

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](http://cnum.cnam.fr))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment possible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	À partir de février 1943, le titre devient "Science et Vie". La bibliothèque du Cnam ne possède pas de collection, la numérisation a été faite grâce au prêt de la collection privée de M. Pierre Cubaud.

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 67. n. 330. Mars 1945
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1945
Collation	1 vol. (II-p. 89-132-III-IV p.): ill. , couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 330
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.330

SCIENCE ET VIE

MARS 1945

N° 330

15 FRANCS



**VOTRE AVENIR
est dans
LA RADIO**

Inscrivez-vous à nos
cours du JOUR, du SOIR
ou par CORRESPONDANCE

ECOLE CENTRALE DE T.S.F.
12, Rue de la Lune - PARIS -
PUBLICITÉS RÉUNIES

COURS DE DESSIN ET DE PEINTURE PAR CORRESPONDANCE

MARC SAUREL qui, depuis 33 ans, enseigne le dessin par correspondance, n'a cessé de perfectionner ses méthodes. Son École du DESSIN FACILE, jeune, vivante, dynamique est l'aboutissement de sa longue expérience. Sa 3^e exposition annuelle à la Galerie Royale, où furent présentés 500 dessins et peintures d'élèves, vient de confirmer son éclatant succès, montrant que la personnalité de chacun est mise en valeur. En effet les corrections de devoirs et les conseils personnels donnés périodiquement à chaque élève confèrent au cours la valeur d'un véritable enseignement particulier.



"LE DESSIN FACILE" II, RUE KEPPLER - PARIS (16^e)

Pour les Adultes :

"LE DESSIN FACILE"

Croquis, paysage, portrait, caricature, nu académique, perspective, anatomie, etc...

"LA PEINTURE FACILE"

Techniques de l'aquarelle, de la gouache et de la peinture à l'huile.

Pour les enfants de 6 à 12 ans :

"JE DESSINE"

Petit Cours amusant et instructif en 10 leçons.

Autres cours techniques : DESSIN INDUSTRIEL, DESSIN ANIMÉ DE CINÉMA, DESSIN DE MODE, AFFICHE ET PUBLICITÉ, ILLUSTRATION POUR LIVRES ET JOURNAUX, DESSIN DE LETTRES.

Demandez la brochure qui vous intéresse en joignant 4 fr. 50 en timbres et le bon ci-contre.



Les cours par correspondance de L'ECOLE UNIVERSELLE

permettent à ses élèves d'effectuer le maximum de progrès dans le minimum de temps. Ceux de ces cours qui préparent aux examens et aux concours publics conduisent chaque année au succès plusieurs milliers d'élèves.

Vous pouvez faire CHEZ VOUS, QUELLE QUE SOIT VOTRE RÉSIDENCE, sans déplacement, sans abandonner l'emploi qui vous fait vivre, en utilisant simplement vos heures de loisirs, avec le MINIMUM DE DÉPENSES, quel que soit votre âge, en toute discrétion si vous le désirez, toutes les études que vous jugerez utiles pour compléter votre culture, pour obtenir un diplôme universitaire, pour vous faire une situation dans un ordre quelconque d'activité, pour améliorer la situation que vous pouvez déjà occuper ou pour changer totalement d'orientation.

L'École Universelle vous adressera gratuitement, par retour du courrier, celle de ses brochures qui vous intéresseront et tous renseignements qu'il vous plaira de lui demander.

BROCHURE L. 55.700. — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Bourses, Brevets, etc.

BROCHURE L. 55.705. — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de mathématiques spéciales inclusive, Bourses, Examens de passage, Baccalauréats, etc.

BROCHURE L. 55.711. — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats.

BROCHURE L. 55.716. — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.

BROCHURE L. 55.721. — POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE : Administrations financières, P. T. T., Police, Ponts-et-Chaussées, Génie rural, etc...

BROCHURE L. 55.726. — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS. Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

BROCHURE L. 55.730. — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural.

BROCHURE L. 55.735. — COMMERCE, COMPTABILITÉ, INDUSTRIE HOTELIÈRE, ASSURANCES, BANQUE, BOURSE, etc... Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

BROCHURE L. 55.741. — LANGUES VIVANTES, TOURISME, Interprète, etc.

BROCHURE L. 55.746. — CARRIÈRES de l'AVIATION, (aviation militaire, aviation civile).

BROCHURE L. 55.750. — CARRIÈRES de la MARINE de GUERRE.

BROCHURE L. 55.755. — CARRIÈRES de la MARINE MARCHANDE (Pont, Machines, Commissariat).

BROCHURE L. 55.761. — CARRIÈRES des LETTRES (Secrétariats, bibliothèque, etc...)

BROCHURE L. 55.766. — ÉTUDES MUSICALES : Instruments, Professorats.

BROCHURE L. 55.772. — ARTS DU DESSIN : Professorats, Métiers d'art, etc.

BROCHURE L. 55.775. — MÉTIERS DE LA COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, de la BRODERIE, etc.

BROCHURE L. 55.780. — ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ.

BROCHURE L. 55.784. — CARRIÈRES DU CINÉMA.

ÉCOLE UNIVERSELLE
12, Place Jules-Ferry, LYON
59, Boulevard Exelmans, PARIS

Apprenez l'ANGLAIS

Plus que jamais, c'est aujourd'hui le devoir de chaque Français

À lors que la bataille implacable se poursuit aux côtés de nos Alliés, nos relations reconnues indispensables deviennent chaque jour de plus en plus étroites, et vous font un devoir d'apprendre l'Anglais.

Apprenez l'anglais, c'est aussi votre intérêt, car bientôt, dans tous les domaines, commerce, tourisme, sport, politique, diplomatie, etc..., nous aurons besoin de l'anglais et celui qui ne saura pas cette langue sera terriblement handicapé.

Mais apprendre l'anglais c'est encore acquérir des joies nouvelles, d'abord celle de mieux connaître la vie anglaise, les grands journaux, les magnifiques magazines de Londres,


d'écouter et de comprendre les concerts de la radio; enfin le plaisir de goûter dans la langue originale les bons films qui, « doublés », perdent la moitié de leur valeur.

Sachez maintenant que par la Méthode LINGUAPHONE quelques mois suffisent pour apprendre l'anglais. A l'aide de disques et de livres, par le son, par l'image et par le texte, cette méthode de réputation mondiale vous enseigne chez vous la langue parlée et la langue écrite. Votre accent est parfait et vous écrivez correctement après seulement quelques semaines; vous êtes très vite éonné de pouvoir vous débrouiller avec des Anglais ou des Américains.

La preuve... il vous suffit de nous demander notre brochure C. B. 3 qui vous donnera tous renseignements sur notre méthode (joindre 5 francs en timbres pour tous frais) ou mieux, si vous habitez Paris, venez à notre Institut, nous vous ferons une démonstration personnelle.

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

*N'importe qui peut apprendre
à DESSINER
... il suffit de savoir écrire*

**Pas plus que l'écriture, le dessin
n'est réservé à des privilégiés**

Mais si vous saviez que par la simple utilisation des lignes que vous tracez en écrivant, vous devez pouvoir reproduire ce que vos yeux ont vu, vous ne résisteriez pas plus longtemps au désir que vous avez souvent manifesté de dessiner.

C'est en effet si simple : les lignes que vous tracez ne sont-elles pas les mêmes que celles qui composent les lettres de l'alphabet, les mêmes droites, les mêmes courbes ? Il suffit de les voir. En somme, ce n'est qu'une question de méthode, et vous avez tout intérêt à connaître celle de l'Ecole A. B. C. qui vous permettra d'utiliser pour dessiner l'habileté graphique que vous avez acquise en écrivant.

À ce propos, la brochure que l'Ecole A. B. C. de Dessin met gracieusement à votre disposition, vous révélera que c'est dans les deux premières heures de vos études que vous apprendrez comment on dessine.

Deux heures, puis, avançant pas à pas, vous réaliserez chaque jour de nouveaux progrès avec plus de sûreté, avec une joie toujours plus grande. Après avoir pris comme modèles les objets, les décors, qui vous sont familiers, vous reproduirez les traits, les attitudes de ceux qui vous sont chers, et de progrès en progrès, vous connaîtrez le bonheur de créer des œuvres où vous pourrez donner toute la mesure de votre personnalité.

*Notre élève,
Mlle Monique
Clerc, a su dans
des croquis très
courts traduire
la grâce enfantine
de son modèle.*



BROCHURE ILLUSTRÉE

Demandez la brochure de renseignements C. B. 29 (cindre 5 francs en timbres pour tous frais). Spécifiez bien le cours qui vous intéresse : Cours pour Adultes ou Cours pour Enfants.

ECOLE A. B. C. DE DESSIN

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



**ÉCOLE
TECHNIQUE
DES
SCIENCES
APPLIQUÉES**
2, RUE DU SALÉ, 3
TOULOUSE

**L'ENSEIGNEMENT
TECHNIQUE
PAR CORRESPONDANCE**

**PRÉPARATION AUX
DIPLOMES D'ÉTAT**

COMPTABILITÉ

AIDE-COMPTABLE
TENURE DE LIVRES
COMPTABLE-AGREE
EXPERT-COMPTABLE

DESSIN

DESSINATEUR-CALQUEUR
DESSINATEUR INDUSTRIEL
DESSINATEUR D'ÉTUDES

ÉLECTRICITÉ-RADIO

MONTEUR-DÉPANNEUR
RADIO-TECHNICIEN
OPÉRATEUR DES P. T. T.
RADIOTÉLEGRAPHISTE
DES STATIONS MOBILES

ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL

FRANÇAIS
MATHÉMATIQUES
CHIMIE-PHYSIQUE

TOUTES CES ÉTUDES PEUVENT ÊTRE ENTREPRISES
AVEC, À LA BASE, UNE INSTRUCTION DU NIVEAU
DU C. E. P.

BON 313 à joindre à toute demande de
renseignements gratuits.
SPEZIFIEN LA CARRIERE CHOISIE

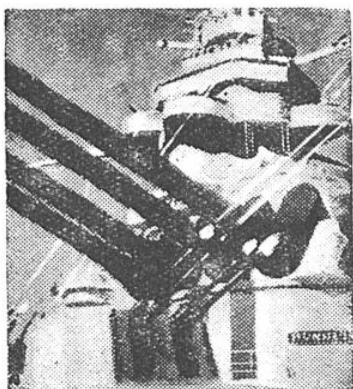
SCIENCE ET VIE

LXVII - N° 330

Mars 194

SOMMAIRE

- | | |
|--|-----|
| ★ Une révolution en médecine : La découverte de la pénicilline, par Jean Labadié | 91 |
| ★ Vers la renaissance de la marine de guerre française, par François Courtin | 97 |
| ★ L'aviation soviétique, par Pierre Armont | 106 |
| ★ Les localisations cérébrales, par Paul Chauchard | 111 |
| ★ La stratégie des îles, par Camille Rougeron | 120 |
| ★ Les A Côté de la Science, par V. Rubor | 129 |



La Marine française, au début de 1945, compte trois cuirassés : la *Lorraine*, le *Jean-Bart* et le *Richelieu*, le premier déjà ancien, le second inachevé, mais le troisième doté des plus puissants perfectionnements, tant du point de vue artillerie que des moyens de détection électromagnétique. Son artillerie antiaérienne, en particulier, que la couverture du présent numéro montre en action, est des plus redoutables, aussi bien pour la défense lointaine contre les bombardiers en altitude que pour la lutte rapprochée contre les bombardiers en piqué et les avions torpilleurs. Le *Richelieu* est un des navires de bataille les plus puissants qui soient dans les marines mondiales. C'est l'unité la plus moderne de la nouvelle Marine française qui, malgré les très nombreuses pertes de cinq années de guerre et d'occupation, réunit un nombre encore appréciable de bâtiments de tout tonnage et dont la reconstruction va se poursuivre à un rythme accéléré au cours des prochaines années. (Voir page 97, l'article sur la renaissance de la Marine française.)

« Science et Vie », magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la vie moderne. Rédaction, Administration, Publicité : actuellement, 3, rue d'Alsace-Lorraine, Toulouse. Chèque postal : n° 184.05 Toulouse. Téléphone : 230-27. Adresse télégraphique : SIENVIE Toulouse.
Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Copyright by « Science et Vie », Mars mil neuf cent quarante-cinq. Registre du Commerce : Toulouse 3235 B. Abonnements : France et Colonies, un an : cent cinquante francs.

FABRICATION INDUSTRIELLE
DE PÉNICILLINE A L'USINE
DE HIGH-LAND, ÉTATS-UNIS



UNE REVOLUTION EN MEDECINE

LA DÉCOUVERTE DE LA PÉNICILLINE

par Jean LABADIÉ

Une moisissure commune, le Penicillium notatum, a mis le Dr Fleming sur la voie d'une des plus grandes découvertes faites dans le domaine de la thérapeutique depuis celle des sulfamides (1). La « pénicilline », isolée dans les produits de la fermentation de ce champignon microscopique, s'est révélée en effet un des plus puissants agents connus pour entraver le développement d'un grand nombre de microbes et les chasser des organismes contaminés. Son activité est sans précédent dans les maladies à staphylocoques, streptocoques, pneumocoques, méningocoques, gonocoques, et quelques autres. La pénicilline, dont les débuts en thérapeutique humaine datent seulement de 1941, est d'ores et déjà fabriquée aux Etats-Unis à une échelle industrielle dans une vingtaine d'usines puissamment outillées. Elle joue un rôle considérable dans les armées alliées pour la lutte contre les maladies infectieuses et pour le traitement des plaies de guerre. On lui doit, dès à présent, d'avoir sauvé de nombreuses vies humaines.

La pénicilline

S'IL est une moisissure justement redoutée, dans les laboratoires comme dans les entrepôts, pour les dégâts qu'elle engendre, c'est bien le champignon microscopique étiqueté du titre de *Penicillium*. Les microbiologistes en ont catalogué plus de trois cents variétés.

Les unes marquent leur prédilection pour les fruits et les légumes, les autres pour les graines; l'une d'elles a jeté son dévolu sur le papier qu'elle tache de cernes roussâtres, dans les gravures et les livres anciens. Un seul mérite revenait jusqu'ici à *Penicillium*, celui d'activer la maturation des fromages dans les caves propices de Roquefort ou dans les resserres de Camembert. Mais voici que, tout à coup, *Penicillium* apparaît, du moins par une de ces variétés, comme un bienfaiteur de l'humanité.

Son extrait, la pénicilline, s'est en effet révélé comme un agent chimiothérapeutique souverain, capable d'arrêter d'abord et de refouler ensuite la propagation infectieuse des plus redoutables « cocci », notamment de certains streptocoques et des pneumocoques et des staphylocoques que les agents sulfamidés préparés par synthèse n'arrivent pas toujours à vaincre. C'est ainsi que, grâce à la pénicilline, la gangrène a pratiquement disparu des ambulances militaires anglaises et américaines. Néanmoins, en dernière analyse, on tend à reconnaître aujourd'hui que, si la pénicilline inhibe les vibrions de la gangrène, elle ne neutralise pas leurs toxines. Donc,

le sérum nécessaire pour cette neutralisation (Vincent) n'est pas exclu du traitement.

Demain, c'est la fièvre puerpérale (dont le microbe est le streptocoque) qui disparaîtra, tout de même, des maternités. La pneumonie infectieuse, la méningite à méningocoque, la bleorrhagie (gonocoque) ne seront bientôt également que de mauvais souvenirs. Notons, toutefois, que la méningite à méningocoque se traite avec le même succès par les sulfamides. Quant à la méningite tuberculeuse et celle de Pfeiffer, elles échappent à l'action de la pénicilline. Mais toutes les autres méningites à staphylocoques, pneumocoques et streptocoques, sont radicalement guéries par elle.

Par opposition aux sulfamides, la pénicilline voit son activité conservée quelle que soit la concentration des germes en présence et même en milieu purulent. Cette activité ressemble énormément à celle des diastases, prototypes des biocatalyseurs.

Un chapitre nouveau de la chimiothérapie

Pour bien apercevoir l'importance du progrès qu'introduit la pénicilline en chimiothérapie, il faut se rappeler qu'elle révolution étonnante représente, voilà quelques années, la chimiothérapie elle-même. Complétant la sérothérapie selon Pasteur, elle est l'art de préparer des produits dont les molécules soient en quelque sorte les antagonistes spécifiques de certains microbes infectieux. C'est ainsi que la fameuse préparation 606 du Dr Ehrlich joue depuis longtemps, vis-à-vis du tréponème de la syphilis, le rôle d'un anticorps spécifique; il en est de même de la

(1) Voir : « Les sulfamides et les maladies infectieuses » (*Science et Vie*, n° 262, avril 1939, p. 287).



FIG. 1. — UNE CULTURE DE « *PENICILLIUM NOTATUM* » SUR DES POMMES DE TERRE PREND L'ASPECT D'UNE MER DE NUAGES

préparation réalisée en France par le professeur Fourneau de l'Institut Pasteur, sous le nom de Stovarsol. Puis est survenue la découverte, par les chercheurs de l'école allemande Domagk, Mietzsch et Klarer, du premier composé sulfamidé (*prontosil*) qui se révéla doué de propriétés thérapeutiques antimicrobiennes.

Enfin, peu de temps avant cette guerre, les travaux de MM. Fourneau, Jacques Trefouël et de leurs collaborateurs aboutirent à la production du fameux 1 162 F (paraphénylaminosulfamide) à laquelle fit suite la découverte de nouveaux composés : les sulfamides substitués (sulfapyridine, sulfathiazol, etc.).

Le principe actif de *Penicillium* n'est, du reste, pas unique en son genre. Des substances-microbicides différentes de la pénicilline ont été isolées à partir d'autres cultures fongiques ou même bacillaires. *Aspergillus fumigatus* a fourni la fumigacine et *Aspergillus clavatus*, la clavacine; certains *Actinomyces* sécrètent l'actinomycine, toutes substances fortement bactéricides. Bien qu'aucune d'entre elles ne puisse concurrencer pour l'instant la pénicilline, il convient de noter que la liste des sécrétions du monde fongique, ou *mycoines*, utilisables en thérapeutique antimicrobienne, est loin d'être close. En sorte que la chimiothérapie peut désormais considérer qu'elle s'est adjoint un nouveau chapitre, prenant pour bases les moisissures.

La découverte fondamentale de Fleming

L'observation fondamentale date de 1929. Elle fut offerte à son auteur, le Dr Fleming, par un incident de laboratoire. Examinant, en son hôpital Sainte-Mary, des races de staphylocoques cultivées sur gélose en boîtes de Pétri, Fleming constata que plusieurs cultures avaient été, comme il arrive très souvent, contaminées par l'air ambiant. Dans l'une d'entre elles en particulier, la moisissure parasite se développait largement et s'accompagnait d'une auréole caractéristique dont le savant, perspicace, eut vite fait de déceler la cause : la colonie microbienne était en voie de se lyser au contact du champignon; celui-ci inhibait le staphylocoque.

Isolant cette curieuse moisissure,

Fleming constata que, si on la repiquait sur un bouillon, et non plus sur gélose, laissé à la température ordinaire, ce bouillon révérait, après une ou deux semaines d'incubation, des propriétés inhibitrices très marquées vis-à-vis de nombreux « cocci » pyogènes, dont il arrêtait la croissance.

Cultivée à l'état pur, la moisissure se présentait comme un feutrage blanc qui, après quelques jours, fournit des spores. Le centre de la culture verdit, puis noircit. Au cinquième jour, un pigment jaune se produit qui diffuse à travers le bouillon. Sur ces données, l'identification du microorganisme n'allait pas sans difficultés. Se basant sur ce que, dans certains cas, la culture devenait rougeâtre, Fleming crut se trouver en présence de *Penicillium rubrum*. Grosberger-Stoll, mais un spécialiste éminent Thom, rattacha la culture à une espèce voisine et beaucoup moins rare, à *Penicillium notatum* Westling.

Entre temps, Fleming constata que la propriété antimicrobienne de *Penicillium notatum* lui demeurait particulière, jusqu'à nouvel ordre : d'autres espèces de *Penicillium* et d'autres moisissures examinées ne possédaient pas de propriétés antimicrobiennes. Par une abréviation de langage, qui justifiait d'ailleurs les caractéristiques encore inconnues de la substance antimicrobienne proprement dite, Fleming donna le nom de pénicilline au bouillon filtré de la culture de *Penicillium*.

Ensuite, l'auteur se mit en devoir de confronter cette pénicilline avec toutes sortes de cocci : il mit en évidence, vis-à-vis de la plupart d'entre eux, les mêmes propriétés bactériostatiques et, quelquefois, bactériolytiques, qu'il avait observées initialement sur la culture de staphylocoques.

