atteindre une taille double ou triple de ceux que l'on trouve dans la nature et parvient presque à la maturité sexuelle sans pouvoir effectuer la métamorphose qui le mettrait en possession de ses membres.

Nous entrevoyons donc la possibilité de régler le rythme du vieillissement d'un être vivant en agissant sur certaines de ses glandes endocrines. Les seuls essais de rajeunissement qui ont abouti à des résultats pratiques se sont adressés au fonctionnement des glandes endocrines dont l'entrée en activité caractérise l'âge adulte, âge que l'homme tient à garder le plus longtemps possible; ce sont les glandes sexuelles.

C'est, en effet, dans ce sens qu'ont travaillé, en premier lieu, Brown-Sequard, voilà trois quarts de siècle, et le docteur Serge Voronoff, en ces dernières années. Brown-Sequard injectait à ses sujets (à commencer par lui-même) des extraits de glandes sexuelles. Quant à Voronoff, c'est par greffes de glandes sexuelles qu'il procède. Mais entre ce début, qui ne fut pas une réussite complète, et ce terme actuel de la recherche, qui n'est qu'un demi-succès, il y eut tout une suite de travaux ininterrompus dont le résultat le plus clair fut d'ordre scientifique plus que pratique, à savoir la mise en évidence du rôle fondamental des sécrétions glandulaires « internes » — de l'endocrinologie — autant dans la croissance harmonieuse du corps que dans le maintien de ses fonctions.

Depuis la minuscule glande hypophyse située au milieu du cerveau, jusqu'aux glandes sexuelles placées, si l'on peut dire, à l'autre extrémité du système nerveux, en passant par la thyroïde, le thymus, le foie, le pancréas, les surrénales, pour ne citer que les plus éminentes, toutes nos glandes sont interdépendantes. Leur responsabilité dans un équilibre physiologique est donc collective, et le succès des tentatives de rajeunissement ne sera complet que lorsque nous aurons appris à les contrôler toutes.

Le rajeunissement par « opothérapie » et par greffes glandulaires

On s'explique dès lors la relativité des succès obtenus soit par la méthode qu'inaugura Brown-Sequard d'injection des sécrétions glandulaires, soit par la méthode des partisans de la greffe.

La greffe, du reste, se ramène pour l'instant à l'injection indirecte de l'hormone sexuelle, puisque ni le « greffon » emprunté par Voronoff aux singes anthropoïdes ni, moins encore, les greffons du lapin utilisés par Dutigues et Kfoury (1) ne « prennent » sur l'homme. C'est la résorption progressive des tissus les constituant qui fournit sans doute le « rajeunissement », indiscutable encore que provisoire, consécutif à ces interventions.

L'hormone virilisante est-elle fournie par le tissu « interstitiel », le seul responsable apparemment de la sécrétion interne, ou bien le compartiment « sécrétion externe » de la glande intervient-il lui aussi? Il y a là des inconnues physiologiques dont la discussion nous entraînerait assez loin. Notons seulement que Scharp, opérant, en 1889, la stérilisation légale des condamnés de droit commun de l'Etat de Michigan, et procédant par ligature des canaux afférents, constata sur 246 cas une amélioration physique des opérés. Steinach obtint un rajeunissement encore plus net en pratiquant la même opération sur des rats âgés (fig. 6). Ici, la sécrétion « externe » (séminal) avait été « intériorisée »! Et ceci, qui est le contraire d'une greffe, nous montre combien le problème demeure complexe, après un demi-siècle de pratique expérimentale, que ce soit dans le sens de l'opothérapie, selon Brown-Sequard, ou que ce soit dans le sens de la greffe.

Les greffes de glandes sexuelles n'ont pleinement réussi que chez les animaux. Là, le matériel expérimental n'offre aucune rareté : greffons et sujets peuvent être de même espèce. « L'homogreffe » pratiquée sur des oiseaux par Pézard et Champy en France, par Zavadovsky en Russie, a, par contre, donné lieu à de véritables miracles de rajeunissement. Mais si le « greffé » peut se réjouir, la fourniture du greffon constitue une malédiction évidente. C'est pourquoi l'on n'est pas près de trouver le matériel, nécessairement bienveillant, qu'exigerait « l'homogreffe » humaine. La synthèse chimique des hormones sexuelles évitera d'ailleurs peut-être un jour de recourir à l'intervention chirurgicale.

Jean LABADIÉ.

(1) Voir *La Science et la Vie*, no 214, avril 1935.