Ces expériences de recherche et de démonstration s'effectuent d'une manière fort simple : dans la plaque de gélose d'une boîte de Pétri, on creuse un sillon qui reçoit la pénicilline puis perpendiculairement à ce sillon, on trace les différents ensemencements microbiens que l'on désire éprouver. La diffusion de la pénicilline de part et d'autre du sillon est assez rapide pour que la concentration inhibitrice soit suffisante pour interdire la croissance des microbes sensibles à partir de chaque croisement des sillons ensemencés et sur une longueur plus ou moins

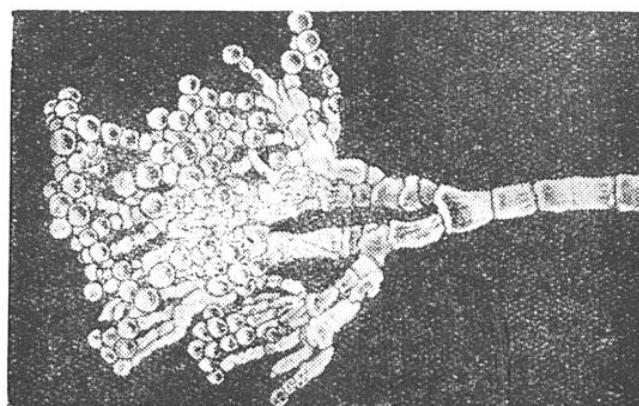


FIG. 2. — LE « *PENICILLIUM NOTATUM* » : UN BOUQUET DI SPORES A L'EXTRÉMITÉ D'UNE TIGE

étendue. L'extension de la surface inhibée mesure la sensibilité relative des germes étudiés.

D'autre part, l'action bactériostatique est aisément étudiée, en tubes, par l'emploi de dilutions graduées de pénicilline sur des volumes égaux de suspensions bactériennes : la transparence du milieu de culture est, alors, fonction de l'activité du produit antimicrobien.

Voici quelques résultats de ces mesures : diluée au titre de 1 pour 800, la pénicilline préparée par Fleming inhibe la croissance du staphylocoque doré *Staphylococcus aureus* et de *S. epidermidis*, ainsi que celles d'un pneumocoque et d'un streptocoque hémolytique. Les bacilles du groupe diphtérique se montrent sensibles à la pénicilline. Mais elle est inactive sur le groupe bacillaire coli-typhique comme sur le bacille de Pfeiffer (influenza). Parmi les cocci, l'entérocoque échappe à son emprise. Mais ces activités négatives elles-mêmes ne sont pas sans intérêt pratique : c'est ainsi que le bacille de Pfeiffer, extrêmement fragile, ne pouvait être isolé commodément à partir des exsudats rhino-pharyngiens dans lesquels il voisine avec d'autres espèces co-végétantes. Traités à la pénicilline qui inhibe toutes les espèces co-végétantes, les exsudats livrent, isolé, le bacille de Pfeiffer, puisque seul il résiste.

Telles furent les premières constatations de Fleming, consignées dans son mémoire de 1929 qui annonçait la découverte du nouveau produit antimicrobien.

Préoccupé de la toxicité de la pénicilline, l'auteur avait signalé qu'elle était absolument nulle chez le lapin et la souris qu'il traitait par injections intraveineuses ou intraperitoneales. Chez

l'homme, son investigation n'ayant porté que sur les plaies infectées ou sur des conjonctivites traitées par irrigations, l'absence constatée de phénomènes toxiques exigeait un supplément d'information qui, du reste, a été pleinement rassurant lors des premiers traitements par injections à doses massives, aujourd'hui couramment pratiquées.

Le savant anglais signalait, en outre, que la pénicilline ne s'oppose pas au développement continu de la souche originelle de *Penicillium notatum*. Cette circonstance est d'une importance capitale pour la mise en exploitation de cultures à grande échelle du précieux champignon. Supposez qu'au lieu de *Penicillium* ce soit un saprophyte voisin, *Fusarium*, qui ait fourni

la substance antimicrobienne. Cultivé dans une solution nourricière, *Fusarium* engendre, après un temps suffisant, des substances s'opposant à la germination de ses propres spores. La préparation de la substance antimicrobienne n'aurait pu s'étendre à cette fabrication massive et continue qui se pratique sur les plateaux d'autoclaves géants en forme de colonne dans les usines actuellement installées aux Etats-Unis à l'intention du Service de santé de l'armée. Dans le cas d'autostabilisation en cultures, si fréquent en l'espèce, il eût fallu procéder par *cultures morcelées* qui eussent été d'un rendement médiocre.

Malgré tant de précisions savantes contenues dans le mémoire original, celui-ci passa presque inaperçu. Et c'est l'entrée en guerre de la Grande-Bretagne, puis des Etats-Unis qui seule, devait mettre en évidence l'importance thérapeutique de la pénicilline de Fleming, tout en suscitant l'effort d'industrialisation qu'exigeait sa large distribution aux services de santé des armées modernes.

L'acte de naissance de la pénicilline thérapeutique : Le mémoire d'Abraham, Chain et Fletcher (1941)

N'allons pas croire, toutefois, que ce retard apporté à la mise en service de la pénicilline soit entièrement imputable à l'inattention scientifique des cliniciens ou à la négligence des autorités médicales. De la découverte de Fleming à la fabrication industrielle du médicament dans les vastes usines actuelles, les étapes pouvaient peut-être se raccourcir, mais à aucune d'elles on ne pouvait

passer outre. Ces étapes, résumons-les.

Il fallait, d'abord, confirmer la découverte, ainsi qu'il est d'usage et de prudence élémentaire en thérapeutique. Et puis concentrer le produit, le purifier, en préciser le principe actif.

Le maximum d'élaboration du produit actif fut vite établi comme correspondant à la température de 24° C et à un pH égal à 7 (1). Mais en 1932, la purification de la pénicilline n'était pas encore commencée : on en recherchait

(1) Le pH d'une solution est fonction de sa concentration en ions H (hydrogène), dont dépend l'acidité ou l'alcalinité de la solution. La neutralité correspond à pH = 7, l'acidité aux pH inférieurs à 7, l'alcalinité aux pH supérieurs à 7.

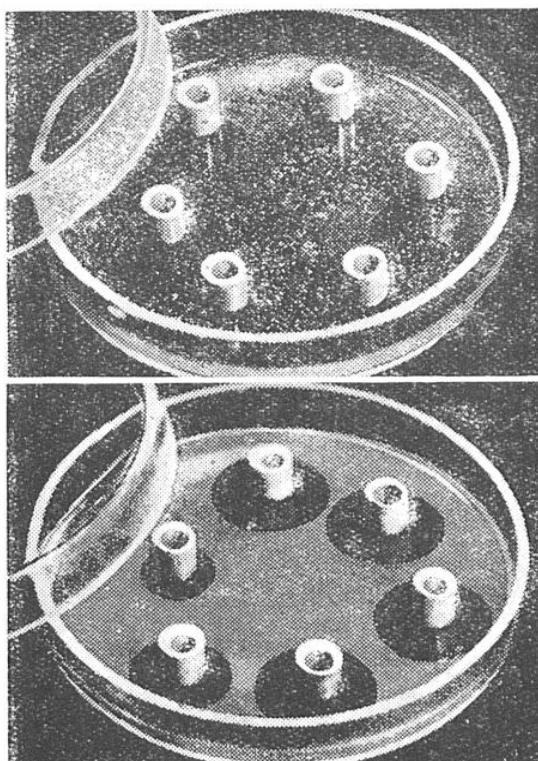


FIG. 3. — COMMENT ON DOSE LE POUVOIR MICROBICIDE DE SOLUTIONS DE PÉNICILLINE

En haut, les colonies microbien-nes se développent également autour des petits tubes vides. — En bas, on a introduit dans les tubes des solutions de pénicilline à différents degrés de concentration; autour de chaque tube, les colonies deviennent transparentes parce que détruites par la pénicilline; l'étendue de la surface transparente sert de mesure à l'activité de la solution employée.

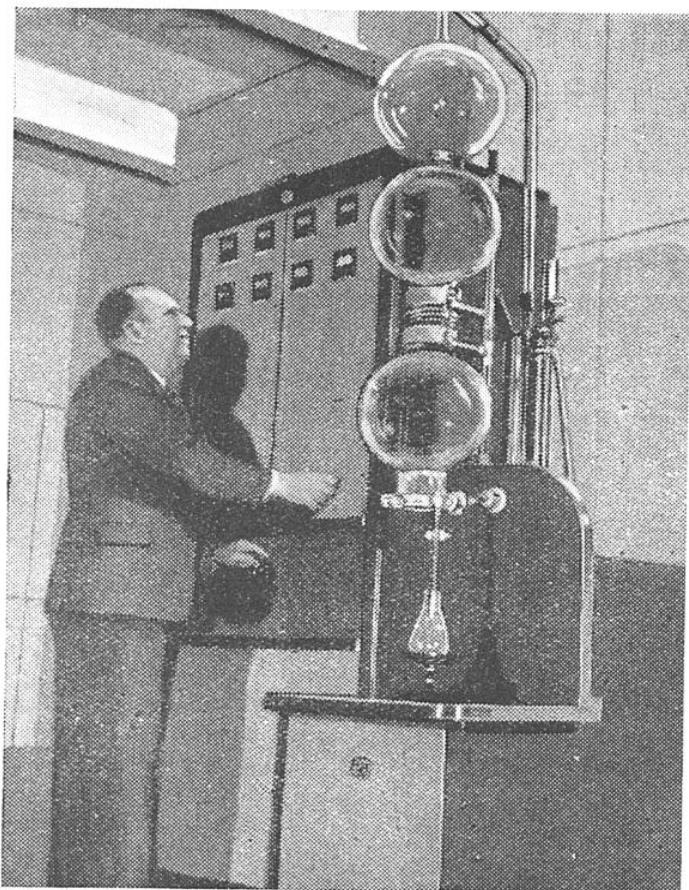


FIG. 4. — LA CONCENTRATION FINALE DE LA SOLUTION DE PÉNICILLINE PAR HAUTE FRÉQUENCE

Cet appareil, récemment mis au point dans les laboratoires R. C. A. de Princeton, comporte trois ballons reliés à une pompe maintenant un vide assez élevé. Un générateur à haute fréquence de 2 000 watts alimente des électrodes placées à la base du ballon inférieur où se trouvent environ 200 cm³ de la solution à concentrer. Celle-ci est évaporée à la vitesse de 2 litres à l'heure.

toujours le principe actif, sa formule chimique. La culture « souche » de Fleming est étudiée méthodiquement par d'autres chercheurs, d'Oxford, sur des milieux « synthétiques », c'est-à-dire uniquement composés, par exemple, d'eau, de glucose et de sels minéraux (type Czapek-Dox).

La pénicilline extraite de *Penicillium* ainsi cultivé laisse voir que son principe actif est très labile, vite détruit par oxydation ou par évaporation dans le vide, à la température de 40° C seulement. Une trop grande acidité ou une trop grande alcalinité la détruisent également; la stabilité maximum étant obtenue dans un milieu de pH aux environs de 6.

Telle était, à la veille de la guerre, à peu près toute la connaissance scientifique concernant la pénicilline. C'est seulement en 1941, dans un mémoire publié par l'école d'Oxford (Abraham, Chain, Fletcher) qu'apparaît la première préparation méthodique de la pénicilline. Et comme, depuis lors, les travaux qui perfectionnent son extraction ou son application sont demeurés strictement anglais et américains, on conçoit

pourquoi, importée en Europe en manière de bienvenue par les armées anglo-américaines, la pénicilline est un objet d'étude à peu près entièrement vierge pour les savants du continent, notamment les Français, tandis que, nous l'avons dit, sa production industrielle à très grande échelle se trouve déjà en pleine activité outre-Manche comme outre-Atlantique.

Voici donc la préparation du milieu dans lequel Abraham, Chain et Fletcher cultivent *Penicillium notatum*: Pour un litre d'eau : 3 g de nitrate de sodium; 1 g de phosphate de potassium; 0,5 g de sulfate de magnésium; 0,01 g de sulfate de fer et 40 g de glucose — ce dernier élément constituant l'unique source du carbone qui, joint à l'azote du nitrate, permet au *penicillium* de constituer la molécule protéïnique (quaternaire) contenant le principe actif ou *acide pénicillique*. Molécule extrêmement complexe comme toutes ses paroilles rencontrées dans ce domaine de la biochimie, ce principe acide s'étudie, s'expérimente par ses composés salins de strontium, de baryum, de calcium ou de sodium, beaucoup plus stables que lui-même pris à l'état pur (1). La thérapeutique n'a retenu que les sels de calcium et de sodium.

Le dosage du pouvoir microbicide de la pénicilline — L'unité Oxford

La quantité du principe actif ainsi défini, nécessaire et suffisante pour faire barrage aux diverses infections microbiennes est extrêmement petite, infime.

Le titrage des solutions mises en service contre les différents microbes pathogènes ne saurait en aucun cas procéder de la balance. Il s'agit de titrages biologiques qui

peuvent s'obtenir de deux manières différentes.

Suivant la première manière, on ensemence un bouillon de germes microbien en quantité donnée. Puis dans le tube à essai on verse des doses décroissantes de pénicilline. Le point où la solution devient transparente marque la dose active minimum de pénicilline nécessaire pour lyser le germe infectieux étudié.

Une seconde méthode de dosage procédant géométriquement est celle de Heatley. On prend une plaque de gélose préalablement ensemencée avec une souche de staphylocoque déterminée (souche 209 NRRL, B 313 en Amérique et, en Angleterre, souche 6571 NRRL, B 314). Sur cette plaque (en boîte de Pétri), on implante des tubes cylindriques, ouverts à leurs deux extrémités, on verse dans ces tubes des doses décroissantes de pénicilline qui diffusent, à la base du tube, sur la gélose ensemencée. La lyse du microbe, résultant de cette diffusion, se traduit par un cerne

(1) La formule brute du sel de baryum serait : $C_{24}H_{32}O_{16}N_4Ba$, mais la structure moléculaire est encore inconnue.

transparent d'autant plus étendu que la dose est plus forte. La méthode Heatley sert à doser des préparations de pénicilline ou des milieux contenant de la pénicilline, mais ne vise pas l'étude de la résistance spécifique des germes. Le diamètre du cercle *lysé* fournit ainsi le « titre » du dosage biologique, c'est-à-dire le pouvoir bactéricide de la solution par rapport à une *solution test*, dite « unité-relative ». Les résultats obtenus concernant cette « unité-active » sont étonnantes de justesse. En voici quelques-uns.

Il suffit de 20 millionièmes de gramme (20 γ) de pénicilline pour maîtriser l'infection du *gono-coque*; 10 γ suffisent contre le *méningocoque*; le *staphylocoque*, la *bactérie charbonneuse* et le *streptocoque*; le *pneumocoque* n'est vaincu que par 100 γ de pénicilline, le *bacille typhique* par 250 γ, etc...

Nous concevons maintenant ce qu'il faut entendre par « unité » en matière de dosage de la pénicilline, ce sont les doses actives minima déterminées, sur une *préparation étalon* (*staphylocoque doré*) par la méthode de Heatley. D'où la spécification : « unité Oxford ».

Une unité Oxford est la quantité de pénicilline qui, dissoute dans 50 cm³ de bouillon de viande, arrête complètement le développement d'une culture de « *staphylococcus aureus* ».

Les ampoules mises en service courant contiennent 5 000 unités Oxford de pénicilline par cm³. On peut, sans inconveniit, injecter à un malade 200 000 unités en 24 heures. L'usine de High Land (Terre-Haute), aux Etats-Unis, fabrique annuellement 40 milliards d'unités Oxford, c'est-à-dire de quoi traiter, en moyenne, dans le même temps, cent mille malades (1).

La pénicilline originellement fabriquée par Abraham et Chain contenait, à l'état brut, 1 à 2 unités par gramme et 45 000 unités à l'état concentré. Après un an de travail, les savants d'Oxford n'avaient pu fabriquer que les doses nécessaires au traitement d'une dizaine de malades. Aujourd'hui, la seule production des Etats-Unis permet de traiter, si besoin est, 250 000 cas graves *par mois*. On mesure par ces chiffres tout le chemin parcouru dans une fabrication

(1) Le bureau de la Production de Guerre des Etats-Unis a annoncé récemment que la production mensuelle de pénicilline atteignait actuellement 290 milliards d'unités.

fonctionnant avec un prix de revient de 50 mille dollars par kilogramme.

Dans l'application thérapeutique, la pénicilline s'utilise généralement à raison de 1 000 unités par cm³ en injection intraveineuse ou, encore, intrarachidienne, et de 10 000 ou 5 000 unités par cm³ en injection intramusculaire.

Dans l'application locale, le saupoudrage des plaies s'effectue à raison de 5 000, 10 000 ou 20 000 unités par gramme de poudre. Les lavages se font avec des solutions allant de 250 à 1 000 unités par cm³.

Contrairement aux sulfamides, la pénicilline ne supporte pas l'ingestion par voie bucale; les acides du tube digestif détruisent son activité.

La méthode d'inhalation d'un *brouillard de pénicilline* vient d'être expérimentée au Huntington Memorial Hospital de New York, contre les maladies du poumon. L'inhalation de très fines particules de pénicilline équivaut évidemment à une « application locale », pour les lésions pulmonaires; l'inhalation les atteint directement. Malheureusement, les lésions spécifiquement tuberculeuses ne ressortissent pas de la thérapeutique pénicillique.

La méthode d'injection continue, dite « goutte à goutte » donne aussi d'excellents résultats.

La pénicilline s'élimine en effet très rapidement et il est nécessaire de maintenir dans l'organisme la concentration minimum bactériostatique.

Éliminée en grande partie par le rein, la pénicilline se retrouve dans les urines d'où elle peut, à la rigueur, être récupérée et utilisée à nouveau. À l'hôpital de l'Institut Pasteur de Paris, on ne manque pas de recourir à ce procédé, devant la pénurie des livraisons importées.

Les doses médicinales de pénicilline varient, suivant l'intensité et la nature de l'infection, de 100 000 à 3 millions d'unités.

Que guérit la pénicilline ?

Les indications thérapeutiques principales de la pénicilline sont les traitements des maladies infectieuses résistant à l'action des sulfamides, « sulfamido-résistantes ». C'est le cas des infections à staphylocoques, dont la scepticémie : il faut, dans ce dernier cas, injecter toutes les trois heures, nuit et jour, 10 à 20 000 unités.

L'ostéomyélite, si fréquente et si grave dans

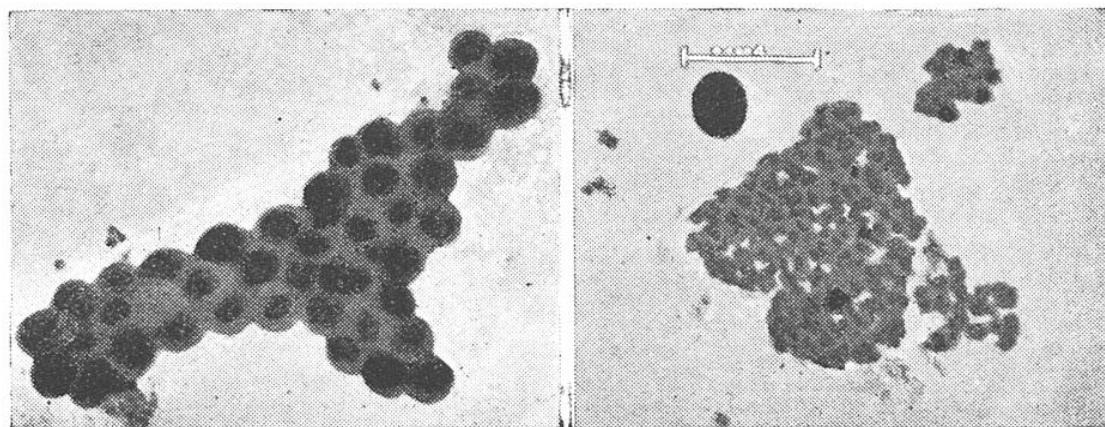


FIG. 5. — LE « STAPHYLOCOCCUS AUREUS » VU AU MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE AVANT ET APRÈS CONTACT AVEC LA PÉNICILLINE

les blessures par les armes modernes dont les balles à grande vitesse broient littéralement les os rencontrés, se guérit tout de même par des injections massives. Des guérisons vraiment miraculeuses sont enregistrées chaque jour par les médecins militaires anglo-saxons. On cite une douzaine de cas les plus désespérés traités dans l'Hôpital d'armée d'Utah. Leur traitement par les méthodes courantes, durant quatorze mois, n'avait abouti qu'à maintenir en vie des blessés aux plaies purulentes, infectes, et dont l'intoxication interne résultante provoquait un délire quasi permanent. Les sulfamides demeuraient impuissantes. Or, une semaine seulement après l'inauguration du traitement à la pénicilline, l'état des blessés se trouvait tellement amélioré qu'il devint possible de les opérer et de reconstituer le puzzle de leurs os aux effroyables fractures.

En clinique civile, les cas de méningite et de pneumonie désespérés qui furent guéris par la pénicilline ne se comptent plus.

Écoutons à ce propos le Dr Nitti, chef de service de l'Institut Pasteur : « Dans les staphylococcies localisées ou dans les staphylococcies à point de départ cutané (phlegmon) les injections locales permettent souvent des guérisons rapides avec de faibles quantités de pénicilline. Dans les staphylococcies malignes de la face, par exemple, on injecte, dans la périphérie, de la pénicilline novocaïnée à 2 %; on pratique ensuite une infiltration au niveau même du foyer avec des doses ne dépassant souvent pas 20 à 50 000 unités. On a pu guérir ainsi des malades grièvement atteints.

« D'autres infections pyogènes sont sensibles à la pénicilline, notamment les streptococcies et les pneumococcies. Il ne faut utiliser dans ce cas la pénicilline que lorsque l'action des sulfamides se montre insuffisante, ce qui est relativement rare. Une seule indication reste primordiale, c'est le grand syndrome septicémique devant lequel les sulfamides restent souvent inopérantes. Dans l'endocardite lente (Jacoud-Ossler), la pénicilline se montre malheureusement dénuée d'activité.

« Dans les infections gangrénées, la pénicilline semble avoir une assez grande activité.

« En vénérologie, la pénicilline a également de remarquables indications. A l'heure actuelle, les cas de blennorragie résistant aux sulfamides, deviennent de plus en plus fréquents et la pénicilline permet généralement de guérir rapidement ces malades. Les doses utilisées ne dépassent guère 100 000 unités et le pourcentage des guérisons atteint facilement 90.

« La syphilis enfin peut-être traitée par la pénicilline. Il est nécessaire d'employer des doses extrêmement élevées atteignant 2 500 000 unités dans l'espace d'une semaine. La syphilis est sensible à la pénicilline à tous ses stades, primaire, secondaire et tertiaire... Mais ici, il faudra attendre de longues années et appliquer la méthode sur un très grand nombre de malades. Ce n'est que l'épreuve du temps qui nous fixera à ce sujet.

« Les actinomycoses (dermatoses) semblent également sensibles à l'action de la pénicilline. Si les faits se confirment, on réalisera ainsi un grand progrès car nous connaissons tous l'évolution longue et désespérante de cette infection.

« Nous voyons ainsi que la pénicilline peut guérir un très grand nombre de maladies. D'autres par contre échappent complètement à son action : ce sont notamment les infections pro-

voquées par les germes du groupe typhique, par le colibacille, le pneumo-bacille de Friedlander, le proteus, le pyocyanique et le bacille de Pfeiffer. »

Ajoutons que le bacille de la tuberculose est insensible à son action.

Tel est l'aspect clinique général des bienfaits et des insuffisances de la pénicilline.

Le problème de la fabrication

Etant donné les circonstances exceptionnelles de l'avènement de la pénicilline comme produit industriel à large diffusion, circonstances entièrement dues à la guerre, on peut se demander si ce produit thérapeutique ne restera pas encore longtemps le monopole des Etats-Unis et de l'Angleterre. Les capitaux, actuellement engagés dans seize firmes américaines, sans compter les anglaises, se consacrant à cette fabrication sont, d'ores et déjà, considérables. Et leur rémunération n'a jamais été assurée jusqu'à présent par d'autres commandes que celles de l'Etat (1), celui-ci ne discutant jamais le prix, puisqu'il s'agit de la vie des soldats blessés. Une fois la paix signée, les fabriques anglo-saxonnes désormais privées de leur client l'Etat, se trouveront suffisantes pour répondre aux besoins de tous les hôpitaux civils et de toutes les cliniques privées de l'Europe, en défiant naturellement la concurrence d'usines indigènes, encore à naître dans des conditions singulièrement onéreuses devant les prix de revient énoncés plus haut. Tous les pays qui voudront naturellement détenir leur production autonome d'une substance aussi précieuse, intéressant directement la défense nationale et l'hygiène publique, seront donc obligés d'installer leurs usines *au moyen de subventions d'Etat*. En d'autres termes, le service de la pénicilline aux populations civiles à un prix qui, non seulement n'entrave pas sa diffusion mais la favorise, devra se faire à perte, à moins qu'on ne découvre d'autres méthodes de fabrication. Car, pour l'instant, le kilogramme de pénicilline revient à 50 000 dollars; cependant que 10 grammes du produit ne peuvent fournir que 100 doses standard. Cela met la dose à 5 dollars. Voyez ce que coûte, à ce prix, seulement un traitement de 48 heures, par les injections massives et répétées qui font le caractère particulier de la nouvelle chimiothérapie.

Ces conditions de production permettent d'apprécier le mérite des chefs de service de l'Institut Pasteur de Paris, MM. Nitti et Martin qui réussirent, le premier dans son laboratoire, le second dans son service hospitalier, à fabriquer et à appliquer la pénicilline dès janvier 1944, d'après les seuls documents recueillis en 1939. A cette époque, le Dr Nitti avait en effet rapporté d'un voyage à Londres la souche de Fleming. A partir de 1944, elle fournit entre ses mains une pénicilline utilisable.

Peut-on espérer obtenir quelque jour, une pénicilline de synthèse? C'est probable. Un modeste champignon saprophyte aura ainsi orienté les recherches de la chimie synthétique dans une voie nouvelle où ces découvertes viendront sans doute, dans peu d'années, combler les lacunes de la chimiothérapie actuelle.

Jean LABADIÉ.

(1) On a annoncé cependant qu'à partir du 15 mars 1945 des ampoules de pénicilline seraient en vente dans certaines pharmacies américaines.

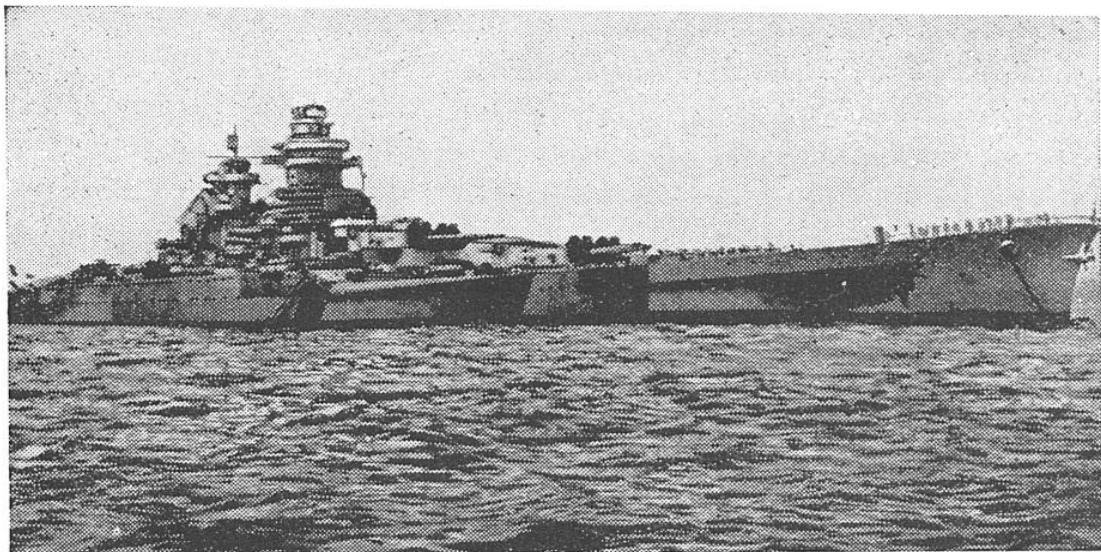


FIG. 1. — LE NAVIRE DE LIGNE « RICHELIEU » : 35 000 TONNES, 30 NŒUDS, 8 PIÈCES DE 380 MM

VERS LA RENAISSANCE DE LA MARINE DE GUERRE FRANÇAISE

par François COURTIN

*D*epuis les temps les plus reculés, l'Histoire montre qu'un grand pays ne peut vivre ni se développer sans marine de guerre. Aujourd'hui, plus encore qu'hier, la puissance navale est un élément déterminant de la grandeur d'une nation et le déroulement des opérations en cours n'a pas cessé depuis cinq ans de prouver le rôle primordial joué par les forces aéronavales dans un grand conflit moderne. Aussi, beaucoup de Français se posent-ils cette question : « Où en est notre Marine ? ». Après tant de pertes de guerre, après tant d'années pendant lesquelles elle n'a pu renouveler son matériel que dans une mesure limitée, notre Marine vit cependant; bien plus, depuis le jour où, voici quelque trente mois, elle a pu réinstaller des bases solides en Afrique du Nord, elle n'a cessé de s'accroître, mettant sans cesse en service de nouvelles unités.

LORSQU'EN novembre 1942, les Forces navales françaises libres qui, basées en Angleterre, continuaient de se battre depuis trente mois, se sont réunies, pour poursuivre la lutte, aux éléments de la Marine nationale, heureusement assez nombreux, se trouvant à Dakar et en Afrique du Nord, il fallut tout d'abord remettre en état ces dernières forces. Les premiers mois de 1943 virent surtout la plupart de nos bateaux envoyés dans des arsenaux britanniques ou américains pour y être réparés et modernisés. Le progrès marche vite en temps de guerre; à chaque initiative d'un des adversaires, l'autre

répond aussitôt par une parade et ainsi, sans répit, naissent non seulement de nouvelles tactiques de combat, mais aussi de nouveaux appareils, de nouveaux matériels sans lesquels un bâtiment rentrant dans la lutte ne peut naviguer ni combattre, sous peine de se trouver irrémédiablement surclassé.

Il est prématuré de vouloir même esquisser une description des nouveaux matériels qui permettent aux bateaux de guerre d'affronter la lutte en 1945; contentons-nous seulement de rappeler que les nécessités de contrebatte avec autant d'efficacité que d'instantanéité avions et

sous-marins a entraîné non seulement un développement rapide de la D.C.A. et des armes anti-sous-marines dont la puissance s'est accrue démesurément, mais aussi l'invention de procédés de détection électromagnétique de surface ou aériens, — ces mystérieux appareils dénommés les « Radars » —, qui sont venus s'ajouter au remarquable détecteur sous-marin déjà en service en 1939, l'« Asdic ».

Aujourd'hui, les travaux de refonte terminés, nos bateaux, équipés de la façon la plus moderne, ont repris la lutte aux côtés des Alliés et prennent une part grandissante dans les opérations de l'Atlantique et de la Méditerranée en attendant de pouvoir intervenir dans le Pacifique.

Navires de ligne

Trois cuirassés figurent sur la liste navale française : le *Richelieu*, le *Jean-Bart*, la *Lorraine*.

Le *Richelieu* venait de commencer ses essais au moment où les événements de juin 1940 contraignirent de l'envoyer à Dakar. Il passa la plus grande partie de l'année 1943 dans un arsenal américain pour y être remis en état et recevoir les plus récents perfectionnements, en particulier au point de vue D.C.A. et moyens de détection électromagnétique.

Ce bâtiment possède maintenant une redoutable défense antiaérienne : neuf canons de 152 mm, douze de 100 mm le protègent contre les bombardiers en altitude, même lorsque ceux-ci volent à 7 000 ou 8 000 mètres; cinquante-six canons de 40 mm (quatorze affûts quadruples) et cinquante de 20 mm (sur affût individuel), les uns et les autres à grand débit et à tir très tendu, constituent son artillerie de défense rapprochée contre les bombardiers en piqué et les avions torpilleurs qui doivent prononcer leurs attaques presque à bout portant.

Admirablement protégé, capable de soutenir, en service et en pleine charge, plus de trente nœuds, le *Richelieu* est un des navires de bataille les plus puissants qui soient dans les marines mondiales. Incorporé en 1944 dans diverses formations britanniques, il a participé à des raids contre la côte norvégienne et contre les ouvrages japonais défendant quelques-unes des grandes îles de l'Insulinde, en Océan Indien.

Il faut souhaiter que les événements permettent d'achever très rapidement le *Jean-Bart*, son similaire. La construction de celui-ci n'était pas aussi avancée que celle du *Richelieu* en juin 1940. Par une manœuvre hardie, le commandant, aujourd'hui Amiral Ronarc'h, réussit à le sortir de Saint-Nazaire, à la veille de l'occupation de ce port. Le *Jean-Bart*, dont les machines n'avaient jamais encore tourné, appareilla pourtant par ses propres moyens et gagna Casablanca, après que sa D.C.A., cependant bien embryonnaire et comportant surtout des mitrailleuses de 13,2 mm, eut descendu plusieurs bombardiers allemands.

La *Lorraine* est le dernier qui nous reste des trois cuirassés du type *Provence* entrés en service en 1916-1917. Ce n'est donc pas un bâtiment moderne ; mais il a été partiellement reconstruit de 1934 à 1936, doté de nouvelles chaudières, de pièces neuves, et sa valeur militaire est loin d'être inexistante. Dans toutes les marines, les cuirassés anciens sont largement utilisés comme soutien d'artillerie dans les opérations contre la terre, et la *Lorraine* a rendu, à ce titre, les plus grands services. En 1940 déjà, elle avait bombardé avec succès les positions italiennes de Bardia, en Cyrénaïque ; en 1944,

elle a participé avec beaucoup plus d'efficacité encore aux opérations contre la côte de Provence et en particulier à la destruction des ouvrages allemands défendant Toulon. Son artillerie anti-aérienne a également été renforcée ; elle comprend aujourd'hui huit 75 mm, quatorze 40 mm et vingt-cinq 20 mm.

Croiseurs et croiseurs légers

La nomenclature navale française distingue maintenant entre croiseurs et croiseurs légers :

Les croiseurs actuellement en service comprennent trois 10 000 tonnes, les *Duquesne*, *Tourville* et *Suffren*, trois croiseurs de 7 600 tonnes, les *Gloire*, *Montcalm* et *Georges-Leygues*; en outre, l'*Emile-Bertin*, la *Jeanne d'Arc* et le *Duguay-Trouin*.

Parmi ces croiseurs, quatre, les trois *Gloire* et l'*Emile-Bertin* sont, par leurs caractéristiques générales, leur vitesse et leur armement, des bâtiments capables de rendre tous les services que l'on peut attendre en 1945 de cette catégorie de navires. Les 10 000 tonnes appartiennent, comme leurs contemporains des autres marines, à un type de croiseur jugé maintenant comme un peu ancien : ils pêchent surtout par manque de protection. On ne construirait plus aujourd'hui de bâtiments de ce tonnage aussi peu protégés, mais, tels quels, ils conviennent parfaitement pour la plupart des opérations normalement dévolues aux croiseurs, en particulier les patrouilles contre les « raiders » ennemis et les bombardements destinés à appuyer les forces de débarquement.

Les croiseurs légers sont le *Malin*, le *Fantastique*, le *Terrible* et le *Triomphant*. Ces bâtiments étaient, au début de la guerre, classés comme contre-torpilleurs ; mais dans beaucoup d'annuaires navals étrangers on les considérait, en raison de leur déplacement, 3 500 tonnes en charge, comme de petits croiseurs, et cette classification a prévalu. Ce sont essentiellement des navires de raid et c'est en cette qualité qu'ils se sont distingués à maintes reprises au cours de la guerre, grâce à leur vitesse, près de 40 nœuds en service, et à leur armement, cinq pièces de 140 mm à grand débit portant à près de vingt mille mètres. En 1944, les *Malin*, qui constituent la 10^e division de croiseurs légers, ont participé à de nombreux raids en Adriatique et en Mer Egée et détruit plusieurs convois ennemis et leurs escortes au cours de brillantes opérations de nuit.

Contre-torpilleurs et torpilleurs

C'est dans cette catégorie de bâtiments ainsi que dans celle des sous-marins que la guerre nous a fait éprouver les pertes les plus cruelles et où les vides sont les plus nombreux.

Après le reclassement des *Malin* comme croiseurs légers, il ne nous reste plus en service comme contre-torpilleurs que le *Tigre*, l'*Albatros* et l'*Epervier*.

Comme torpilleurs, nous disposons de bâtiments appartenant à quatre séries : les 1 500 tonnes et les 600 tonnes d'avant la guerre, dont les caractéristiques sont bien connues, et plusieurs unités navales de deux types qui nous ont été transférées par les amirautes américaine et britannique.

La *Combattante*, perdue au début de mars 1945, appartenait au type anglais *Hunt* que nos Alliés ont construit en grand nombre depuis le début de la guerre. Les *Hunt* sont des destroyers de tonnage moyen, 890 tonnes, à vitesse modérée,

27 nœuds, dotés d'une artillerie puissante pouvant être utilisée dans sa totalité contre l'aviation : quatre canons de 102 mm, cinq de 40 mm, six de 20 mm. Ils ont seulement deux tubes lance-torpilles; encore faut-il souligner que les *Hunt* affectés aux escortes de convois n'en ont pas toujours afin de pouvoir embarquer un supplément important de grenades. Ces petits bâtiments figurent parmi ceux que les communiqués de guerre ont mentionnés le plus fréquemment, non seulement lors de la bataille de l'Atlantique, mais aussi à l'occasion de nombreux raids contre les forces côtières ennemis. *La Combattante* s'est ainsi distinguée en participant à diverses actions contre les vedettes rapides allemandes en Manche et en a détruit plusieurs; elle était présente au débarquement de Normandie.

La quatrième catégorie de torpilleurs de notre flotte comporte six bâtiments que les chantiers américains ont livrés au début de 1914 et dont le premier de série est le *Sénégalais*. La nomenclature américaine les désigne « *destroyers d'escorte* » et cette appellation nouvelle a été conservée par notre marine. Les « *destroyers d'escorte* » sont, en réalité, des escorteurs de convoi dotés d'un armement exclusivement antiaérien (trois 76 mm, un affût double de 40 mm et douze 20 mm) et antisous-marin (mortiers et grenades). On n'a pas cherché à leur donner la grande vitesse qui caractérise habituellement les destroyers : ils ne filent que 20 nœuds; mais, grâce à leur propulsion Diesel-électrique, ces petits bâtiments de 1 300 tonnes ont un rayon d'action considérable qui les qualifie tout spécialement pour la protection des grands convois océaniques. Signalons que la marine américaine a reproduit ce type de bâtiment à un grand nombre d'exemplaires puisqu'elle a construit ou fait construire près de 700 destroyers d'escorte.

Sous-marins

Une quinzaine de sous-marins figurent encore sur la liste de la flotte; la plupart étaient déjà en service au début de la guerre et sont relativement anciens. Plusieurs de ces unités se sont distinguées au cours de la guerre. *Narval*, perdu en opérations, *Junon*, *Minerve*, *Marsouin* et plus particulièrement *Rubis* et *Casabianca*.

Le *Rubis*, sous-marin mouilleur de mines, détaché dès le printemps 1940 auprès d'une escadrille anglaise, n'a pas cessé, depuis cette époque, de participer à des croisières en mer du Nord et sur la côte Norvégienne, accomplissant avec succès de nombreux et périlleux mouillages de mines dans les eaux ennemis.

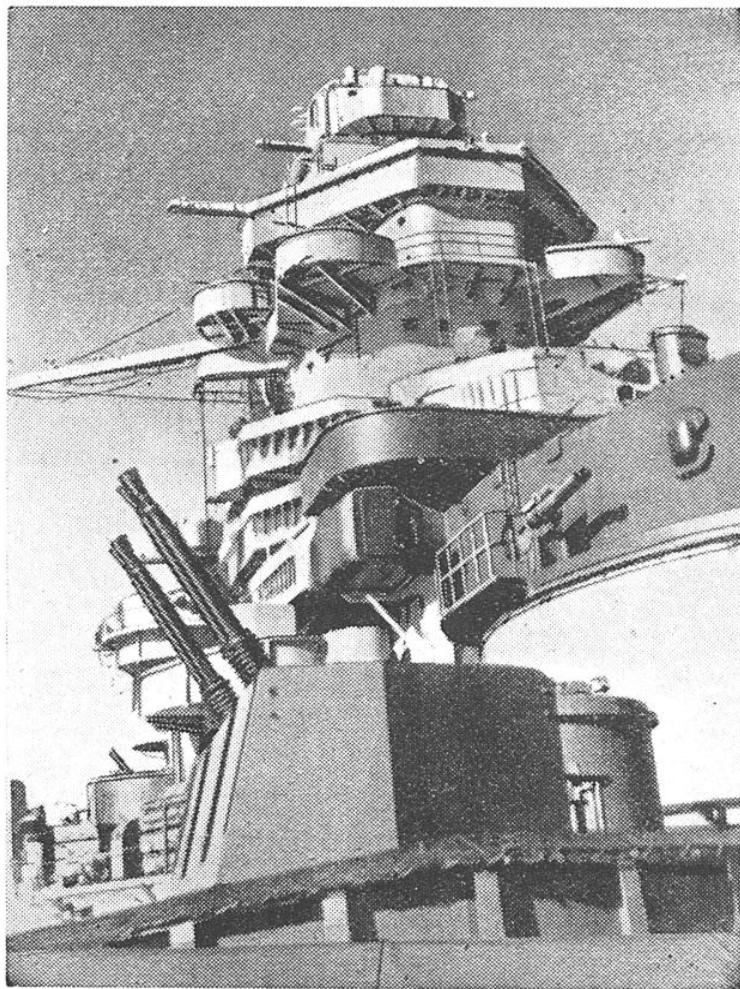


FIG. 2. — LE MAT-TOUR DU NAVIRE DE LIGNE « RICHELIEU »
On voit au premier plan un des quatorze montages quadruples de 40 mm antiaérien qui constituent une partie de l'importante D.C.A. de ce bâtiment.