LA GRANDE INCONNUE DE L'EXTRÊME-ORIENT : L'ARMÉE JAPONAISE

par François COURTIN

L'empire nippon, qui compte aujourd'hui 105 millions d'habitants et dont les sujets sont astreints depuis 1873 au service personnel obligatoire, a dû à sa situation insulaire de pouvoir faire pendant de longues années l'économie d'une armée nombreuse. Il n'incorporait, jusqu'à ces derniers temps, que les effectifs suffisant aux opérations extérieures que son expansion rendait nécessaires. Son armée a cependant contribué autant que sa flotte à le classer parmi les grandes puissances modernes, par une série de guerres victorieuses, guerre de Chine (1894-1895), guerre russo-japonaise (1904-1905). La seconde guerre de Chine et l'aggravation du conflit d'intérêts, qui opposait le Japon aux puissances anglo-saxonnes, ont amené le Japon à augmenter, depuis 1939, ses effectifs d'une façon considérable, en même temps que sa puissante industrie lui permettait de se rendre indépendant des pays occidentaux au point de vue de leur équipement. Le secret militaire est si bien gardé au Japon que la force réelle de son armée, qui, depuis le 7 décembre, a entrepris de réaliser ses vastes ambitions territoriales, est demeurée une énigme au même titre que la puissance de la flotte et de l'aviation japonaises.

DANS sa forme actuelle, l'armée japonaise est de création relativement récente : elle date des dernières années du Second Empire français. A cette époque, le gouvernement nippon demanda à l'empereur Napoléon III de lui envoyer les instructeurs nécessaires à la formation et à l'entraînement d'une armée constituée à l'euro-péenne. Les revers de 1870-71 n'altérèrent pas la confiance que le Mikado avait mise dans les instructeurs français de ses troupes ; dès 1872, de nouveaux professeurs ès sciences militaires quittèrent la France pour le Japon et, l'année suivante, fut promulguée au Japon la première loi de recrutement. Elle instituait la conscription et était calquée sur la loi française de 1872. L'influence française demeura prépondérante jusque vers 1889.

Depuis, le Japon a surtout détaché des officiers en Europe pour suivre les cours des écoles militaires des principales puissances, en France et en Allemagne notamment. Beaucoup même y ont accompli des stages prolongés dans les corps de troupes.

Comment est recrutée l'armée japonaise ?

En vertu de la loi sur le recrutement de 1873, complétée et modifiée à diverses reprises, tout Japonais doit le service personnel entre 17 et 40 ans.

Le contingent, incorporé chaque année, appartient d'abord à l'armée active. Le soldat nippon passe ensuite dans la première réserve de l'armée active, puis dans la seconde réserve ;

il achève enfin ses obligations militaires dans les rangs de l'armée territoriale.

En fait, le rendement du contingent annuel dépasse de beaucoup les besoins nécessaires à l'entretien de l'effectif budgétaire, et il a été possible de prévoir des atténuations aux rigueurs de la loi militaire.

La totalité du contingent n'est donc pas incorporée dans l'armée active, une grande proportion des hommes classés « absolument bons » ou « bons » est affectée directement à la réserve de recrutement qui constitue une sorte de milice. Les recrues, versées dans la milice, ne sont astreintes qu'à quelques semaines d'instruction. Au même âge que leurs camarades provenant de l'armée active, elles passent dans le premier ban de l'armée territoriale.

Le deuxième ban de l'armée territoriale comprend, d'une façon générale, tous les hommes de 17 à 40 ans n'ayant pas encore été appelés ou n'ayant pas fait de service, notamment les soutiens de famille ou encore les recrues qui, à 21 ans, ne réunissaient pas les conditions de force et de santé suffisantes.

Le système de la loi militaire japonaise est donc très élastique : il permet d'incorporer, quand nécessaire, de très gros effectifs ou, au contraire, de n'en conserver que d'assez faibles, lorsque les conditions de temps de paix le permettent. A noter dans le contingent annuel une catégorie spéciale, celle des « volontaires d'un an », engagés provenant des élèves des écoles secondaires et autres établissements similaires parmi lesquels sont recrutés les officiers de réserve. C'est l'ancien système

forte natalité du Japon et ses besoins relativement limités ont permis jusqu'ici aux autorités militaires de n'incorporer qu'une faible proportion des effectifs disponibles.

Sans qu'on puisse garantir la valeur de ces chiffres, on évalue couramment à quelque 2 000 000 d'hommes les effectifs de l'armée japonaise telle qu'elle se trouvait, mobilisée « partiellement » il y a quelques mois pour faire face aux différents besoins nés des opérations en cours en Chine et de l'obligation d'entretenir des forces assez importantes sur les confins de la Mongolie et de l'Est-Asiatique russe. 1 000 000 d'hommes seraient en Chine, 500 000 en Mandchourie. Si l'on tient compte que les divisions organiques et les formations du temps de paix représentent, une fois portées sur le pied de guerre, 700 000 hommes environ, services compris, on voit que les Japonais avaient dû tripler le nombre de leurs unités et de leurs formations de base. Il est difficile d'évaluer dans quelle proportion ces chiffres ont été augmentés pour faire face au nouveau conflit.

L'organisation territoriale de l'armée japonaise

Les troupes japonaises sont groupées normalement en commandements comprenant plusieurs divisions, et le territoire nippon est divisé en circonscriptions, correspondant chacune à une division active. Au contraire, les troupes spéciales sont réparties sur la totalité du territoire nippon.