Le *Casabianca*, après s'être échappé de Toulon le jour du sabordage de la flotte, s'est fait remarquer en Méditerranée en coulant plusieurs bâtiments ennemis et surtout en exécutant sept dangereuses missions spéciales sur les côtes françaises. Lors de la libération de la Corse, il fut chargé de transporter le commando qui devait occuper Ajaccio et exécuta avec succès sa mission, débarquant le groupe de choc à quai et au cœur de la ville même. Outre son équipage, une soixantaine d'hommes, il transportait 109 soldats, et, pour qui connaît l'encombrement des compartiments d'un sous-marin, il faut convenir que l'entreprise était, à tous égards, des plus audacieuses.

Quatre sous-marins neufs ont renforcé notre flottille : trois de construction anglaise et un ex-italien capturé intact par les Anglais lors de la campagne de Sicile et transféré en début de 1944 à la marine française.

Les trois sous-marins de construction anglaise ont reçu les noms de *Curie*, *Morse* et *Doris*;

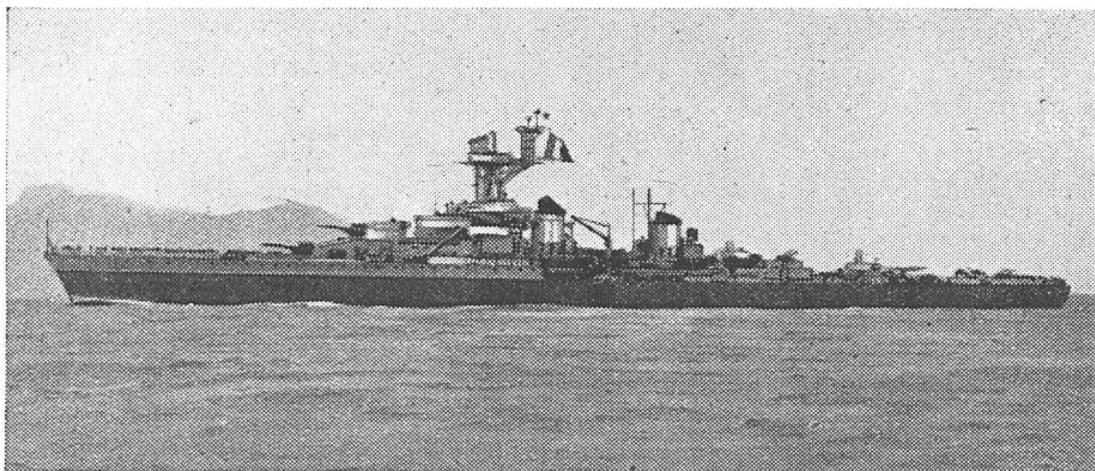


FIG. 3. — LE CROISEUR « GEORGES-LEYGUES » : 7 600 TONNES, 31 NŒUDS, 9 PIÈCES DE 152 MM

ils appartiennent au type U de 540 t, dont les unités sont désignées dans la marine britannique par des noms commençant par les lettres U ou V. Ce type, que les Anglais ont reproduit à un grand nombre d'exemplaires, convient surtout pour les croisières de surveillance en vue des côtes ennemis et les attaques du trafic côtier ennemi. Les U sont armés de quatre tubes groupés à l'avant, deux de chaque côté de l'étrave, et ont une vitesse de 13 nœuds en surface et de 7 nœuds en plongée.

Le *Narval* est l'ex-sous-marin italien *Bronzo* qui appartient à la série dite de 600 tonnes et s'apparente au type français *Minerve*. Ce sous-marin, long de 60 mètres, filant 14,5 nœuds en surface et 8,5 nœuds en plongée, est armé de six tubes (quatre avant, deux arrière), d'un canon de 76 mm et deux de 20 mm AA; il est monté par un équipage comprenant cinq officiers et quarante-neuf hommes.

Frégates, corvettes et avisos

Les mots de « frégates » et de « corvettes », réapparus pendant la guerre dans la nomenclature navale, sont deux désignations datant du temps de la marine à voiles. Elles ont été reprises par les Britanniques et s'appliquent à deux types d'escorteurs océaniques antisous-marins. Le premier fut la « corvette », sorte de grand patrouilleur de 1 100 tonnes, robuste, très défendu contre la mer et propulsé par une machine alternative de 3 000 ch lui assurant une

vitesse de 15 nœuds. Pouvant être construite facilement par des chantiers non spécialistes de la construction des navires de guerre, la corvette a été reproduite dès 1940 à un grand nombre d'exemplaires, non seulement en Angleterre, mais aussi au Canada. Sept corvettes sont armées sous pavillon français depuis 1941 ou 1942; elles ont pris part à la dure bataille de l'Atlantique, escorté de nombreux convois et participé à la protection des transports de troupes lors du débarquement en Normandie. On jugera de l'activité de ce type de bateau en sachant qu'en trente-huit mois l'une d'elles, l'*Aconit*, a parcouru 130 000 milles, soit six fois le tour de la Terre, escorté quarante-dix-huit convois groupant 2 649 bâtiments marchands, et détruit, en moins de douze heures, les deux sous-marins allemands U. 432 et U. 444. Quatre de ces corvettes ont conservé les noms de fleurs qu'elles auraient portés dans la flotte anglaise, les trois autres ont reçu les noms glorieux

d'officiers tombés au champ d'honneur : *Cdt Destroyat*, *Cdt Drogou*, *Cdt d'Estienne-d'Orves*.

Les frégates, d'un déplacement plus fort, 1 445 tonnes, sont également plus rapides que les corvettes; elles donnent 19 à 20 nœuds en service. Cette nouvelle catégorie est apparue fin 1942, lorsque le besoin s'est fait sentir d'avoir des escorteurs au moins aussi rapides que les nouveaux sous-marins allemands.

Outre les frégates et les corvettes, notre marine dispose encore de deux types d'avisos qui remplissent des services analogues, mais sont de

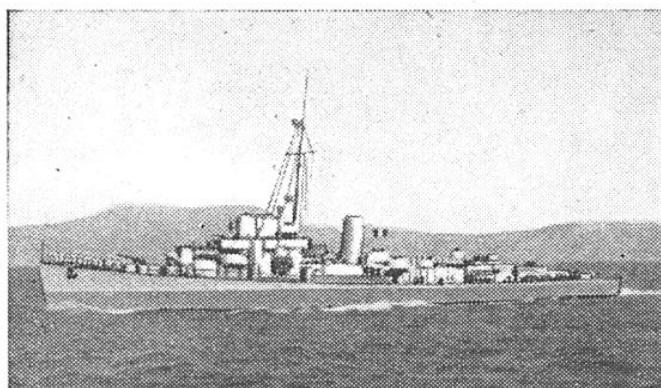


FIG. 4. — UN DES NOUVEAUX TORPILLEURS D'ESCORTE DE LA MARINE FRANÇAISE

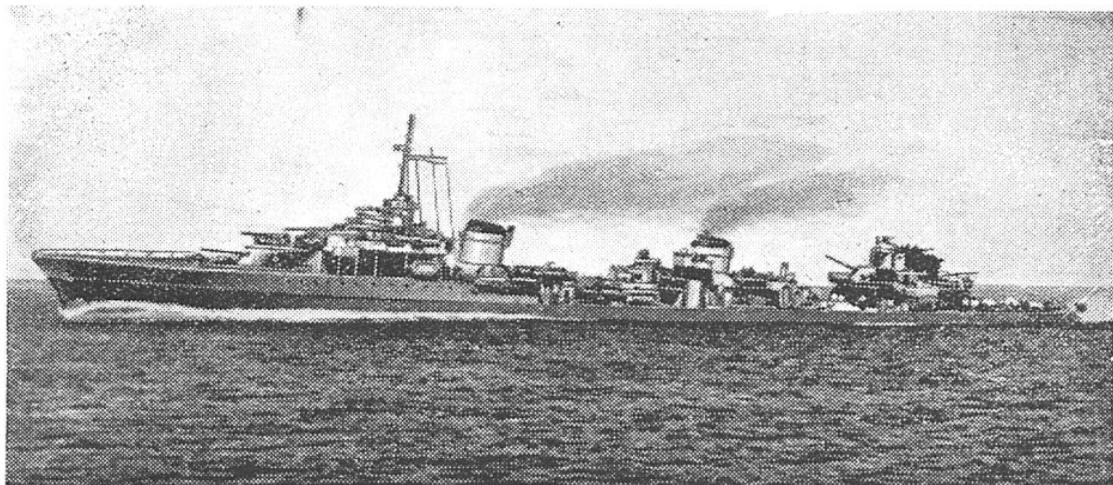


FIG. 5. — LE CROISEUR LÉGER « MALIN », 2 600 TONNES, 40 NŒUDS, 5 PIÈCES DE 138 MM

construction française. Ce sont d'abord : cinq avisos coloniaux du type *Dumont-d'Urville*, assez grands bâtiments puisqu'ils déplacent 2 500 tonnes en pleine charge et sont armés de trois pièces de 138 mm; deux moteurs Diesel leur permettent de soutenir, pendant les plus longues traversées, une très bonne vitesse de route; ensuite, douze avisos des types *Cdt Delage* et *Chevreuil*, de 750 tonnes et 20 nœuds, également à Diesel. De même que les frégates et les corvettes, ces derniers sont armés de canons de 100 mm, de 40 mm et de 20 mm AA, et de nombreuses grenades.

Escorteurs et chasseurs

Les escorteurs sont également une nouvelle catégorie de bâtiments dans notre marine. Il en existe 30. Ils ont été construits aux Etats-Unis et se répartissent, quant aux noms, en trois séries, les *Sabre*, les *Attentif* et les *Carabinier*. Déplaçant près de 370 tonnes en service, filant 20 nœuds, propulsés par des Diesel, les escorteurs sont armés d'un canon de 76 mm, de six canons de 40 mm et de 20 mm pouvant tous tirer contre avions, et de grenadeurs et mortiers. A l'encontre de la plupart des bateaux suivants, leur coque est en acier.

Les chasseurs de sous-marins sont au nombre de 68. Ils appartiennent à différents types suivant qu'ils ont été lancés en France, en Angleterre ou aux Etats-Unis. A l'exception de sept de construction anglaise désignés « vedettes » (80 tonnes seulement), ils sont identifiés par les lettres CH suivies d'un numéro, et les plus gros

(construction française), entrés en service de 1934 à 1940, déplacent environ 160 tonnes. La série la plus nombreuse a été construite aux Etats-Unis (50) et vient seulement d'être incorporée dans notre marine. Il s'agit de petites unités de 33,5 m, à coque de bois, de 135 tonnes environ. Tous ces chasseurs de sous-marins sont propulsés par deux Diesel et filent environ 15 nœuds. Pendant la guerre, plusieurs ont pris une part très active aux opérations en Manche. et, de même que les escorteurs, ils conviennent spécialement pour l'escorte des convois côtiers.

Récemment, des escorteurs participant aux opérations sur les côtes de Provence ont détruit des vedettes d'assaut italiennes.

Vedettes rapides

Les vedettes rapides constituent une catégorie de bâtiments de combat encore plus petits que les précédents (55 tonnes), mais particulièrement redoutables en raison de leur vitesse élevée (plus de 40 nœuds) et

du fait qu'ils sont armés de deux torpilles. Ce sont essentiellement des navires d'assaut, conçus pour les mers étroites comme la Manche, la mer du Nord ou la Méditerranée, et dont le type a connu un très grand développement au cours de cette guerre. Depuis 1940, il n'est pas de semaine qui n'ait vu d'engagements de vedettes rapides, les unes cherchant à attaquer le trafic côtier de l'adversaire, les autres, armées de petits canons automatiques, recherchant pour les détruire les vedettes portetorpilles croisant à l'affût dans l'obscurité. Les

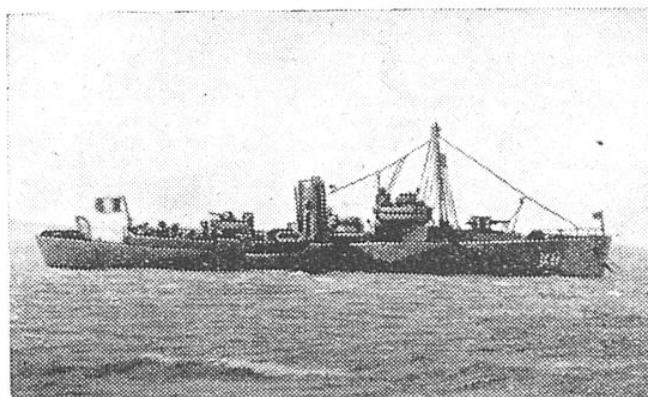


FIG. 6. — UNE DES CORVETTES DE LA MARINE FRANÇAISE

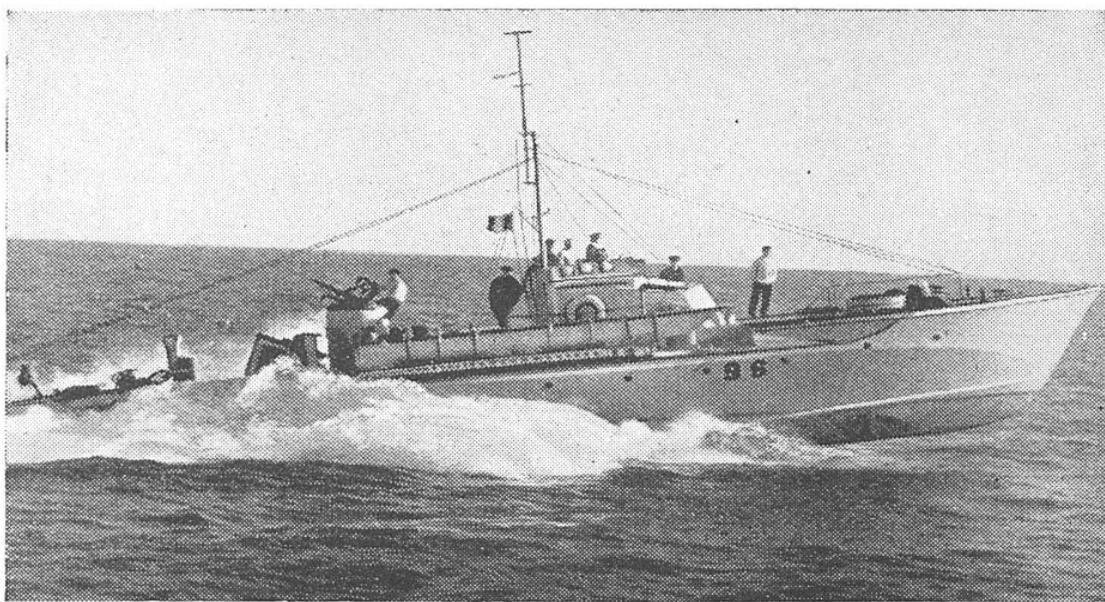


FIG. 7. — UNE VEDETTE RAPIDE LANCE-TORPILLE

vedettes françaises basées en Angleterre ont participé à cette « petite guerre » et, au printemps dernier en particulier, ont exécuté avec bonheur plusieurs attaques au cours desquelles nombreux transports et patrouilleurs allemands naviguant au large des côtes normandes ont été coulés.

Dragueurs

Les dragueurs constituent une catégorie de petits navires indispensables dans toute marine de guerre; leur travail absolument essentiel consiste à déblayer les champs de mines mouillés par l'adversaire. Beaucoup de dragueurs sont, en temps de guerre, des chalutiers réquisitionnés et transformés; mais, avec le développement des mines à mise de feu magnétique, des séries spéciales de petits bâtiments sont construites pour remplir ces nouvelles missions et les flottilles de dragage de la marine fran-

çaise se sont récemment accrues d'une quarantaine de bateaux neufs transférés par les marines américaine et anglaise. Trente dragueurs américains du type YMS nous ont ainsi été livrés et 14 anglais du type MMS. Ce sont des bâtiments de près de 300 tonnes à Diesel et coque de bois, filant environ 15 nœuds. On utilise aussi pour les dragages les chasseurs de sous-marins qui se prêtent également bien à ce rôle.

L'aviation navale

Notre aviation navale comprend des avions d'exploration ou de surveillance, des bombardiers et des avions torpilleurs actuellement groupés en 8 flottilles. A l'exception de ces derniers, qui sont du type français (Latécoère 298), ils sont tous de construction anglaise ou américaine, en attendant que nos usines puissent, de nouveau, construire des appareils des types nécessaires aux opérations de l'aviation navale.

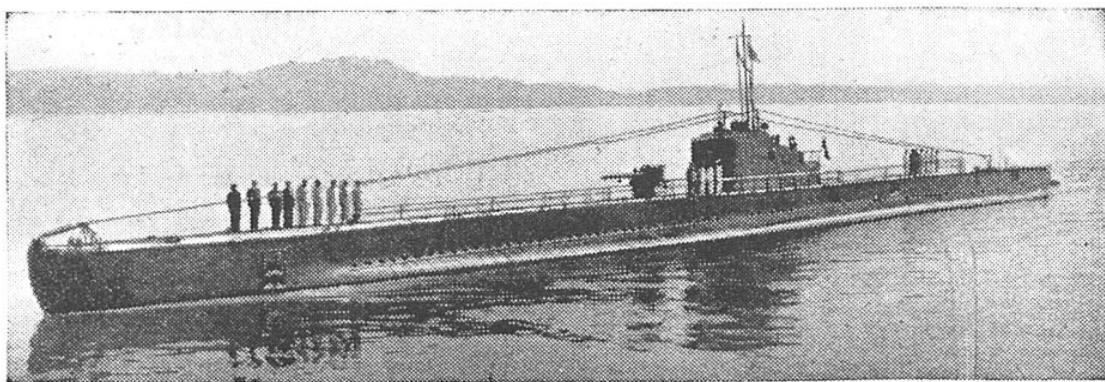


FIG. 8. — LE SOUS-MARIN « CASABIANCA », QUI S'EST ILLUSTRÉ A MAINTES REPRISES EN MÉDITERRANÉE, EN PARTICULIER LORS DE LA LIBÉRATION DE LA CORSE

La marine de guerre française au 1^{er} Février 1945

	ENTRÉE EN SERVICE	DÉPLACEMENT	VITESSE PRÉVUE	ARMEMENT
1. — Navires de ligne.				
RICHELIEU	1940	35 000 tW	30 n	VIII 380 - IX 152 - XII 100 AA LVI 40 AA - L 20 AA.
JEAN-BART.....	1942	Id.	Id.	
LORRAINE.....	1916	22 190 tW	21 n	VIII 340 - XIV 138 - VIII 75 AA XIV 40 AA - XXV 20 AA.
2. — Transports d'aviation.				
BÉARN	1927	22 146 tW	21 n	VIII 155 - N 40 et 20 AA.
N., ex-BITER	1942	14 000 t	16 n
3. — Croiseurs et croiseurs légers.				
2 DUQUESNE	1928	10 000 tW	33 n	VIII 203 - VII 75 AA - XII 40 AA - XII à XX 20 ou M AA - VI T.
SUFFREN.....	1930	10 000 tW	32 n	VIII 203 - VIII 75 AA - XII 49 AA - XVIII 20 AA.
2 DUGUAY-TROUIN ..	1926	7 250 tW	34 n	VII 155 - IV 75 AA - VI 40 AA - XX 20 AA - VI T.
JEANNE-d'ARC	1931	6.500 tW	25 n	VIII 155 - IV 75 AA - XIV 40 AA - XX 20 AA.
EMILE-BERTIN	1934	5 900 tW	34 n	IX 152 - IV 90 AA - XVI 40 AA - XX 20 - VI T.
3 GLOIRE	1937	7 600 tW	31 n	IX 152 - VIII 90 AA - XXIV 49 AA - XVI 20 AA - VI T.
4 LE FANTASQUE ..	1935	2 600 tW	40 n	V 138 - VIII 40 AA - X 20 AA - VI T.
4. — Contre-torpilleurs, torpilleurs et torpilleurs d escorte.				
TIGRE	1926	2 126 tW	35,5 n	IV 130 - I 40 AA - VIII 20 AA - III T.
2 ALBATROS.....	1933	2 436 tW	35,5 n	V 138 - I 37 AA - IV 13 AA - VI T.
5 BOURRASQUE.	1926-27	1 319 tW	33 n	III 130 - I 40 AA - VIII 20 AA - III T.
4 LE FORTUNÉ	1928-30	1 378 tW	33 n	III 130 - I 40 AA - VIII 20 AA
LA COMBATTANTE....	1943	900 tW	27 n	IV 102 AA - V 40 AA - VI 20 AA - II T.
5 LA MELPOMÈNE ..	1936-38	610 tW	34 n	II 100 N 40 et 20 AA - II T.
6 SÉNÉGALAIS	1944	1 300 tW	19 n	III 76 AA - I 40 AA - XII 20 AA.
5. — Sous-marins.				
MARSOUIN	1926	974-1 441 t	15,5-9 n	I 100 - X T.
7 ARCHIMÈDE.....	1932-36	1 379-2 060 t	18-9 n	I 100 - X T.
3 CURIE.....	1943-44	626-721 t	13-9 n	I 76 - IV T.
NARVAL	1942	714-864 t	14,5-8 n	I 75 - VI T.
11 ARÉTHUSE	1932-34	570-800 t	14-9 n	I 75 - VIII T.
3 MINERVE	1935-36	600-825 t	14-9 n	I 75 - IX T.
2 CÉRÈS	1939	652-851 t	14-9 n	I 75 - IX T.
RUBIS	1932	670-925 t	12-9 n	I 75 - IV T - XXXII mines.
6. — Aviso s, frégates et corvettes.				
5 DUMONT-d'URVILLE	1932-40	1 969 tW	15,5 n	III 138 - IV 40 AA - XI 2) AA.
MARNE.....	1917	601 tW	20 n	IV 100 - II 65.
2 AMIENS	1919	644 tW	19 n	II 138 - I 75.
9 ÉLAN	1939-40	630 tW	20 n	II 90 AA - I 40 AA - VI 20 AA.
3 CHEVREUIL.....	1939-40	647 tW	20 n	II 90 AA - I 40 AA - VI 20 AA.
6 L'AVENTURE.....	1943-44	1 445 tW	19 n	II 102 AA - IV 20 AA.
7 ACONIT	1941-42	1 150 t	15 n	I 102 - II 57 AA - I 40 AA - II 20 AA.
7. — Escorteurs, chasseurs et vedettes de patrouille.				
30 SABRE, L'ATTEN- TIF et CARABINIER .	1944	300 tW	20 n	I 76 - I 40 AA - V 20 AA.
50 Ex-américains CH	1944	110 tW	15 n	I 49 AA - III 20 AA.
CH 2 et 3.....	1933	148 tW	20 n	I 75 - I 40 AA - III 20 AA.
6 Type CH 10.....	1940	107 tW	16 n	I 75 - N 40 et 20 AA.
3 Type CH 41.....	1940	126 tW	16 n	I 75 - N 40 et 20 AA.
7 GALANTRY.....	1941-42	82 tW	19 n	I 20 AA, 2 mt AA.
28 V P.....	1941-42	52 tW	12 n	I 20 AA, mt AA.
8. — Dragueurs de mines.				
30 Type 201	1943-44	280 tW	15 n	I 76 - II 20 AA.
14 Type 241	1943-44	"	"	"

Note. — Aux bâtiments ci-dessus s'ajoutent des canonnières de rivière, des chalutiers transformés en patrouilleurs, des bâtiments hydrographes, le ravitailleur de sous-marins *Jules-Verne*, plusieurs pétroliers, des transports et croiseurs auxiliaires.

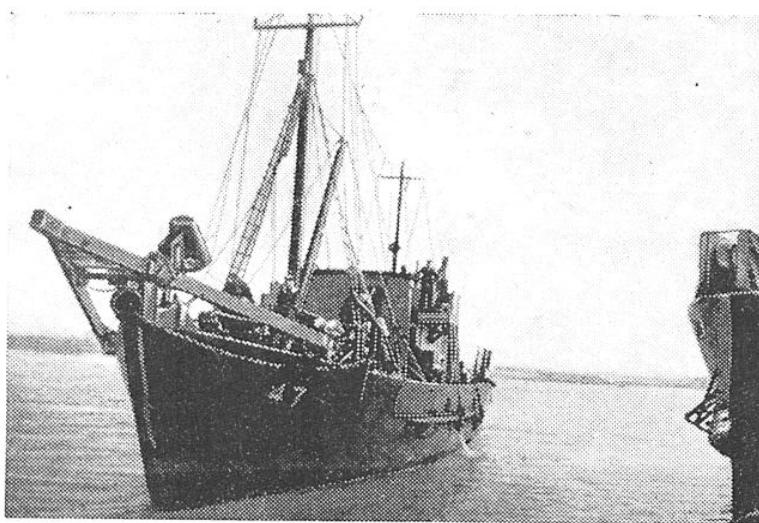


FIG. 9. — NOUVEAU DRAGUEUR EN BOIS POUR MINES MAGNÉTIQUES

Les avions d'exploration sont surtout de grands hydravions à coque de 32 à 34 mètres d'envergure, bi- ou quadrimoteurs des types Consolidated PBY 5 A « Catalina » (Américain) ou Short « Sunderland » (Anglais). Ce sont de véritables bateaux volants d'un poids de 13 à 25 tonnes, montés par 7 ou 8 hommes d'équipage et enlevant, en outre de leur charge de bombes anti-sous marines, un poids d'essence suffisant pour 24 heures de vol à près de 300 km/h. On utilise également pour l'exploration des vastes espaces océaniques des quadrimoteurs de type terrestre et de construction anglaise, les Armstrong Whitworth « Wellington », qui filent plus de 400 km/h.

Les appareils utilisés pour la surveillance rapprochée sont des Supermarine « Walrus » monomoteurs, appareils très sûrs, en service dans l'aviation navale anglaise depuis quatre ans.

Enfin, l'aviation navale française arme comme bombardiers des Douglas SBD-2 « Dauntless » monomoteurs et des Lockheed « Ventura », bimoteurs américains volant à près de 500 km/h. Les SBD conviennent spécialement pour le bombardement en piqué.

Notre marine ne dispose malheureusement pas de grand porte avions, car le *Béarn*, maintenant désigné « transport d'aviation », a une vitesse de 20 nœuds, trop faible pour participer aux opérations d'escadre qui exigent des bâtiments marchant au moins à 30 nœuds. Récemment refondu aux Etats Unis, il peut cependant rendre encore de bons services comme porte-avions d'escorte.

On sait, en effet, que le besoin s'est fait sentir de disposer également de bâtiments de ce type pour l'escorte des convois à travers les océans.

Ces porte avions n'ont pas besoin d'une vitesse élevée et la quasi-totalité de ceux qui sont en service dans les marines américaine et anglaise ne dépassent pas 16 à 18 nœuds.

C'est à cette catégorie de bâtiments qu'appartient le *Biter*, qui vient d'être transféré à notre marine par les Etats-Unis, et qui est un navire de charge lancé en 1939 et transformé en porte avions d'escorte en 1942.

Navires auxiliaires

Aux navires de combat proprement dits et aux flottilles de l'aéronavale s'ajoutent encore un assez grand nombre de patrouilleurs et d'aviso auxiliaires, de navires hydrographes, de ravitailleurs, ainsi que des transports et des pétroliers.

Les transports sont, soit des paquebots transformés, tels le *Canada*, navire-hôpital, soit des bananiers modernes comme le *Barfleur*, le *Quercy*, le *Cap des Palmes*, beaux navires à Diesel de 15 à 17 nœuds qui rendent les plus grands services pour assurer les liaisons indispensables entre nos bases (transports de personnel et de matériel).

Fusiliers-marins

Plus de 300 bâtiments armés de 60 000 officiers et marins constituent déjà la marine de guerre française renaissante en ce début d'année 1945 ; mais, pour être complet, il ne faut pas oublier que les marins combattent également sur terre. Cinq régiments de fusiliers-marins sont déjà constitués ainsi que des batteries de canonniers et des groupements de choc comprenant des commandos et des détachements de parachutistes. Deux des régiments de fusiliers-marins arment des chars « Scherman », des voitures de reconnaissance et des tanks-destroyers sont en



FIG. 10. — UN CHASSEUR DE CHARS DU RÉGIMENT BLINDÉ DES FUSILIERS MARINS

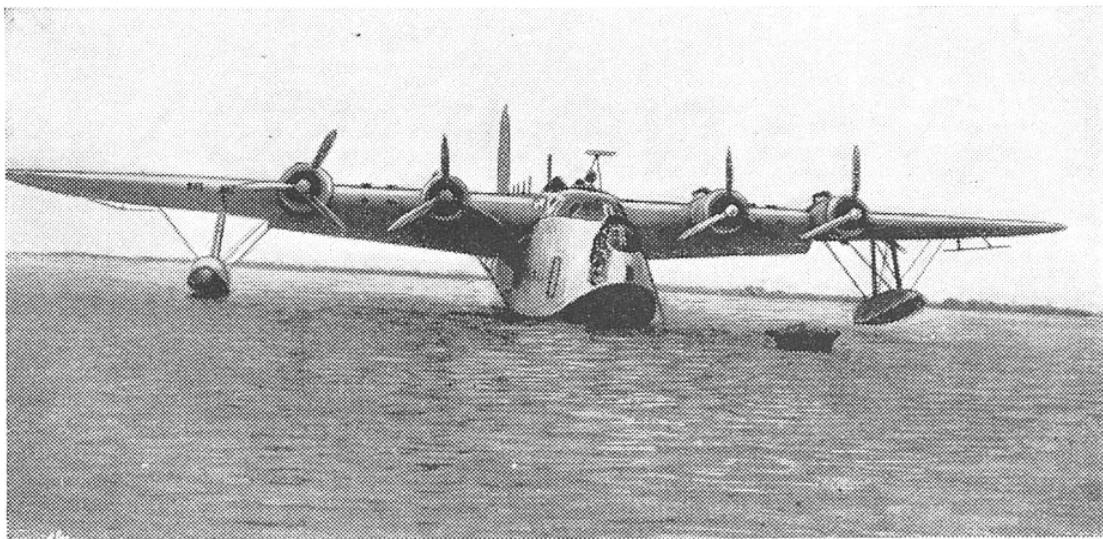


FIG. 11. — UN GRAND HYDRAVION D'EXPLORATION SHORT « SUNDERLAND », UTILISÉ PAR L'AÉRONAUTIQUE FRANÇAISE

ligne depuis de nombreux mois puisque l'un d'eux, le 1^{er} régiment, formé en juillet 1940, a combattu en Libye, notamment à Bir Hakeim, en Tunisie, en Italie, avant de faire partie de l'armée de De Lattre de Tassigny débarquée en Provence, tandis que l'autre, le régiment blindé des fusiliers-marins, né en Tunisie en 1943, fait partie de la fameuse division Leclerc et s'est illustré dans la percée d'Avranches, la libération de Paris et la prise de Strasbourg où un peloton de ses tanks-destroyers est entré le premier. Les autres régiments sont de formation plus récente et dans leurs rangs se pressent nombreux des officiers et des marins qui se sont distingués dans les formations F.F.I. où ils

constituaient le plus souvent des groupements homogènes.

Cette rapide revue des forces navales françaises nous a montré qu'elles disposent aujourd'hui d'unités très modernes répondant aux nécessités de la guerre aéronavale telle qu'elle est actuellement conduite. Mais ces bâtiments n'existent qu'en très petit nombre sous notre pavillon et ne constituent en quelque sorte que des prototypes. Ce sera la tâche des prochaines années de développer sur ces bases une marine vraiment cohérente, aux effectifs en rapport avec l'ampleur de notre Empire.

François COURTIN.

Un technicien américain, le Dr Maurice Ewing, de l'Océanographic Institution de Woods Hole (Massachusetts), a établi un nouveau record dans un domaine encore peu exploré : il est parvenu à prendre des photographies au fond de l'océan à 4 950 m au-dessous du niveau de la mer.

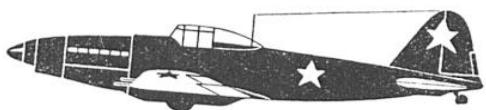
Dans ses premiers essais de photographie sous-marine, en 1938, il avait utilisé un appareil enfermé dans une caisse d'aluminium, muni de puissantes ampoules alimentées par batteries et entraîné vers le fond par un important lest de fonte. Ce lest était relié à l'appareil par une pièce en sel marin qui, se dissolvant, libérait la chambre de prises de vues qu'il fallait ensuite repêcher, car aucun câble ne la reliait au navire des expérimentateurs.

Un peu plus tard, le docteur Ewing atteignit 2 000 m avec un autre dispositif consistant essentiellement en un tube de pyrex de 15 cm de diamètre et long de 1,50 m où étaient logés la caméra et ses accessoires. C'est avec un appareil perfectionné de ce type, dont l'obturateur est actionné par une pédale sous le lest de fonte, qu'il a atteint, l'été dernier, près de 5 000 m.

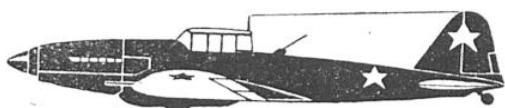
Les renseignements fournis par ces clichés, encore en petit nombre, seront sans doute précieux pour l'étude géologique des fonds marins, celle de la flore et de la faune sous-marines et celle des courants. De plus, il est évident qu'ils fourniront des résultats précieux pour l'identification des épaves des navires et, par là, permettront aux sauveteurs et entreprises de récupération d'économiser un temps précieux dans la localisation des cargaisons englouties.

AVIONS D'ASSAUT

STORMOVIK IL 2



STORMOVIK IL 3

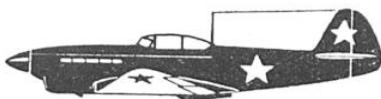


IL 2 L'avion d'attaque au sol monoplace « Stormovik » IL 2 possède un moteur AM 38 de 12 cylindres en V, à refroidissement par liquide, de 1 200 ch. Il peut recevoir un armement variable, comprenant, soit 2 canons automatiques et 4 mitrailleuses dans l'aile, soit 2 mortiers à obus-fusées et 4 mitrailleuses, soit 8 bombes-fusées pesant 40 kg chacune. Sa vitesse maximum peut dépasser 500 km/h. Son envergure est de 14,6 m, sa longueur de 11,22 m.

IL 3 Cet appareil est semblable au précédent, dont il diffère par l'installation d'une arme mobile tirant vers l'arrière. C'est donc un appareil biplace dont les performances sont un peu inférieures.

CHASSEURS

YAK 9



LAGG 3



LA 5



MIG 3



YAK 9 Chasseur monoplace à moteur M 105 de 12 cylindres en V, à refroidissement par liquide, développant 1 200 ch.

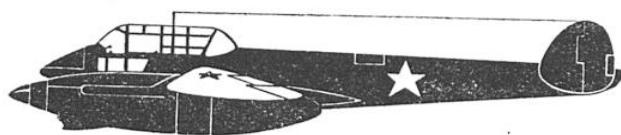
LAGG 3 Chasseur monoplace à moteur M 105 de 1 200 ch, construit entièrement en bois, mis à part le capotage du moteur. Son envergure est de 9,7 m, sa longueur de 9 m. Sa vitesse maximum est de 560 km/h à 5 000 m d'altitude. Le LAGG 3 monte à 3 000 m en 5 minutes ; son plafond est 9 000 m et son rayon d'action est de 650 km. Il est armé d'un canon de 20 mm dans l'axe du moteur et de 2 mitrailleuses lourdes au-dessus du moteur.

LA 5 Chasseur monoplace à moteur de 1 600 ch en double étoile, à refroidissement par air. Son armement comporte deux canons automatiques de 20 mm. Sa vitesse maximum dépasse 600 km/h.

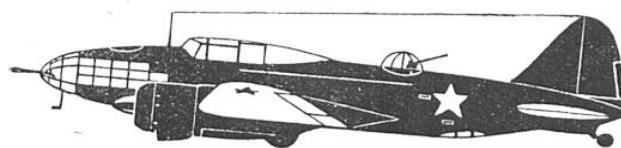
MIG 3 Chasseur monoplace à moteur AM 35 de 12 cylindres en V, à refroidissement par liquide développant 1 200 ch. Son armement comporte un nombre variable de canons de 20 mm et de mitrailleuses. Le MIG 3 a une vitesse maximum de 580 km/h à 4 000 m. Son envergure est de 11,45 m, sa longueur de 9,5 m.

BOMBARDIERS LÉGERS

YAK 4



DB 3 F

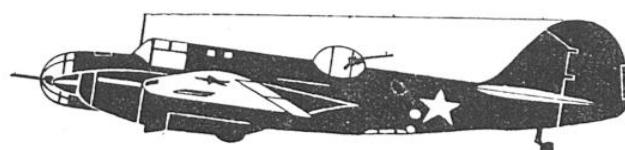


YAK 4 Ce bombardier léger et appareil de reconnaissance biplace est équipé de deux moteurs M 105, de 12 cylindres en V, à refroidissement par liquide, développant chacun 1 200 ch. Sa vitesse maximum atteint 450 à 500 km/h.

DB 3 F Le bombardier léger et appareil de reconnaissance DB 3 F est équipé de deux moteurs M 88 à compresseurs, développant 1 100 ch. Sa vitesse maximum atteint 450 km/h à 7 000 m. Son envergure est de 21,4 m, sa longueur de 14,3 m, son poids à vide de 5 270 kg, son poids total en charge de 9 700 kg avec 2 300 kg. de bombes. Le plafond du DB 3 F, grâce au compresseur dont cet appareil est muni, dépasse 10 000 m. Son rayon d'action est de 2 800 km.

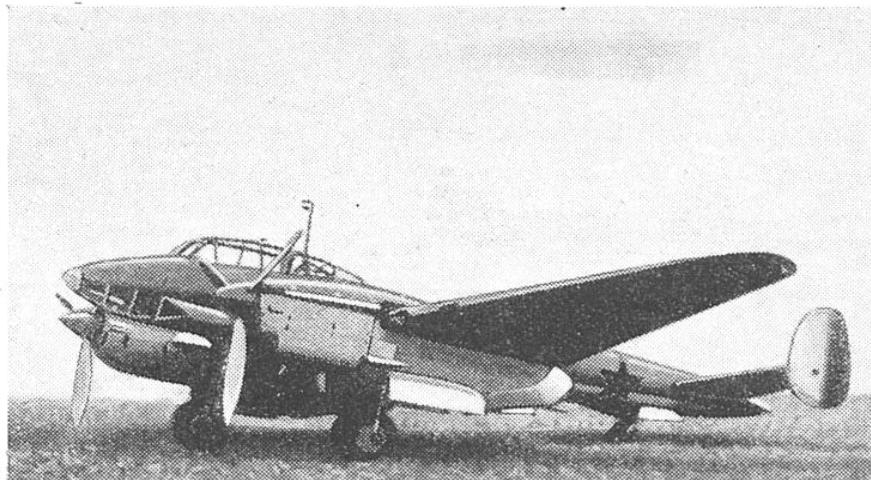
BOMBARDIERS EN PIQUÉ

AR 2

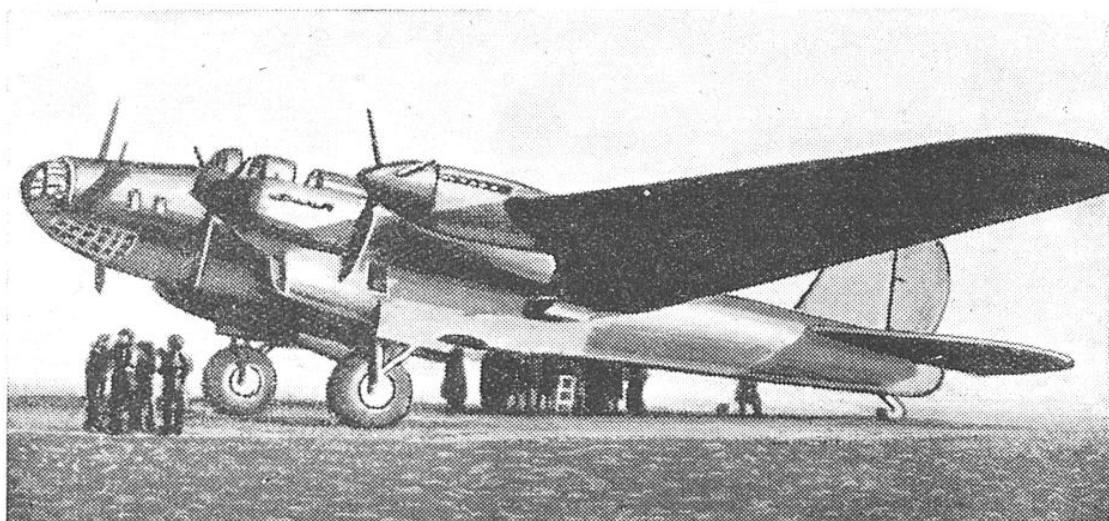


AR 2 Le bimoteur de combat léger et bombardier en piqué AR 2 est équipé de deux moteurs Hispano Y 50. Sa vitesse maximum ne dépasse pas 450 km/h. L'AR 2 est armé de 3 mitrailleuses mobiles. Son équipage comporte 3 ou 4 hommes. Il peut emporter 800 kg de bombes. Son envergure est de 23 m et sa longueur de 14 m.