Bien que cette organisation implique — a priori — une très grande idée de stabilité, le nombre des divisions actives existant en temps de paix n'est pas toujours demeuré immuable. Il était de 12, plus une division de la Garde (recrutée sur l'ensemble du territoire) au moment de la guerre russo-japonaise. Il y en avait 21 il y a une quinzaine d'années et, à la veille de la guerre actuelle, il existait, en 1939, 14 zones divisionnaires, non compris les territoires de la Corée, de Sakhaline et de l'île de Formose.

Chacune de ces 14 circonscriptions japonaises dispose des éléments voulus pour former directement, au moyen de ses ressources en hommes et de sa première réserve, une au moins et souvent deux autres divisions. Il s'y ajoute, encore, les formations de deuxième réserve. En principe, une brigade ou une division de deuxième réserve au moins peuvent être formées par chaque circonscription territoriale.

Le dernier établissement normal connu de l'armée japonaise comprenait ainsi 17 divisions actives organiques, dont une de la Garde et 2 stationnées en Corée; en outre, 5 brigades d'infanterie : 1 à Formose et 4 spécialisées dans la protection des voies ferrées de Mandchourie. A ces formations, s'ajoutaient, bien entendu, des éléments non endivisionnés de cavalerie, d'artillerie et d'armes spéciales.

La division japonaise : division lourde et division légère

Récemment encore, le commandement japonais n'avait toujours pas adopté, pour la cons-

titution des divisions, le système « ternaire » qui était, en 1917, celui de la France et de l'Allemagne et qui s'est pratiquement étendu, depuis, à toutes les grandes armées européennes. Les divisions japonaises avaient conservé la composition, si longtemps classique, de deux brigades de deux régiments d'infanterie à trois bataillons chacun, un régiment de cavalerie à trois escadrons, un régiment divisionnaire d'artillerie (36 pièces de 75 mm, 12 obusiers de 105 mm), un bataillon de génie. On y avait ajouté, depuis quelques années, un détachement de chars, une compagnie de transmission et un détachement de transport automobile. Au total, chaque division comprenait 17 à 18 000 hommes sur le pied de guerre avec une dota-

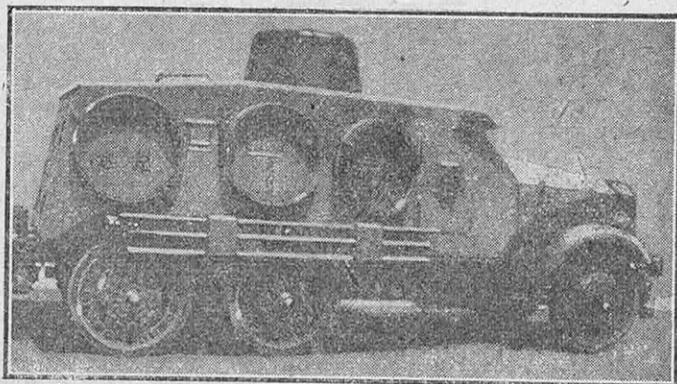


FIG. 2. — CAMION BLINDÉ SUMIDA M 2593 (1933)
T W 14796

Ce camion blindé à six roues peut indifféremment se déplacer sur route ou sur voie ferrée. Pour passer de l'un à l'autre de ces modes de locomotion, il suffit de changer les jantes des roues et d'y adapter tantôt des bandages métalliques (qu'on voit ici fixés sur les côtés du camion) et tantôt un bandage de caoutchouc. Cette voiture de 7 tonnes est montée par six hommes et son armement comporte une mitrailleuse de tourelle. Sept fentes ménagées dans les superstructures permettent le tir des fusils. La vitesse de cet engin est de 40 km/h sur route et de 60 km/h sur voie ferrée.

tion d'armes automatiques comportant 462 mitrailleuses légères et 153 mitrailleuses lourdes.

Différents essais ont, cependant, été faits, ces dernières années, de formations de caractère plus moderne : c'est-à-dire qu'une « division légère » motorisée, destinée à des missions de reconnaissance et de sûreté a été expérimentée : elle comprenait deux régiments d'infanterie (2 080 hommes), avec chacun 1 600 fusils automatiques, 48 mitrailleuses lourdes, 12 mitrailleuses anti-chars et 6 mortiers de 80 mm, un troisième régiment d'infanterie motomécanisé (un bataillon de chars, un bataillon motorisé, un bataillon d'infanterie légère; ensemble : 1 680 hommes, 30 chars, 12 autos blindées, 4 mortiers), un régiment d'artillerie (9 batteries) et des services; au total : 10 500 hommes.

Les troupes non endivisionnées et les armes spéciales

Organiquement, il existe encore quatre brigades de cavalerie « indépendante » ou « stratégique » par opposition à la cavalerie « divisionnaire » dite « tactique ». Chacune de ces brigades comporte deux régiments à cinq escadrons, un groupe d'artillerie à cheval, un détachement d'autos blindés, un détachement de liaison et des services.