PE 2 Le bimoteur de combat léger et bombardier en piqué PE 2 est équipé de deux moteurs M 105 de 1200 ch. Son envergure est de 17,2 m. Sa vitesse maximum est de 540 km/h à 5000 m. Son équipage est de 3 hommes. L'appareil est puissamment blindé et peut emporter une charge importante de



BOMBARDIER LOURD



TB 7 Cet appareil, de 36 m d'envergure, a un rayon d'action de 4 000 km. Sa vitesse maximum est de 450 km/h et son poids total dépasse 22 tonnes. L'armement est réparti en 3 tourelles et à l'arrière de chacun des fuseaux moteurs se trouve un poste de mitrailleur.

soit sous les plans, soit dans les casiers à bombes du fuselage. Il est, bien entendu, équipé de sièges blindés (tôles de 9 mm) et le pare-brise est à l'épreuve des balles. La réserve de carburant de 1 500 litres est répartie entre onze réservoirs logés dans l'aile et dans le fuselage, entourés — comme d'ailleurs les réservoirs de lubrifiant — de caoutchouc spongieux se gonflant au contact de l'essence. Si celle-ci s'écoulait, par suite de l'atteinte d'une balle, le gonflement du caoutchouc obtureraient automatiquement l'orifice. En outre, pour éliminer les dangers d'incendie, l'atmosphère au-dessus du carburant, dans les réservoirs, est constituée par un gaz inerte, de l'azote.

Le PE 3 est une amélioration du PE 2.

Il existe un autre type de bombardier en piqué russe : c'est le AR 2, dérivé du SB 2 (comme le DB 3 F), mais ses performances sont inférieures à celles du PE 2.

Les avions d'attaque au sol

C'est dans cette branche que l'aviation russe excelle. Le « Stormovik » a une réputation mondiale. « Schtourmovik », qui signifie « avion d'assaut » (on utilise aussi la désignation BSch,

abrégé de *Bromirovni Schtourmovik* : avion d'assaut blindé) est employé pour désigner deux types d'appareils dérivés l'un de l'autre, le IL 2 et le IL 3, construits par l'ingénieur russe Illiouchine.

Le IL 2 est un monoplace monomoteur à aile basse, à roues semi escamotables, équipé d'un moteur AM 38 de 1 200 ch de 12 cylindres en V. Il est équipé de 2 canons de 32 mm et de 4 mitrailleuses, ou de 2 mortiers à obus-fusées et de 4 mitrailleuses. Il peut emporter 400 kg de bombes. Sa vitesse maximum est comprise entre 450 et 500 km/h. Il est très fortement blindé. Une de ses caractéristiques est la plaque de blindage mobile du radiateur que le pilote sort au moment de l'assaut et relève ensuite pour rendre au moteur son refroidissement normal.

Le IL 3 est une version biplace du IL 2 équipée d'un canon à l'arrière. Bien que ses performances soient un peu inférieures à celles du IL 2, du fait de l'alourdissement de la cellule, le IL 3 est de plus en plus employé en raison de sa bonne défense arrière.

Généralement les groupes de Stormovik comprennent une escadrille d'appareils à mortiers et une escadrille d'appareils équipés de canons.

Pierre ARMONT.

La marine marchande française comptait, au 1^{er} juillet 1939, 2 900 000 tonneaux de jauge brute. Les pertes par fait de mer ou de guerre, les prises allemandes et japonaises, les réquisitions et ventes alliées ou neutres ont réduit la flotte commerciale française actuellement sous notre pavillon à 850 000 tonneaux (un peu moins de 30 %). Encore 125 000 tonneaux sont-ils âgés de plus de 25 ans et à remplacer dans le plus bref délai.

LES LOCALISATIONS CÉRÉBRALES

par Paul CHAUCHARD

Directeur-adjoint du Laboratoire de Neurophysiologie
de l'Ecole des Hautes Etudes (Sorbonne).

*L*e cerveau est l'organe de la pensée : la question est hors de discussion. Mais, pour assurer le jeu complexe de notre psychisme, y a-t-il fonctionnement global de toute la masse cérébrale ou, au contraire, parmi les milliards de cellules nerveuses, de neurones que renferme l'écorce cérébrale, certains groupes sont-ils spécialisés dans l'exercice de telle faculté, formant ainsi des aires fonctionnelles repérables sur une carte du cerveau? C'est là le problème des localisations cérébrales qui a suscité et suscite encore des discussions passionnées parmi les physiologistes. Les idées les plus contraires ont été soutenues, basées sur des observations et des expériences précises, mais d'interprétation délicate. Cette question passionnante touche à l'éénigme des rapports de l'esprit et de la matière sans d'ailleurs en apporter la solution, car le même argument scientifique a pu servir aux uns pour étayer une conception matérialiste, aux autres une conception spiritualiste. Il est donc possible à tous d'y réfléchir sans parti pris.

RATTACHER l'intelligence à l'activité matérielle d'un de nos organes, le cerveau, est une idée très ancienne, puisqu'elle remonte aux philosophes-naturalistes de la Grèce antique, fut soutenue par le grand anatomiste Galien et que Descartes en faisait très heureusement état. Mais la démonstration ne fut pleinement donnée qu'au dix-neuvième siècle, grâce à l'expérimentation sur l'animal et à l'étude soigneuse des maladies nerveuses. Les imaginations se donnèrent libre cours pour expliquer les processus matériels du fonctionnement nerveux, la nature de ces mystérieux « esprits animaux » cheminant dans les centres et les nerfs, jusqu'au jour assez récent où la nature électrique de l'influx nerveux fut démontrée. En ce qui concerne la vie psychique dans ses rapports avec le cerveau, comme le faisait déjà remarquer voici cent ans l'anatomiste Bourgery, « deux théories inverses et contradictoires, quoique avec une égale prétention de s'appuyer sur les faits, se partagent les savants. Tandis que les uns croient pouvoir localiser chaque fonction dans un point ou un organe particulier du cerveau, les autres pensent que toute fonction intellectuelle émane de la masse entière cérébrale, une et solidaire dans toutes ses manifestations. »

L'idée localisatrice apparaît déjà avec Galien. Le spiritualisme scholastique de saint Thomas, qui considère l'âme comme le principe d'unité de l'individu, n'était pas favorable à la thèse localisatrice ; il en fut tout autrement du spiritualisme cartésien pour lequel l'âme est une force agissant sur le corps, ce qui conduit naturellement à rechercher l'endroit où ce principe agit, ce que Bergson nomme le point d'insertion de l'esprit dans la matière : aussi nombreux furent ceux, aux dix-septième et dix-huitième

siècles, qui crurent trouver le siège de l'âme, à commencer par Descartes, lequel invoque l'épiphyse, sans aucune preuve expérimentale. On connaît la phrase de Broussais qui ne rencontra jamais « l'âme sous son scalpel ». Fallait-il en conclure, comme il le fit alors, que l'âme n'existe pas et que tout est matière ? Il eût été plus sage de dire simplement, en s'en tenant au fait, que l'âme n'est pas localisable.

Cependant, en ce début du dix-neuvième siècle, on connaissait des localisations nerveuses. Depuis Galien, on savait que certaines lésions siégeant en tel endroit des centres provoquent certains troubles (paralysies ou pertes de sensibilité) ; les médecins avaient reconnu que, dans les atteintes cérébrales, il survient une paralysie du côté opposé du corps et le premier des neurophysiologistes modernes, Pourfour du Petit, avait réalisé de telles paralysies sur l'animal.

C'est l'anatomiste Gall qui, vers 1810, fut le vrai fondateur de la doctrine des localisations cérébrales, soutenant, comme le dit Lhermitte (1), « que le cerveau n'est pas constitué comme les viscères communs par la juxtaposition de pièces de structure uniforme et dotées d'égales fonctions ; tout au contraire, le cerveau apparaît comme un organe hétérogène, c'est-à-dire composé d'autant de systèmes particuliers qu'il exerce de fonctions distinctes. » Il ne s'agissait plus de localiser l'âme, mais ses diverses facultés. Mais Gall n'apporta pas de preuve sérieuse de son idée ; il en tira une application pratique abusive et fantaisiste, à phrénologie qui recherche les aptitudes psychiques par la position des bosses

(1) J. Lhermitte : Les mécanismes du cerveau. Gallimard, 1938.

du crâne, dites correspondre à des parties plus développées du cerveau.

Aussi Flourens, sérieux expérimentateur qui, par ses ablations de cerveau, surtout chez le pigeon, avait prouvé le rôle de cet organe pour l'intelligence, n'eut pas de peine à faire triompher l'idée qu'il en avait tirée que le cerveau est un tout homogène.

La question rebondit en 1861 quand Broca découvrit des lésions localisées dans le cerveau d'un malade qui avait eu des troubles de la parole : il soutint l'existence d'un centre du langage.

En 1870, débute l'ère moderne : Fritsch et Hitzig observent que l'excitation électrique de certains points bien déterminés de la surface du cerveau déclenche des mouvements dans diverses régions du corps : démonstration définitive de localisations pour la motricité cérébrale. Il en résulte de multiples expériences qui, combinées aux observations des neurologistes, dans les maladies, permirent, à la fin du siècle, de dresser une carte des localisations cérébrales. En même temps, les progrès de l'histologie, la découverte, grâce à Ramon y Cajal, de la constitution exacte

de la cellule nerveuse ou neurone avec son corps cellulaire et ses divers prolongements dont le principal est l'axone, permettaient de comprendre la structure exacte des centres nerveux.

La carte du cerveau présentait encore bien des blancs ; était-ce manque d'exploration et devait-on un jour pouvoir y localiser toutes les fonctions psychiques ? On essaya surtout pour le langage, et Charcot, fervent localisationniste, admettait de multiples centres pour la compréhension et l'exécution du langage et de l'écriture.

Le vingtième siècle a amené la crise de cet hyperlocalisationnisme : en 1906, Pierre Marie s'attaquait au centre du langage de Broca, montrant que les troubles de la parole s'accompagnent toujours de lésions cérébrales étendues.

Aujourd'hui enfin, s'il n'est pas possible de nier l'existence de certaines localisations cérébrales concernant la réception des messages sensoriels ou l'exécution des ordres moteurs volontaires, la discussion persiste aux autres points de vue et spécialement pour l'activité psychique elle-même. Il reste des localisationnistes qui pensent qu'un jour la carte cérébrale n'aura plus

de blancs : ce sont surtout des anatomistes, comme C. et O. Vogt, Kleist, O. Foerster ; mieux encore, Hasskoverk, Küppers croient possible de localiser un centre du moi, vrai retour à Descartes.

A l'opposé, les antilocalisationnistes (avec la restriction indiquée) sont nombreux parmi les physiologistes et cliniciens : beaucoup pensent comme K. Goldstein, fondateur de la « Ganzheitstheorie », la « théorie de la totalité », que le système nerveux est un appareil où toutes les pièces se tiennent et qui travaille toujours dans sa totalité.

« Une fonction, écrit Lhermitte, ne s'encadre point dans une structure, car la fonction est un processus dynamique qui met en branle le système nerveux et l'organisme dans sa totalité. Une surface corticale donnée se caractérise seulement par l'influence qu'exerce sa structure spéciale sur le processus total... Localiser consiste essentiellement à situer une chose dans l'espace ; s'il est légitime de le faire pour une structure ou une lésion, c'est vanité que d'essayer de le tenir pour une fonction, et commettre un énorme contresens de vouloir emprisonner dans une forme cette chose ailleurs. Signalons parmi ceux qui ont contribué à faire reculer le localisationnisme exagéré, Lashley qui a soigneusement analysé le comportement de rats après lésions cérébrales variées, et le psychologue Bergson qui s'est livré à de judicieuses critiques. On arrive ainsi à une conception intermédiaire, qui cherche à retenir la part de vérité contenue dans les deux thèses opposées, et qui paraît plus proche de la complexe réalité.

L'exploration du cerveau

Des procédés d'exploration assez variés nous renseignent sur la nature de l'architecture et du fonctionnement de l'écoce cérébrale, mettant en évidence les particularités de chacune de ses parties ; nous allons les passer en revue.

Les observations anatomiques

L'intelligence est reliée au poids du cerveau, donc au nombre des neurones (ou cellules nerveuses) qui le composent. Mais la relation est

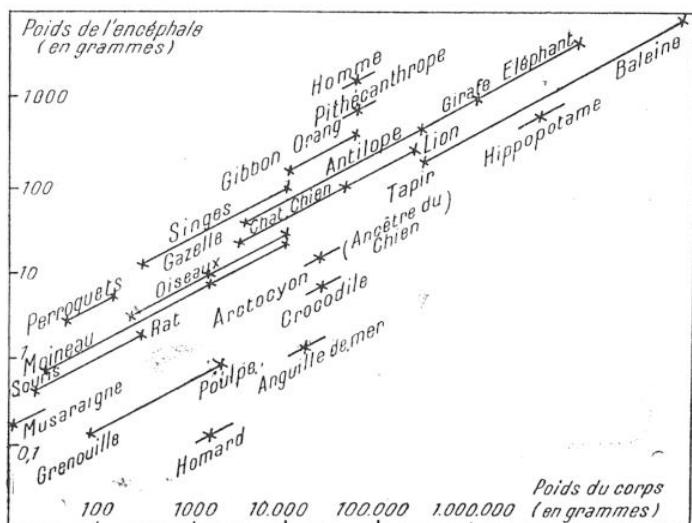


FIG. 1. — EXISTE-T IL UNE RELATION ENTRE LE POIDS DE L'ENCÉPHALE ET L'INTELLIGENCE ?

Sur ce tableau, dû à L. Lapicque, on a comparé, pour éliminer l'influence du poids du corps, des animaux de constitution analogue, mais de tailles différentes, par exemple le Lion et le Chat, la Souris et le Rat, etc. En unissant les points obtenus deux à deux, il est remarquable qu'on obtienne des droites parallèles entre elles. Le niveau de chaque droite peut être caractérisé par un chiffre qui indiquera, en quelque sorte, la valeur du développement cérébral. On trouve ainsi pour le « coefficient de céphalisation » : 0,06 à 0,09 pour le Rat et la Souris; 0,18 pour l'Hippopotame, 0,37 pour le Chat, le Chien et le Lion; 0,3 à 0,4 pour les Singes ordinaires; 0,7 à 0,8 pour les Singes anthropoides et 2,73 pour l'homme.

et fuyante qu'est l'esprit. » Signalons parmi ceux qui ont contribué à faire reculer le localisationnisme exagéré, Lashley qui a soigneusement analysé le comportement de rats après lésions cérébrales variées, et le psychologue Bergson qui s'est livré à de judicieuses critiques. On arrive ainsi à une conception intermédiaire, qui cherche à retenir la part de vérité contenue dans les deux thèses opposées, et qui paraît plus proche de la complexe réalité.

complexe, en raison de l'influence perturbatrice du poids du corps qui, en augmentant, accroît le poids du cerveau sans que l'intelligence augmente. Dans la formule qui relie le poids du cerveau au poids du corps (Eug. Dubois, L. Lapicque), intervient un « coefficient de céphalisation » d'autant plus grand que l'animal est plus intelligent (fig. 1).

L'épaisseur de l'écorce cérébrale et sa surface augmentent avec l'intelligence; la surface est accrue par les *circonvolutions cérébrales* (fig. 2).

Du point de vue de sa structure intime, chaque hémisphère comprend une écorce ou *cortex* de substance grise, où siègent les corps cellulaires et les multiples contacts entre fibres et corps cellulaires ou *synapses*, et, plus profondément, de la substance blanche constituée par les faisceaux de fibres issues des corps cellulaires précédents ou allant vers eux. La substance blanche est purement conductrice; c'est le cortex gris qui a le rôle fondamental dans le fonctionnement psychique. Plus profondément, dans chaque hémisphère, sont des *noyaux gris centraux* qui ont un rôle coordinateur important pour la motricité ou la sensibilité, mais fonctionnent de façon automatique et inconsciente (voir figure 7 B).

Le cerveau de l'homme contient 9 milliards de neurones. Dans l'écorce cérébrale, les uns envoient leurs axones en dehors de l'hémisphère, à grande distance, par exemple jusqu'à la moelle épinière au contact des neurones moteurs périphériques; d'autres, très nombreux, unissent les diverses parties du même hémisphère.

L'examen plus approfondi montre que, sur des coupes, il existe une structure différente pour chaque partie des hémisphères. Baillarger, Campbell l'avaient signalé. C'est surtout aux études fines de l'histologie moderne qu'on doit une bonne connaissance de l'architecture cellulaire des diverses régions corticales: une science nouvelle s'est créée, l'architectonie cérébrale pour laquelle a été édifié un institut près de Berlin. Grâce aux efforts de K. Brodmann qui donna, en 1909, le premier atlas de coupes, de C. et O. Vogt, de Von Economo et Kokinos, etc... nos connaissances ont bien progressé, et le cerveau nous apparaît comme une mosaïque de territoires de structure différente, avec souvent des limites très strictes, des modifications brusques. Les résultats les plus intéressants sont ceux de la cytoarchitectonie, qui concernent la disposition des corps cellulaires; ils sont complétés par les études de myéloarchitectonie, portant sur les fibres; de paliométrie, relatifs à l'épaisseur de l'écorce. Chaque zone possède même une vascularisation relativement indépendante. Enfin, l'extension des recherches à divers animaux permet des constatations intéressantes, par exem-

ple, l'absence de certaines cellules nerveuses dans le lobe occipital de Singes nocturnes sans vision des couleurs, ce qui permet d'attribuer à ces cellules cette fonction. On peut aussi suivre le développement embryologique de ces structures.

Ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans des détails de structure; indiquons simplement à titre d'exemple que la majeure partie de l'écorce comprend 6 couches superposées, dont certaines manquent tandis que d'autres se dédoublent ou augmentent d'importance dans certaines zones. Ces champs corticaux, ou *aires corticales*, ne concordent pas exactement avec les circonvolutions de l'anatomie descriptive. « Ce sont en quelque sorte, nous dit R. Collin (1), des sous-organes de l'écorce cérébrale ». On a reconnu 120 aires par hémisphère. L'observation anatomohistologique nous apporte ainsi la démonstration de localisations cérébrales structurales, et on comprend que les atomistes soient les meilleurs défenseurs actuels de la thèse localisationniste.

Les méthodes d'excitation

La principale propriété des cellules nerveuses est leur excitabilité. Elles entrent en fonctionnement sous l'effet de multiples causes extérieures qui, toutes, ont pour effet de perturber leur surface externe, amenant une dépolarisation électrique de cette surface normalement chargée positivement dans toute cellule vivante. C'est la propagation active de cette dépolarisation le long de toutes les fibres du neurone qui constitue précisément l'*onde d'influx nerveux*, phénomène essentiel de l'activité neuronique. Il faut insister sur le fait que la cellule ne subit pas passivement la dépolarisation, mais qu'elle fait intervenir tout son chimisme pour empêcher et compenser le phénomène; les caractères de l'excitabilité et de la propagation de l'influx sont ainsi liés à la vitesse fonctionnelle cellulaire (2).

Pour connaître les fonctions des neurones cérébraux, on peut donc les exciter. L'excitant de choix est l'électricité, mais on a pu aussi utiliser des excitants chimiques, par exemple la strychnine appliquée localement en divers points du cerveau. On constate que l'excitation ne s'étend que dans certaines aires et ne se généralise pas; il existe des différences de sensibilité entre les aires. Enfin, on peut aussi étudier l'activation des aires cérébrales par des influx nerveux cen-

(1) R. Collin : « L'organisation nerveuse ». Albin Michel, 1944.

(2) Voir : « Le système nerveux et ses inconnues (P. Chauchard). P. Univ. de France, 1941, et « La machine nerveuse (L. Lapicque). Flammarion, 1943.

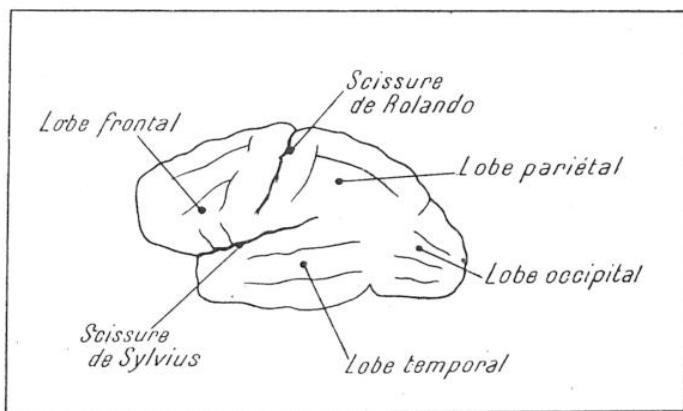


FIG. 2. — LES CIRCONVOLUTIONS CÉRÉBRALES

tripètes, des excitations sensitives ou sensorielles. La difficulté de la méthode est l'impossibilité d'exciter des neurones isolés et l'absence de réponse visible dans beaucoup de zones cérébrales. Seules sont localisables ainsi les zones motrices qui déclenchent un mouvement et, chez l'homme, les zones sensitives ou sensorielles dont l'excitation fournit une sensation rapportée à tort au domaine périphérique correspondant. Les plus récents progrès permettent de prendre comme test l'influx nerveux même provoqué par l'excitation, ce qui contribuera à accroître nos connaissances sur les connexions des divers neurones, mais assez peu sur leur rôle.