Indépendamment des régiments divisionnaires et d'artillerie à cheval, l'artillerie comprend de

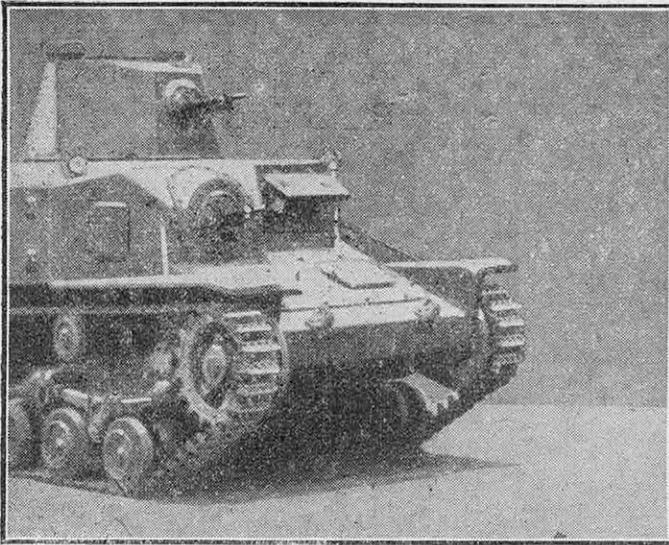


FIG. 3. — CHAR LÉGER M 2593 (1933) DE 7 TONNES

Ce char, qui a déjà pris part à toutes les opérations depuis la campagne du Jehol, est armé de deux mitrailleuses dont une de tourelle. Son équipage est de trois hommes. Un moteur de 85 ch lui permet d'atteindre la vitesse de 45 km/h et de gravir des pentes de 42°.

nombreuses autres unités toutes susceptibles d'essaimer des formations de réserve. Ce sont : quatre régiments d'artillerie de montagne à six ou neuf batteries, neuf régiments d'artillerie lourde de campagne, cinq autres formant vingt-trois groupes d'artillerie lourde, enfin quatre régiments et deux groupes de D.C.A., la batterie anti-avions comprenant quatre sections de deux pièces.

Quant aux chars, il en existait au moins trois régiments et six détachements d'autos blindées indépendants. Les modèles de chars les plus répandus semblent être les suivants :

- 1° le modèle 92 (1), char léger de 3 tonnes, armé d'une mitrailleuse et capable d'atteindre une vitesse de 50 km/h ;
- 2° le modèle 93 (fig. 3) ;
- 3° le modèle 94 (fig. 4).

Indépendamment des bataillons divisionnaires, le génie comprend trois régiments de transmissions et trois de chemin de fer (à trois bataillons chacun). Il n'existe pas de régiments de pontonniers, mais chaque bataillon divisionnaire dispose, comme matériel de pontage, d'un équipage hippomobile comprenant 16 pontons en fer qui permettent la construction de 155 m de pont de 2,5 tonnes, ou 125 m de 4 tonnes, ou 72 m de 8 tonnes, ou 54 m de 12 tonnes avec appareillage actionné à l'électricité, notamment des sonnettes. Il existe aussi des parcs d'armée avec le matériel nécessaire pour le passage des chars d'assaut du modèle le plus lourd.

(1) C'est-à-dire 2592 (1932), le calendrier japonais ayant pour origine la fondation de l'Empire nippon 660 ans avant J.-C.

L'armement des troupes japonaises

A l'exception de certaines unités, probablement dotées d'un nouveau fusil automatique, l'infanterie japonaise est armée de fusil à répétition, système Arisaka, modèle 1897, modifié en 1907 (calibre 6,5 mm), qui a fait ses preuves pendant la guerre russo-japonaise. C'est une arme du système Mauser classique, avec magasin pour 5 cartouches (longueur 1,29 m, poids sans baïonnette : 4,125 kg, culasse mobile du système à verrou avec rabattement sur le côté). Les unités d'infanterie possèdent aussi des grenades à main et à fusil (au moins six lance-grenades de 500 m de portée par compagnie), des mitrailleuses Hotchkiss lourdes et légères et, comme engins d'accompagnement, à l'échelon bataillon ou régiment, des canons de 37 mm (portée : 5 000 m, poids : 90 kg, projectile percutant, perforant ou fusant de 0,65 kg avec vitesse initiale de 450 m) et des mortiers de 70 mm, pesant 53 kg et lançant à 1 500 m des projectiles de 2,150 kg. On songeait à remplacer les 37 mm par un 57 mm anti-chars plus puissant et portant à 5 400 m, et le 70 mm par un mortier Stokes-Brandt de 81 mm, capable de lancer deux types de projectiles, un de 6,5 kg et un de 3,5 kg, respectivement, à 1 200 et 3 000 m. L'organisation prévue comportait une batterie par bataillon : 2 canons et 2 mortiers ; il était, en outre, question de doter chaque régiment d'infanterie d'une batterie d'accompagnement de 4 pièces légères de 75 mm, tirées chacune par deux chevaux (portée : 5 400 m et projectile de 5,8 kg). Il est possible que certains de ces nouveaux matériels soient en service dans une partie au moins des unités mobilisées.

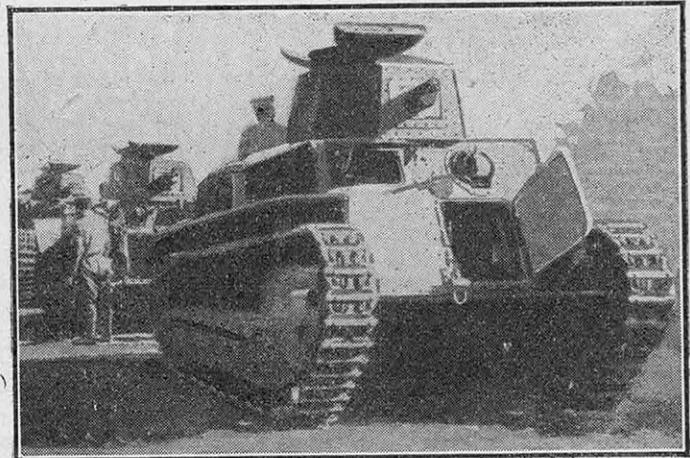


FIG. 4. — LE CHAR MOYEN M 94 (1934) DE 14 TONNES

Ses caractéristiques principales sont : équipage, cinq hommes ; armement, un canon de 37 mm de tourelle, une mitrailleuse de tourelle, une mitrailleuse de côté ; capacité de franchissement, 3,1 m sur 0,9 m d'épaisseur ; vitesse, 45 km/h. Il gravit des pentes de 40° grâce à son moteur de 160 ch.

La majorité des canons de campagne japonais sont toujours de 75 mm, modèles 1905 et 1907, dont le type d'origine fourni par Krupp a été modifié par le général Arisaka (fermeture de culasse à coin dans les types Krupp, et à vis conique dans le système Arisaka). Le canon recule sur un berceau et est ramené par un frein hydropneumatique. Modernisés (comme l'ont été les 75 mm français au cours de la guerre 1914-1918) par les arsenaux d'Osaka et de Nagoya, ces canons ont, maintenant, une portée d'environ 12 km au lieu de 8,5 km. Les batteries à cheval ont une pièce analogue (modèle 1909), mais d'un type plus léger (portée 8 300 m pour l'obus explosif).

L'artillerie divisionnaire japonaise comprend, depuis quelques années, un canon court très moderne, étudié et livré par Schneider. Pesant 1 930 kg, cette pièce du calibre 105 mm, à charges multiples, peut lancer à 12 km et à une vitesse initiale maximum de 550 m un obus de 16 kg. Son champ de tir horizontal est de 54°; le champ vertical est de - 5° à + 65°. Quoique plus lourde, elle est comparable au 105 mm modèle 1935 de l'armée française.

Des canons Schneider (modèle 1911) et Krupp arment les batteries de montagne. Ces pièces démontables en six parties d'un poids d'une centaine de kg chacune, lancent à 6 500 m des obus de 5,5 kg à 6,4 kg.

L'artillerie lourde de campagne comprend des modèles assez divers, anciens, modernisés ou neufs; les obusiers de 150 mm tirent à des distances de 10 à 12 km suivant les modèles; quant aux canons de 105 mm, il existe, d'une part, une pièce de 30 calibres, modèle 1905, système Arisaka (bouclier, recul sur berceau, portée : 12 000 m) et, d'autre part, un 105 mm modèle 1930, avec affût à flèche ouvrante (longueur 40 calibres), portant à un peu plus de 18 km. En outre, les régiments lourds japonais possèdent un ensemble de pièces puissantes, calibres de 105 mm à 410 mm.

Les canons de D.C.A. les plus récents sont, autant qu'on puisse le savoir : un 75 mm tirant à 9 500 m (portée verticale) ou 14 000 (portée horizontale), capable de tirer 25 coups par minute et un 105 mm ayant 12 000 m de portée verticale et 17 000 m de portée horizontale (vitesse de tir : 15 coups à la minute). L'une et l'autre pièce ont le même secteur horizontal (360°) et vertical (85°).

La motorisation de l'artillerie japonaise était activement poussée, ces dernières années.

La conception fondamentale de l'utilisation de l'artillerie repose dans l'armée japonaise sur l'emploi en masse, sous la direction du commandant de l'artillerie divisionnaire qui doit s'efforcer de répartir concrètement les objectifs

entre ses groupes, en fonction de la direction de l'effort principal, et qui ne doit pas se contenter d'une simple désignation générale de mission. Les tirs de préparation sont intenses, mais courts; ils visent à neutraliser la défense adverse et ses flanquements, plutôt qu'à détruire les obstacles matériels. On n'ignore pas que la destruction des obstacles par l'artillerie demande des quantités considérables de muni-



FIG. 5. — SOLDATS JAPONAIS SERVANT UNE PIÈCE DE CAMPAGNE DE 75 MM DE TYPE RÉCENT

tions; or, leur transport présente toujours de grandes difficultés dans des terrains aussi accidentés et dans des zones d'opérations aussi étendues que ceux où opère l'armée japonaise.