La méthode d'excitation électrique a permis de localiser les neurones corticaux de la motricité volontaire; leur excitation chez l'homme, au cours d'opérations, entraîne la sensation que le mouvement est voulu. Dans ces opérations, le sujet est laissé éveillé, le tissu cérébral n'étant nullement dououreux.

Tous les muscles volontaires, y compris ceux de la voix, ont leur représentation cérébrale, et également on a pu localiser sur le cerveau certains centres de la motricité involontaire du domaine viscéral.

Depuis que nos connaissances sur l'excitabilité électrique ont progressé, surtout grâce aux travaux de L. Lapicque et de son école de la Sorbonne, on sait que chaque élément anatomique, en particulier chaque neurone, possède une vitesse physiologique propre que l'on peut apprécier par mesure du temps d'excitation qui le caractérise : un élément lent demande un courant prolongé pour l'exciter, un élément rapide se satisfait d'un courant bref. Sur la loi d'excitabilité en fonction du temps (fig. 3), on peut mesurer un point caractéristique, la *chronaxie*, qui sera proportionnelle à la vitesse cellulaire et permettra de l'apprécier et de caractériser l'élément. La chronaximétrie a été appliquée aux neurones cérébraux depuis une vingtaine d'années par A. et B. Chauchard; elle permet de déceler des différences entre groupes de neurones : ainsi, les neurones cérébraux correspondant aux muscles antagonistes des membres (extension et flexion) ou du larynx ont une chronaxie double les uns des autres. Cette différenciation chronaxique des centres moteurs est de grande importance, car L. Lapicque a montré que la transmission des influx entre

neurones exige l'égalité de chronaxies. L'exécution correcte d'un mouvement nécessite une excitation d'un groupe musculaire et l'inhibition des antagonistes; elle ne sera possible que parce que l'influx sensitif ou l'ordre cérébral, origine de la réponse motrice, pourra s'aiguiller vers les muscles voulus et eux seuls, ce que permet la différence des chronaxies.

La chronaximétrie cérébrale a, de plus, montré que les chronaxies des neurones cérébraux ne sont pas fixes, mais perpétuellement changeantes sous l'effet des multiples messages sensitifs qui

parviennent au cerveau éveillé. Il ne serait possible de dresser une carte chronaxique qu'à un moment donné; les localisations chronologiques ainsi définies changent de place d'un instant à l'autre, permettant les aiguillages variables, basées du fonctionnement cérébral. Dans certaines circonstances, par exemple dans l'ivresse, se produit un nivelllement avec stabilisation des chronaxies cérébrales, d'où l'incidence motrice et mentale; ce phénomène peut se produire soit avec diminution des chronaxies, donc excitation, soit avec augmentation, donc dépression.

l'activité cérébrale; ce dernier cas se réalise dans le sommeil naturel ou les divers états de sommeil, notamment l'anesthésie chirurgicale où les chronaxies cérébrales commencent par augmenter, puis où le cerveau devient inexcitable. Ces changements de chronaxie dépendent de modifications du niveau de la polarisation superficielle des neurones (Monnier), elles-mêmes liées à des modifications du chimisme, du métabolisme, et notamment de la respiration cellulaire.

Ainsi, de même que l'histologie, la chronaximétrie nous permet de différencier les neurones cérébraux, mais il s'agit d'un phénomène labile modifiable suivant les besoins. Cette méthode peut aussi nous renseigner sur les connexions neuroniques : en effet, quand une influence perturbatrice s'exerce sur le corps cellulaire d'un neurone l'ensemble du neurone a sa chronaxie modifiée, ce qui n'est pas le cas quand l'effet s'exerce sur une fibre nerveuse.

De telles explorations nécessitent en général la mise à nu de l'écorce cérébrale et l'utilisation de sujets éveillés, puisque les anesthésiques ou hypnotiques changent les chronaxies. Il suffit d'insensibiliser localement pour l'ouverture de la peau, la trépanation et l'ablation de la dure-

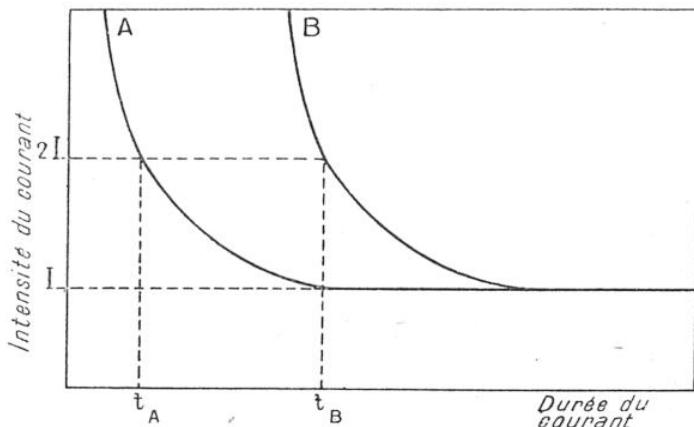


FIG. 3. — LA LOI D'EXCITABILITÉ D'UNE CELLULE NERVEUSE

Si l'on emploie comme courant exciteur de la cellule le courant continu fourni par une pile et lancé brusquement dans le nerf, deux facteurs régulent l'efficacité de ce courant, son intensité et sa durée. Au-dessous d'un minimum d'intensité, I , l'excitation est inefficace quelle que soit la durée de passage du courant. Cette intensité est la « rhéobase ». Au-dessus, un neurone rapide A se distingue d'un neurone lent B en ce que la durée minimum pendant laquelle un courant d'intensité donnée doit agir pour obtenir une réponse de la cellule nerveuse, est plus petite pour A que pour B . On peut caractériser pratiquement les qualités d'une cellule nerveuse en mesurant le temps minimum pendant lequel doit agir un courant continu d'intensité double de la rhéobase. C'est la « chronaxie » (t_A pour le neurone A , t_B pour le neurone B).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mère, seuls temps douloureux. Chez les rongeurs, l'os est assez mince pour que l'exploration soit possible sur la peau au-dessus de l'os intact; chez le chien, on peut enlever l'os et suturer la peau par-dessus la dure-mère; l'animal peut servir à volonté sans opération nouvelle.

Il est possible d'aborder le problème des localisations cérébrales en utilisant une excitation naturelle, les messages sensitifs ou sensoriels : c'est la méthode des *réflexes conditionnés* de Pavlov qui permet une remarquable exploration de l'écorce cérébrale. Elle repose, on le sait, sur le même principe que le dressage. Un animal salive quand il a un aliment savoureux dans la bouche : c'est

un réflexe ordinaire banal ; faisons un certain nombre de fois retentir une sonnerie en même temps qu'on donne l'aliment, bientôt la seule sonnerie suffit à faire saliver : le message auditif correspondant à la sonnerie est maintenant aiguillé dans les centres vers les nerfs salivaires. Le fonctionnement des réflexes conditionnés repose sur le jeu de processus d'excitation et d'inhibition dans l'écorce cérébrale. Le message sensitif met en activité certains neurones, tandis que les

neurones voisins sont inhibés ; des messages sensitifs très voisins, une autre sonnerie qui n'a pas été associée avec l'aliment, déclenche de l'inhibition. On peut ainsi se représenter l'écorce cérébrale en fonctionnement comme présentant des alternances de zones en activité et au repos, ces zones se déplaçant sans cesse. C'est l'image que nous donnait déjà la chronaximétrie. D'ailleurs, l'alliance des deux techniques est possible : la mesure de chronaxies corticales au cours de réflexes conditionnés. Elle a donné des résultats satisfaisants. Au lieu de ne constater l'inhibition que par l'impossibilité de déclencher certains réflexes, on note une augmentation de chronaxie. Chaque organe des sens tient sous sa dépendance la partie du cerveau auquel aboutissent ses nerfs et l'ensemble fonctionne comme un *analyseur* qui aiguille ensuite vers la partie du cerveau donnant la réponse adéquate.

Le sommeil apparaît ici comme une inhibition brusquement étendue à toutes les aires cérébrales. Inversement, on peut obtenir des processus d'excitation généralisée, des crises d'épilepsie.

Les méthodes destructives

Au lieu de noter des effets d'excitation élective des aires cérébrales, on peut procéder à des

paralysies ou des destructions de ces aires sur l'animal, ou rechercher les rapports entre les symptômes présentés par un malade et les lésions que révèle l'autopsie. Les opérations de neurochirurgie donnent également des renseignements précieux : on a pu enlever chez l'homme jusqu'à un hémisphère entier (Dandy). Les destructions se font, soit par curetage, ablation ou électrocoagulation ; les paralysies transitoires peuvent être causées par le froid ou une substance chimique, la cocaïne par exemple.

Les résultats de telles méthodes doivent être discutés avec soin, en raison de la possibilité de suppléances par les régions saines qui font croire à l'inutilité de la zone lésée, en raison aussi des répercussions souvent lointaines des lésions : une tumeur, par la compression qu'elle entraîne, peut perturber le fonctionnement de parties très éloignées du cerveau : les lésions frontales peuvent atteindre les fibres qui relient les deux hémisphères, d'où d'importants troubles qui ne doivent pas être rattachés aux seuls neurones corticaux lésés.

Nous avons deux tests d'observation : 1^o un test physiologique, l'observation du trouble fonctionnel, soit une paralysie, soit une zone insensible, la perte d'une partie d'un champ visuel. Il est spécialement intéressant d'observer le comportement des animaux après lésions, surtout de ceux qui sont dressés par réflexes conditionnés, ou d'analyser les fonctions psychiques des malades cérébraux, surtout le langage avec ses diverses modalités (parole, compréhension et exécution, musique, écriture et lecture). Il ressort de telles méthodes que des destructions très importantes dans certaines régions des hémisphères, surtout en général à droite, n'altèrent pas beaucoup l'intelligence ; 2^o le second test est histologique : après une destruction des corps cellulaires, les fibres nerveuses dégénèrent et on peut suivre leur trajet, ce qui renseigne sur les connexions des diverses aires cérébrales et peut ainsi éclairer indirectement sur leurs fonctions.

L'enregistrement des ondes cérébrales

C'est la technique la plus récente et l'une des plus fructueuses, encore en plein développement. En dehors de l'émission d'flux, les neurones sont le siège de fluctuations incessantes de la valeur de leur polarisation électrique superficielle, variations non propagées à distance et de faible

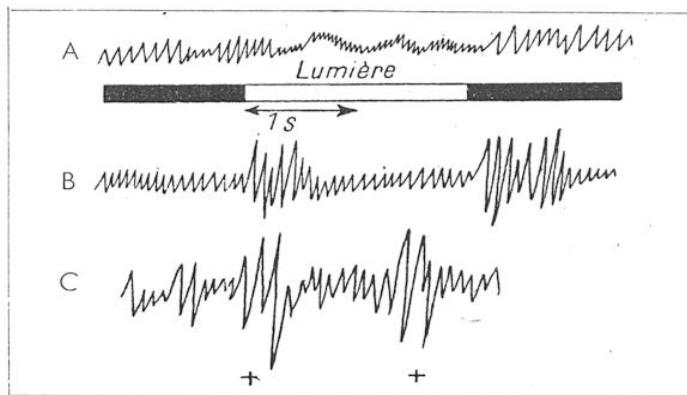


FIG. 4. — QUELQUES TYPES D'ÉLECTROENCÉPHALOGRAMMES
L'enregistrement A traduit la réponse générale du cerveau à l'éclairage d'un écran observé par un sujet au repos : les ondes lentes sont interrompues pour faire place à des ondes plus rapides et de plus grande amplitude lorsque la lumière est faite; elles reprennent quand l'obscurité est rétablie. L'enregistrement B montre la réponse locale de la zone visuelle lors de la même expérience; on notera les effets de début et de fin. La courbe C montre la réponse locale de la zone auditive à deux claques de crêcelle. (D'après Brémer.)

amplitude. L'existence de nombreux neurones dont les oscillations peuvent plus ou moins se synchroniser permet de recueillir une activité électrique globale notable de l'écorce cérébrale qui est le reflet fidèle du fonctionnement des neurones, de leurs alternances d'excitation et d'inhibition. Gardons-nous d'en inférer qu'on enregistre ainsi la pensée. Il s'agit simplement d'un processus matériel important du fonctionnement neuronal, qui sert de façon mal connue de substratum à la vie psychique. Cette activité a été assez anciennement décelée (Caton, 1875), mais elle n'est l'objet de recherches suivies que

d'autres procédés d'exploration fondés sur d'autres phénomènes de l'activité neuronique qui joueront peut-être un plus grand rôle dans l'avenir : le *thermogramme*, qui note les minimes variations de température dues à l'activité des aires cérébrales sous l'influence et de l'accroissement du métabolisme (chaleur nerveuse), et de la vasodilatation concomitante : on a pu ainsi enregistrer avec des sondes thermoélectriques sensibles l'activité spécifique du centre olfactif. Il est également possible, à l'aide d'une méthode électrique, de noter les modifications de la teneur en oxygène, donc l'activité métabolique dans le

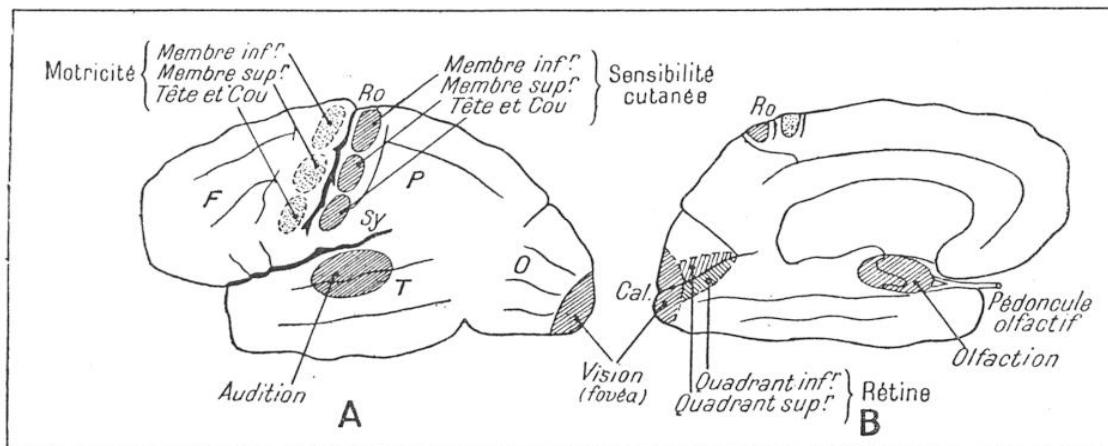


FIG. 5. — LES LOCALISATIONS CÉRÉBRALES

A, Face externe de l'hémisphère; B, face interne. Ro, scissure de Rolando; Sy, scissure de Sylvius; Cal, scissure calcarine. F, lobe frontal; P, lobe pariétal; T, lobe temporal; O, lobe occipital. On n'a indiqué sur cette figure schématique que les principales localisations motrices et sensorielles.

depuis les travaux de H. Berger (1929) (1). Nous limitant à la contribution que cette méthode apporte au problème des localisations cérébrales, nous ne parlerons pas de l'*electroencéphalogramme* global recueilli sur le crâne intact. Si l'on dispose les électrodes réceptrices sur la surface de l'écorce, on peut obtenir deux sortes de renseignements :

1^o Chaque aire corticale, telle que la définit l'architectonie, possède une activité électrique caractéristique que Kornmüller, qui la mit en évidence, appelle « *Feldeigenstrom* ». Il y a brusque modification au passage d'un champ à l'autre. Au cours de l'activité de l'aire, l'enregistrement électrique permet de saisir des différences régionales et des répercussions sur certaines aires associées.

2^o On peut saisir par cette méthode l'arrivée dans l'aire réceptrice corticale d'un message sensoriel ou l'émission d'influx moteurs : quand, sous l'effet d'un son, un message sonore arrive à l'écorce auditive, il y a des ondes de fort voltage marquant le début et la fin du message ; entre temps, l'activité de repos de l'écorce est modifiée (fig. 4). L'action ne se fait sentir que dans l'aire correspondante. Au cours de la mastication volontaire chez le lapin, on note une intense activité électrique de l'aire motrice correspondante.

Ajoutons que si cette méthode électrique est la plus employée et la plus intéressante, l'influx étant un phénomène électrique, il y a place pour

cerveau, méthode utilisée tout récemment en Amérique (Bronk).

La carte du cerveau

Quelles sont les fonctions que, grâce à l'emploi des diverses techniques précédentes, il a été possible de localiser au niveau de l'écorce cérébrale, et quels en sont les emplacements ? C'est avant tout ce qui répond à une base anatomique obligatoire, d'une part les neurones qui commandent la motricité volontaire de nos principaux muscles, d'autre part les neurones corticaux situés aux points d'arrivée des fibres sensitives ou sensorielles et servent en conséquence à la réception de ces messages et à l'élaboration de la sensation (fig. 5).

Les grandes cellules pyramidales psychomotrices responsables de la motricité volontaire ont leurs corps cellulaires échelonnés le long de la circonvolution frontale ascendante, en avant de la scissure de Rolando. Ils envoient leurs axones aux neurones moteurs périphériques situés dans la moitié opposée de la base de l'encéphale (motricité de la face) ou de la moelle, d'où le fait que la paralysie siège du côté opposé à la lésion cérébrale. Vraisemblablement, chaque neurone périphérique a son neurone cortical. La topographie des localisations représente un homme couché la tête en bas c'est-à-dire que les muscles de la face, de la langue, du larynx, les muscles masticateurs sont commandés par les neurones inférieurs ; plus haut sont les centres de la main, très étendus, puis ceux de l'avant-bras, du bras, de l'épaule, plus réduits en éten-

(1) Voir : Delay : « Les ondes cérébrales et la psychologie. » Pr. Universitaires de France 1942.

due, car leurs mouvements ont besoin de moins de précision; enfin, les centres du membre inférieur.

La sensibilité tactile au sens large : sensibilité cutanée (tact, froid, chaud, piqûre), sensibilité musculo-articulaire, origine du sens des attitudes et du sens du relief (stéréognosie, reconnaissance des objets par palpation), est centralisée dans la circonvolution pariétale ascendante en arrière de la scissure de Rolando, et les zones se correspondent comme niveau avec les zones motrices. Les fibres tactiles viennent aussi du côté opposé du corps.

La zone auditive est située dans la première circonvolution temporelle, et les nerfs auditifs des deux côtés y envoient leurs fibres : pas de surdité dans les lésions unilatérales.

La zone occipitale reçoit les messages visuels, chaque hémisphère étant relié à la moitié du même côté des deux rétines (fig. 6). La région centrale de la rétine (vision de grande acuité et vision des couleurs : *fovea*) est reliée pour chaque œil aux deux hémisphères dans la partie postérieure du lobe occipital.

L'odorat et le goût ont leurs centres à la face interne des hémisphères.

Le développement embryologique et phylogénique (anatomie comparée) de l'hémisphère correspond à ces diverses fonctions : le globe occipital apparaît en rapport avec la vision, le temporal avec l'audition, etc...

Dans le reste du cerveau, les localisations sont moins nettes; on peut dire que les neurones voisins des zones précédentes se spécialisent en raison de leur situation dans la coordination de l'activité des neurones précédents : la zone frontale en avant et au-dessous de l'aire motrice contient des centres moteurs, non de muscles isolés, mais de mouvements d'ensemble : muscles de la langue et du larynx pour la fonction vocale, mouvements conjugués de la tête et des yeux, préhension, marche, etc...; l'aire pariétale en arrière de la zone sensitive en centralise les messages donnant la sensation de l'objet que nous tenons avec toutes ses qualités, l'image de notre corps avec la position de toutes ses parties; la zone temporale se spécialise dans l'interprétation des messages auditifs; la zone visuelle dans celle de messages visuels, donnant la notion de couleur à partir de l'intensité relative des messages de bleu, de jaune et de rouge venant de la rétine, la notion d'image visuelle, etc... Une

lésion de telles zones n'entraîne plus une paralysie ou une insensibilité, mais un trouble plus complexe : une *apraxie*, impossibilité de coordonner l'activité de ses muscles pour la préhension, une *agnosie* telle que l'*astéréognosie*, impossibilité de reconnaître un objet à la palpation.