Nous ne parlerons pas ici de l'aviation qui a fait l'objet d'une étude particulière dans cette revue (1). Il faut remarquer, cependant, que l'aviation ne constitue pas au Japon une armée indépendante comme en France, en Allemagne ou en Angleterre. On évaluait à 1 500 le nombre des pilotes disponibles en 1939.

La valeur du soldat japonais

Des notes, même sommaires, sur l'armée japonaise, ne seraient pas complètes sans un rappel des qualités militaires du soldat nippon. Les observateurs sont d'accord pour penser que les troupes japonaises témoignent toujours de ces mêmes qualités de bravoure, d'endurance et de sobriété qui avaient été si remarquées pendant la dure campagne de la guerre russo-japonaise. Sans exagérer la valeur des cadres (2) comme certains enthousiastes l'avaient fait alors, il est incontestable que l'éducation et l'instruction des officiers, aussi bien que celles de la troupe, sont très soignées. Le peuple japonais, d'un naturel très patriote et qui a toujours été préparé à l'idée de guerres dures et difficiles, s'y lance avec un fanatisme et un esprit de stricte discipline qui permettent d'exiger des hommes des efforts et une ténacité extrêmes.

François COURTIN.

(1) Voir : « L'aviation japonaise » dans *La Science et la Vie* no 292 (décembre 1941).

(2) Les officiers japonais proviennent de l'école militaire de Tokio (une seule école pour toutes les armes) où ils sont admis au sortir des écoles de cadets ou comme sous-officiers au sortir d'un régiment.

LES LIVRES A MÉDITER

« CHASSEURS DU CIEL » (1)

DANS la littérature de guerre, aujourd'hui aussi nombreuse que la qualité en est variée, le lecteur qui s'intéresse à l'aviation fera une place à part au témoignage du capitaine Accart.

Par la plume de celui qui en fut le commandant, de septembre 1939 jusqu'au jour où une blessure grave l'obligea à la quitter, le 1^{er} juin 1940, « Chasseurs du Ciel » relate au jour le jour la vie et les combats d'une des plus glorieuses escadrilles dont puisse s'enorgueillir l'aviation de chasse française : la 1/5, ancienne « Spa 67 ». Elle a totalisé 71 victoires, plaçant ainsi son groupe en tête des groupes de chasse, avec 111 victoires, dont 85 homologuées. Cinq de ses pilotes figurent dans la liste des onze as ayant totalisé plus de dix victoires en six semaines, dont le lieutenant Marin la Meslée, qui succéda, le 1^{er} juin, à son chef et tient la tête avec 15 victoires homologuées, et le capitaine Accart lui-même, second de la liste avec 12.

On va juger quelques-uns des principaux responsables d'un des effondrements militaires les plus complets que l'on ait connus, où notre carence aérienne aura tenu une large place. Les responsabilités collectives échappent à cette procédure; elles seront fixées par l'Histoire, et il est certainement trop tôt pour se livrer à leur recherche. Nous croyons du moins que le personnel de la chasse française n'a eu, dans la préparation de la guerre comme dans son exécution, rien à se reprocher; nous espérons que ce livre en convaincra le lecteur.

Soixante et onze victoires en six semaines, payées d'une seule mort, on trouvera peut-être que c'est de la chance. Assurément, la 1/5 a eu la chance de se trouver engagée dès le 10 mai sur la Meuse, d'intercepter le 1^{er} juin les bombar-

dières allemands retour de la vallée du Rhône, le 3 juin l'expédition retour de Paris. Mais le capitaine Accart a certainement aidé cette chance. Pour ne mentionner que la rencontre où il fut descendu, c'est pour ne pas avoir voulu rentrer bredouille d'une interception de bombardiers signalés dans la région de Bourges que la patrouille qu'il commandait arriva à temps, après un ravitaillement en essence à Dijon, pour rencontrer dans le Jura quelques-uns des quarante bombardiers allemands rentrant de la vallée du Rhône.

Soixante et onze victoires en six semaines, ce ne sont pas seulement quelques balles heureuses, car la loi des grands nombres joue bien avant que soient atteints de tels chiffres. Ce sont, en temps de paix, des années d'entraînement patient où l'on parvient à tirer de plus en plus juste, après une manœuvre sur rayon de plus en plus court. Ce sont, en temps de guerre, des mois de longues séances, entre 7 000 et 9 000 m, où l'escadrille perd deux pilotes par défaillance en vol à cette altitude. Ce sont, enfin, des semaines de missions où l'on aura dépensé son approvisionnement de munitions au compte-gouttes, en ne tirant à chaque passe que le strict indispensable, en multipliant les passes au milieu des Do-17, des He-111 et des Me-110. Même non blindé, l'adversaire était déjà coriace; il ne suffisait pas de vider ses bandes dans le fuselage ou la voilure; il fallait viser obstinément un moteur jusqu'à le mettre hors de service, s'attaquer ensuite à l'autre. Les 71 victoires en six semaines sont la récompense de ce que Pierre Hamp appelait, à propos de la défense des Thermopyles, « l'expression militaire de la conscience professionnelle ».

La 1/5, avec ses Curtiss, avait-elle le matériel le plus convenable à l'exécution de cette mission? Il manquait de vitesse, et bien des adversaires

touchés ont pu rentrer dans leurs lignes, qui ne les auraient pas rejointes s'ils avaient été poursuivis par un chasseur de la classe du Me-109 ou du « Spitfire ». Il n'avait que des mitrailleuses : « Si seulement, écrit le capitaine Accart, comme le Me-110, ou les Bloch, les Morane et les Dewoitine, nous avions eu des canons, je suis persuadé... » On voit ses malheurs, on ne soupçonne pas ceux des autres. Le Curtiss 151 n'était assurément pas, en mai 1940, ce qu'on pouvait rêver de plus moderne comme avion de chasse. C'était un appareil « pour l'exportation », celui que le constructeur était autorisé à vendre aux pays qui n'avaient pas les moyens de s'offrir une industrie aéronautique nationale, et qu'il nous avait bien fallu commander après des années de tergiversations, en attendant que la nôtre fût en état de sortir un avion de chasse « moderne ». Le client ne pouvait donc espérer ni le moteur Curtiss V qui donne au Curtiss P-40 ses 640 km/h, ni les dernières mitrailleuses de 12,7 mm ou canons automatiques américains qui, paraît-il, dépassent toutes les réalisations similaires; il ne bénéficiait pas davantage de la double expérience militaire et technique des services qui auraient pu guider le constructeur de leurs conseils ou de leurs exigences. Le client était, en somme, dans la situation de celui qui achète une mitrailleuse chez Madsen ou un camion chez Ford. En a-t-il donc été beaucoup plus mal servi? Peut-être qu'après réflexion le capitaine Accart concéderait-il que les quelques centaines de millions versés à Curtiss n'ont pas été parmi les plus mal employés.

Camille ROUGERON.

(1) « Chasseurs du Ciel », par le capitaine Accart. Prix franco : 23 fr. 50.

CHEZ LES ÉDITEURS (1)

DE LA CARBONISATION AUX CARBURANTS D'AVIATION. Tome II : La cokerie et l'usine à gaz modernes, par *Ch. Berthelot*.
Prix franco : 172 fr. 50.

Le tome I de cet important ouvrage était consacré au pétrole et à ses succédanés : schistes bitumineux, lignites, gaz comprimés, bois, oléagineux, toutes questions d'importance primordiale pour notre économie nationale. Le tome II touche des questions également au premier plan, car pour assurer la fabrication de

la fonte il faut carboniser la houille afin d'obtenir le coke nécessaire au service des hauts fourneaux.

La récupération et le traitement des sous-produits de la carbonisation de la houille (ammoniaque, goudron, benzol, soufre) ont donné lieu à des perfectionnements considérables exposés dans cet ouvrage qui constitue une mise au point remarquablement complète de cette technique de portée si générale.

LA TERRE ET SON HISTOIRE, par *Lucien Rudaux*. Prix franco : 15 fr. 50.

Ce petit ouvrage appartient à la nouvelle collection encyclopédique « Que sais-je ». Il rassemble, à l'usage du pro-

fane et sous une forme très élémentaire, nos principales connaissances sur la forme de notre globe, la mesure de ses dimensions, les éléments qui le constituent. On y trouve exposées, au moins dans leur principe, les hypothèses modernes sur le volcanisme et les séismes, ainsi que sur l'évolution du relief et la formation des différentes couches géologiques. La science moderne dispose d'un certain nombre de repères pour évaluer à quelques centaines de millions d'années près l'âge de la Terre. De même, elle nous laisse entrevoir ce que pourront être les conditions physiques à la surface du globe vieilli et décrépi dans un avenir encore très lointain.

(1) Les ouvrages annoncés peuvent être adressés par la *Science et la Vie* au reçu de la somme correspondant au prix indiqué. Un délai est à prévoir pour les volumes en provenance de la zone occupée.

« La Science et la Vie », magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la vie moderne, rédigé et illustré pour être compris de tous. Rédaction, Administration, Publicité : actuellement, 22, rue Lafayette, Toulouse. Chèque postal : numéro 184.05 Toulouse. Téléphone : 230-27.

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. *Copyright by « La Science et la Vie »*, Janvier mil neuf cent quarante-deux. Registre du Comm. : Seine 116-654.
Abonnements : France et Colonies, un an : soixante francs ; six mois : trente-deux francs.

BULLETIN D'ABONNEMENT (203)

Nom (en majuscules) et prénoms :

Adresse :

Déclare m'abonner pour { un an, au prix de
6 mois,

(tarif ci-contre) que je vous adresse par Chèque postal 184.05 Toulouse. Le premier numéro à envoyer sera le n°

TARIF DES ABONNEMENTS A " LA SCIENCE ET LA VIE "

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	1 an.....	60 fr.
chis.....	6 mois.....	32 fr.
Envois recommandés.....	1 an.....	75 fr.
—	6 mois.....	40 fr.

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : *Australie, Chine, Danemark, États-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Îles Philippines, Irlande, Islande, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Rhodésie :*

Envois simplement affran-	1 an.....	120 fr.
chis.....	6 mois.....	65 fr.
Envois recommandés.....	1 an.....	150 fr.
—	6 mois.....	80 fr.

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	1 an.....	100 fr.
chis.....	6 mois.....	55 fr.
Envois recommandés.....	1 an.....	130 fr.
—	6 mois.....	70 fr.

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats-cartes ou chèques postaux de préférence. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 2 francs en timbres-poste.

" LA SCIENCE ET LA VIE "

Rédaction et Administration : actuellement : 22, rue Lafayette, Toulouse (H.-G.)
Chèques Postaux : Toulouse 184.05

(Aucun envoi n'est fait contre remboursement)

Pour bêcher plus vite, plus
profond, sans effort :

PALETTE
“Rend-Fort”

Brevetée S. G. D. G.

Médaille d'argent et diplôme du
Ministre de la Production Industrielle et
du Travail au concours d'inventions
de la Foire de Lyon 1941.

*Cette palette s'adapte à tous les ou-
tils à bêcher et convient pour arracher
betteraves, pommes de terre,
etc... S'adapte aussi au pic de ter-
rassier. Dure autant que la bêche.*

Prix pour bêche. 13 francs
— fourche
à bêcher..... 16 —

Adresse :

FARCAT à LATRONCHE (Isère)

A nos lecteurs

*Nous disposons actuellement, mais
en nombre limité, de tous les numé-
ros de “la Science et la Vie” parus
jusqu'à ce jour, à l'exception des numé-
ros : 4, 5, 10, 12, 18, 19, 1, 27,
104, 107, 108, 109, 110, 111,
112, 269, 274.*

Prix : 6 fr par exemplaire;
12 fr pour les numéros spéciaux :
114, 258, 280, 284, 292.

Port : 0 fr 50 par exemplaire

Nous pouvons, également, fournir :

La reliure des tomes I à LVI (Avril 1913
à Décembre 1939); **15 fr** par tome, franco;

**Les tables des matières semes-
trielles** (Années 1939, 1940, 1941) :
3 fr 50 par table.

Verser le montant de la commande à notre
compte de chèques post. 184.05 Toulouse
(*Doubler les prix pour l'Étranger*)

1 gagnant
sur
15

donc, un minimum de risques pour un maximum de chances

AVEC UN BILLET
DE LA

LOTÉRIE NATIONALE

D 34



LE DESSIN FACILE

MÉTHODE NOUVELLE PAR CORRESPONDANCE
CRÉÉE PAR **MARC SAUREL**
fera de vous en quelques mois
un excellent dessinateur !...

PRIX ACCESSIBLES A TOUS

Brochure illustrée GRATUITE

"LE DESSIN FACILE" Serv. S.V. 7 BANDOL (Var)
Siège Social à Paris : 17, Rue Lauriston XVI^e me

INVENTEURS
Pour savoir comment protéger
vos inventions et comment en
tirer parti

L I S E Z

LE MANUEL-GUIDE
DE
L'INVENTEUR

Qui vous sera adressé gratuitement
sur demande par carte interzone à

H. BOETTCHER Fils
L'ignieur-co seil
pour Brevets d'invention en tous pays
Cabine fondé en 1876

23, rue La Boétie - PARIS (8^e)

Des billets de banque
qui rapportent :

LES BONS DU TRÉSOR

LEURS AVANTAGES :

■ **INTÉRÊT PAYÉ D'AVANCE**

Exemple : S'il s'agit d'un Bon du Trésor de 1 000 francs à 2 ans, l'acquéreur ne doit verser que 945 francs. La différence de 55 francs représente l'intérêt de 2,75 %, qu'il encaisse à l'instant même où il prend son Bon.

■ **EXEMPTION DE TOUT IMPÔT**

Les revenus des Bons du Trésor sont affranchis de tout impôt. Leurs bénéficiaires ne subissent donc :

- Ni impôt cédulaire sur les valeurs mobilières (25 %);
- Ni surtaxe exceptionnelle (5 %);
- Ni impôt général sur le revenu;
- Ni droit de transmission;
- Ni frais d'aucune sorte.

Ils n'ont pas à faire mention de ces revenus dans leur déclaration.

■ **FACILITÉS DE REMBOURSEMENT**

L'argent placé en Bons du Trésor n'est pas immobilisé, car il peut être transformé en billets de banque dès qu'on en a besoin (escompte ou avances par la Banque de France).

■ **AUCUNE FORMALITÉ**

Pour souscrire, vous n'avez à remplir aucune formalité, pas même à donner votre nom. Aucune formalité non plus pour obtenir le remboursement.

■ **OU TROUVER LES BONS ?**

Dans les Caisses publiques, les Bureaux de poste et les Banques, chez les Agents de change et les Notaires; auprès des Caisses d'épargne.



Les Bons du Trésor constituent un placement avantageux. Souscrire, c'est donc faire de son argent l'emploi le plus profitable, en même temps que travailler au relèvement du pays.

NITROLAC

LA GRANDE MARQUE DE PEINTURE



Des millions
de
mètres carrés
de références