Ces centres coordinateurs jouent un rôle considérable dans la vie intellectuelle, car ils servent de base au langage : celui-ci dépend de l'inter-

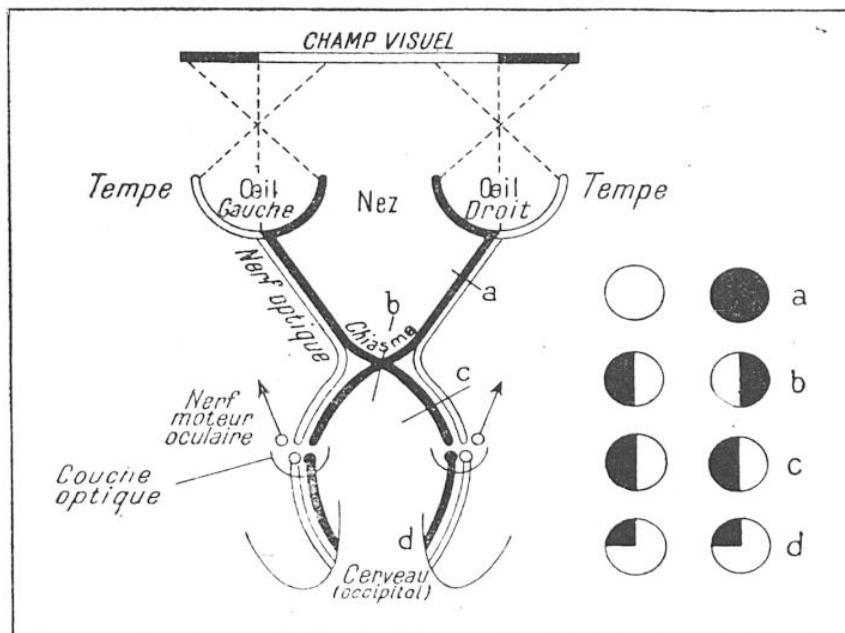


FIG. 6. — LA DISPOSITION DES NERFS OPTIQUES AMENANT AUX CENTRES DU CERVEAU OCCIPITAL LES IMPRESSIONS REÇUES PAR LA RÉTINE

Le trajet de ces nerfs explique les altérations du champ visuel observées dans les lésions de ces nerfs. Les schémas de droite montrent les altérations de ce champ. Un œil est rendu aveugle dans le cas d'une lésion interrompant les nerfs en a. Lorsque la lésion intéresse le chiasma, en b, la moitié interne de chaque œil est aveugle. Lorsqu'une voie centrale est atteinte, en c, c'est la moitié interne d'un œil et la moitié externe de l'autre qui sont aveugles. Il en est de même dans le cas d'une lésion unilatérale de l'écorce cérébrale. Parfois, une lésion locale unilatérale, en d, peut donner la perte d'un seul quadrant du champ visuel.

préhension de messages auditifs et exige la coordination des muscles de la voix; il comprend en outre le langage écrit qui utilise l'interprétation de messages visuels (lecture) et la commande harmonieuse de certains muscles de la main (écriture). La commande de ces muscles nécessite la bonne interprétation des messages sensitifs qui en proviennent par l'aire pariétale. On pourra donc en théorie prévoir des troubles du langage très spéciaux : *cécité verbale*, impossibilité de reconnaître les signes écrits du langage qui apparaissent comme des tâches sans sens comme si on ne savait plus lire, pour les lésions occipitales; *surdité verbale* pour le lobe temporal : on ne comprend plus sa langue maternelle, on n'entend plus la musique; *aphasie motrice*, impossibilité d'émettre le langage articulé dans les lésions du pied de la troisième frontale; *agraphie*, oubli de l'écriture, etc... Mais, en raison de la prépondérance de la main droite, tous ces centres du langage sont situés uniquement dans l'hémisphère correspondant, c'est-à-dire le gauche (et inversement à droite chez les gauchers).

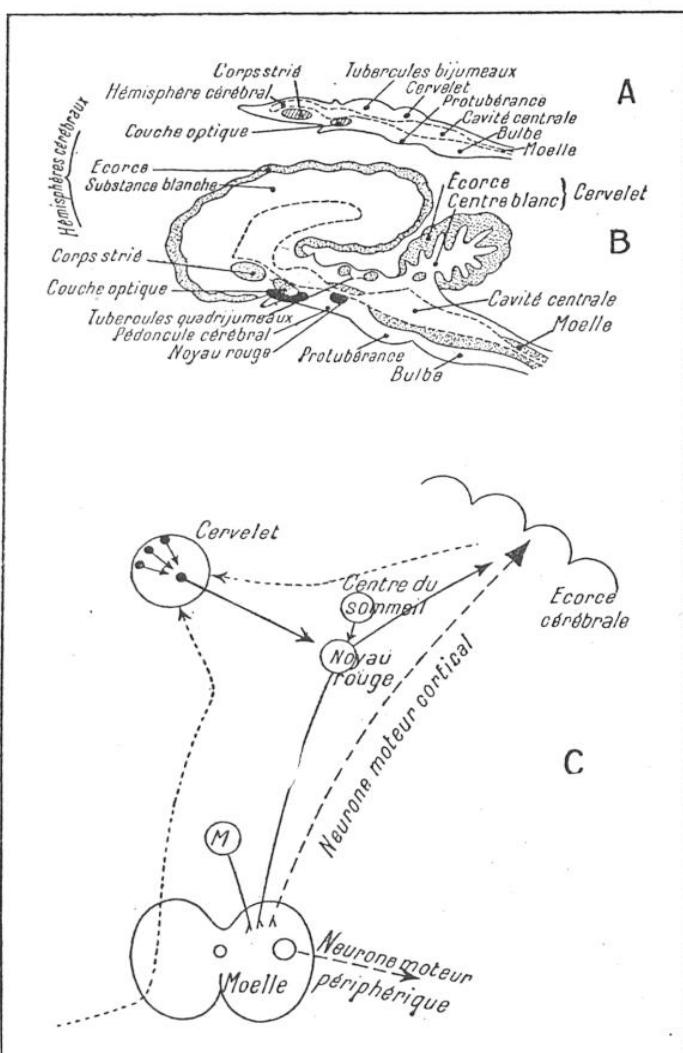


FIG. 7. — LES CENTRES RÉGULATEURS DE L'ÉCORCE CÉRÉBRALE
En haut, vue latérale schématique de l'encéphale chez un Poisson (A), et chez un Mammifère (B). En noir, les centres du sommeil, sous les noyaux gris centraux (couche optique et corps strié) et le noyau rouge. Le schéma C illustre la régulation des chronaxies des neurones moteurs. Les neurones régulateurs du cervelet et du noyau rouge sont représentés en trait plein; ils agissent sur le neurone moteur cortical et le neurone moteur périphérique médullaire. Les fibres sensitives sont dessinées en pointillé. M : neurones régulateurs accessoires médullaires.

ce qui est à la fois une tendance innée et une question d'éducation. Ainsi, une lésion située à gauche sera bien plus préjudiciable à l'intelligence, et les ablations étendues de la neurochirurgie ne concernent que le côté droit. Ces centres coordinateurs sont bien moins nettement localisables que les précédents, et il est souvent difficile de relier exactement une lésion et un trouble. De plus, le langage lui-même exige la centralisation de tous ces centres, donc le fonctionnement de presque tout le cerveau, et il est rare de trouver des troubles localisés; en général chez les aphasiques, il existe de vastes lésions englobant notamment la région temporaire, le bas de la zone frontale et des régions plus profondes

situées au fond de la scissure de Sylvius. Le fonctionnement de notre intelligence liée au langage intérieur repose, non sur des localisations anatomiques précises, des neurones qui seraient des magasins d'images, mais sur des associations de neurones variables, assurant la marche de nombreux réflexes conditionnés. C'est grâce à une coordination de plus en plus poussée des messages variés de nos sens exigeant le jeu de tout le cerveau que se font les perceptions complexes, et la mémoire repose sur la reproduction des mêmes associations neuroniques sous l'influence d'un même message. Tout ceci est forcément très complexe, puisqu'il y a des milliards de neurones.

En raison du développement puissant de la région préfrontale chez l'homme, on a voulu y localiser spécialement les fonctions psychiques; l'expérimentation n'a pas confirmé cette idée; les lésions de cette région entraînent des troubles curieux du caractère : manque de volonté, impulsions, insociabilité, inconscience de l'état de maladie avec troubles affectifs.

Parmi la masse des neurones cérébraux, tous ne sont pas employés également, d'où la possibilité de suppléances pour des lésions assez étendues, la possibilité de l'éducation. Il faut songer que l'enfant, comme l'indigène australien, a les mêmes neurones en même nombre que le savant de génie. Le tout est d'apprendre à s'en servir. Mais, rançon du progrès, un individu intelligent, par exemple sachant plusieurs langues, sera bien plus sensible aux lésions cérébrales qu'un illettré.

Ainsi, il ne faut pas espérer voir la carte du cerveau perdre tous ses blancs comme jadis la carte d'Afrique. On ne peut localiser strictement que les dispositifs de commande de la motricité et de réception de la sensibilité, à un moindre degré les centres coordinateurs. De gros progrès sont encore possibles, on arrivera peut-être à distinguer, parmi les neurones occipitaux ou temporaux, ceux qui permettent de reconnaître les couleurs, les fréquences sonores, etc..., mais jamais on ne localisera les fonctions psychiques qui réclament un fonctionnement harmonieux du cerveau entier.

Le centre régulateur de l'activité cérébrale

Plutôt que sur le jeu d'une mosaïque d'aires autonomes, l'intelligence repose sur des associations variables de neurones reliant entre eux les analyseurs sensoriels et les centres psychomoteurs. Il doit donc exister une différenciation physiologique variable des neurones. La chronaximétrie nous en apporte la preuve et elle nous explique comme quoi, en accordant ou déaccordant les chronaxies des neurones en con-

tact, on permet ou on empêche le passage de l'influx de l'un à l'autre. Ces changements de chronaxie ne se font pas au hasard, mais sont remarquablement adaptés aux besoins, ce qui s'explique par le fait qu'il s'agit d'une autorégulation déclenchée par des messages sensitifs : la jambe étendue est prête à se flétrir parce que les messages de la sensibilité musculaire provoquent une répartition des chronaxies motrices qui ouvrira à l'influx sensitif ou à la commande volontaire la voie des muscles de flexion. Tout se trouve préparé à l'avance pour l'acte possible.

Une telle régulation des chronaxies, c'est-à-dire, en fait, du degré de polarisation des neurones, suggère l'idée d'un *centre régulateur*, cabine d'aiguillage des centres nerveux. Or, un tel centre existe, comme L. et M. Lapicque l'ont démontré en ce qui concerne les neurones périphériques. La base de l'encéphale, en arrière des noyaux gris centraux, renferme un centre qui peut modifier en sens varié les chronaxies neurotiques suivant les messages qu'il reçoit. Cette modification traduit la *subordination* des neurones au centre; aussi nomme-t-on ce phénomène la « subordination ». Le centre principal est situé dans le *noyau rouge* de la base du mesencéphale et tout le rôle régulateur du *cervelet* sur la motricité s'expliquerait parce qu'il représente un centre régulateur supérieur des chronaxies agissant par l'intermédiaire du noyau rouge (fig. 7). Les recherches de P. Chauchard (1) lui ont permis récemment de montrer que ces centres tenaient aussi sous leur contrôle les chronaxies des neurones de l'écorce cérébrale. Le noyau rouge a notamment pour rôle d'assurer entre neurones moteurs corticaux et périphériques l'égalité des chronaxies qui permet la commande volontaire, et vraisemblablement le même phénomène existe du côté sensitif pour la sensibilité consciente. Quand le centre ne fonctionne pas, les chronaxies cérébrales sont hautes et très différentes des chronaxies périphériques; de plus elles se différencient, s'égalisent et deviennent constantes. D'où un ralentissement des fonctions cérébrales avec incoordination, perte de la volonté et de la conscience, ce qui caractérise le sommeil. Cet état dépend donc d'un arrêt fonctionnel du centre régulateur de l'activité neuronique. Au contraire, quand le centre est actif, les neurones cérébraux ont leurs chronaxies abaissées au niveau des chronaxies périphériques, véritable insertion dans le monde extérieur; elles sont variables et dissemblables, d'où la possibilité d'aiguillages adaptés, base du psychisme.

Cette conception nouvelle amène à faire dépendre la vie psychique de l'activité régulatrice d'un centre situé en dehors de l'écorce cérébrale, dans la base de l'encéphale. Or, une telle idée n'est pas nouvelle. Les neuropathologistes avaient insisté sur le fait que le cerveau devait, comme les autres organes, être soumis à la commande d'un centre, et J. Camus pensait que ce centre devrait être situé dans la base de l'encéphale, région où sont les centres régulateurs supérieurs de l'activité des viscères. On a donné diverses preuves du rôle de cette région dans la régulation du psychisme. Les plus intéressantes concernent l'existence d'un *centre du sommeil* à la base de l'encéphale; l'épidémie d'encéphalite léthargique de la fin de la dernière guerre permit à V. Economo de reconnaître que la somnolence de cette maladie venait de lésions de la base de l'encéphale (fig. 7), et, depuis, on a pu exciter cette région par des moyens variés et obtenir un sommeil expérimental. D'autres lésions voi-

sines causent, non le sommeil, mais un état de rêve, des hallucinations (Lhermitte). Cette même région paraît aussi le siège des instincts primifs, base de l'inconscient dont l'importance est si grande dans le rêve (Freud). Il est vraisemblable que l'inhibition cérébrale que déclenche ce centre du sommeil se réalise par suppression de l'influence du centre régulateur des chronaxies sur le cerveau.

L'importance du sommeil pour le psychisme a été soulignée récemment à la suite de la découverte des divers types de comathérapie convulsive (1) dont le dernier en date est l'*électrochoc* : on arrive à guérir certains troubles psychiques, notamment des accès mélancoliques, en soumettant le cerveau du malade à un courant électrique intense et très court, ce qui entraîne une perte de connaissance accompagnée de crise convulsive. Delmas-Marsalet explique ses heureux effets en considérant qu'il y a brusque destruction, grâce au coma, de tout l'édifice psychologique pathologique et possibilité au réveil de reconstruction d'un psychisme normal. L'action de l'électrochoc porte sur le centre du sommeil (Delay) et le centre régulateur des chronaxies (P. Chauchard). Ces centres ont donc un rôle important pour l'activité psychique et il est possible que certains troubles mentaux soient liés à une mauvaise régulation chronaxique, cause d'aiguillages anormaux.

La base du cerveau joue ainsi un rôle important dans le fonctionnement cérébral pour assurer cette diversification physiologique des neurones nécessaire à l'activité psychique. Il est intéressant de rappeler que c'est également là que certains localisateurs excessifs veulent situer un centre du « moi ».

La machine nerveuse et l'âme

L'écorce cérébrale nous apparaît ainsi comme ayant une architecture bien définie, pourvue d'aires différenciées et de neurones de divers types. Mais seules certaines aires répondent à des fonctions physiologiques rigoureuses, et il semble que l'activité psychique repose plutôt sur un fonctionnement cérébral global associant les aires de réception et de réponse, grâce à l'existence d'aiguillages adaptés basés sur une différenciation physiologique des neurones assurée par un centre régulateur extracortical.

Cette machine nerveuse est remarquablement souple et permet de grandes possibilités d'acquisitions nouvelles, d'éducation. Pour progresser, l'homme n'a pas besoin de rêver d'un supplément de cerveau; une plus grande utilisation du sien suffit.

Doit-on de cette étude déduire une attitude en ce qui concerne le matérialisme ou le spiritualisme? Nullement et rien ne départage ceux qui pensent que le psychisme est tout dans ce fonctionnement cérébral, de ceux qui y voient la machine au service de l'âme. La question dépasse la physiologie. Ce qu'on peut dire, c'est que la nécessité d'un fonctionnement global harmonieux du cerveau pour la vie psychique est plus en accord avec le spiritualisme thomiste qu'avec le spiritualisme cartésien. L'âme, nous dit le R. P. Sertillanges (2), au même titre que l'idée directrice de Claude Bernard, se comportera comme le principe d'unité métaphysique de l'organisme.

Paul CHAUCHARD.

(1) Voir : P. Chauchard, *Revue Scientifique*, 81, 348, 1943.

(2) La Philosophie de Cl. Bernard. Audier, 1944.

LA STRATÉGIE DES ILES

par Camille ROUGERON

Les îles ont eu dans cette guerre une importance plus grande que jamais. Leur rôle offensif, amplifié par l'avion, n'avait pas échappé, avant 1939, mais n'avait pas toujours été correctement apprécié. L'attaque et la défense des îles, depuis la Crète jusqu'aux Philippines, ont posé des problèmes entièrement nouveaux, où l'aviation a joué un rôle essentiel. Aussi bien en Méditerranée, où les nécessités de leur défense ont lourdement pesé sur la manœuvre allemande et italienne, que dans le Pacifique, où la défense de l'immense domaine insulaire que s'est annexé le Japon absorbe la majeure partie de son effort de guerre, sans qu'il puisse arrêter les progrès américains, la stratégie insulaire des Alliés, par l'abandon des îles et leur reconquête, se sera révélée le moyen le plus efficace pour épouser l'adversaire.

Le problème militaire des îles avant l'avion

LES problèmes militaires soulevés par les îles sont aussi anciens que l'histoire. Des civilisations y sont nées, comme l'égyptienne et la crétoise, qui avaient déjà besoin des facilités qu'y trouvait le guerrier pour protéger leur berceau. On a connu ensuite de longues périodes où des poussées puissantes, venues du continent, ont balayé la faible résistance que les habitants des îles pouvaient leur opposer. Ceux-ci ont pris leur revanche : dans l'extension de la puissance britannique au cours des deux derniers siècles, le facteur insulaire a joué le premier rôle.

Ces îles, qui ceinturent l'Europe continentale et qui ont eu presque toutes, au cours de la guerre, des garnisons allemandes et italiennes, on les a vues, pendant ces deux siècles, régulièrement occupées à l'occasion de chaque guerre par la Grande-Bretagne qui y trouvait des bases utiles à ses opérations. Elle fit, en 1914, comme lors des guerres de la Révolution et de l'Empire, et les îles grecques ont complété alors un réseau fourni, mais encore insuffisamment serré.

Comment se fait-il que la Grande-Bretagne ait encore besoin d'îles en de telles circonstances, et pourquoi les rend-elle donc aussi régulièrement après usage, sans quoi elle n'aurait évidemment pas besoin de les reprendre? Voilà donc au moins un point où la politique britannique ne se laisse pas guider par le principe exclusif que ce qui est bon à prendre est également bon à garder. Pourquoi, par exemple, la Grande-Bretagne a-t-elle si facilement accepté la perte de Minorque, et n'a-t-elle pas cherché à revenir sur la vente d'Helgoland à l'Allemagne, quand il lui était facile de rentrer en possession de ces îles en 1814 comme en 1918?

Plus généralement, si l'on examine le domaine insulaire de la Grande-Bretagne, il est curieux qu'il soit aussi peu étendu en Europe, alors qu'il est si développé par le reste du monde. Un Empire qui possède les Falkland, les Bahamas, les Salomon, les Maldives et les Seychelles, s'en tient, en Europe, à Chypre, Malte et Gibraltar, qui avait déjà presque tous les caractères d'une île avant qu'un fossé antichars aches-

vât de les lui donner. Pourquoi la Grande-Bretagne n'est-elle pas aux Baléares ou dans les îles Ioniennes? Comment se fait-il que les Açores, les îles du Cap-Vert, Madère et les Canaries appartiennent encore au Portugal et à l'Espagne, dont on ne voit guère comment les flottes, depuis un siècle, auraient pu s'opposer à leur occupation par la flotte britannique?

Il faut bien qu'il y ait une cause générale à une situation qu'il eût été facile de modifier. Dans l'état de l'Europe depuis deux siècles, les îles proches sont un facteur de faiblesse et non de puissance. On en excepte les îles au voisinage immédiat de l'Etat intéressé. La Grande-Bretagne ne peut évidemment pas tolérer d'une autre puissance qu'elle vienne s'installer aux Orcades ou aux Hébrides. Mais sa situation ne serait pas améliorée, au contraire, par la possession de l'archipel de la Frise ou du Dodécanèse. L'explication militaire d'un tel état de choses ne peut donc être donnée par l'avion. La difficulté de défense des possessions insulaires rapprochées était déjà sensible, au temps où le navire était le seul moyen qu'on eût de les joindre; l'avion est venu simplement multiplier les difficultés de la défense.

Le rôle offensif et défensif des bases insulaires

Ni à la veille de cette guerre, ni jadis, l'importance des îles comme bases navales n'échappait aux intéressés; elle apparaissait même comme amplifiée par leur rôle nouveau en tant que bases aériennes. Mais bien des propositions ou des discussions, au cours des années qui précédèrent, montrent qu'on n'avait pas toujours saisi leur nature véritable et qu'on n'avait pas fait, notamment, la distinction nécessaire entre leur rôle offensif et défensif.

Le rôle offensif des bases insulaires contre les pays environnans était déjà évident à l'époque où le navire était la seule arme qu'elles pouvaient abriter. De Malte, la flotte britannique de la Méditerranée coupait en deux les forces navales italiennes, interdisait les communications entre l'Italie et son Empire, gênait beaucoup les transports par cabotage dans le sud de la Péninsule, en Sardaigne et en Sicile. Tous ces résultats étaient atteints sans cette demi-réciprocité qui

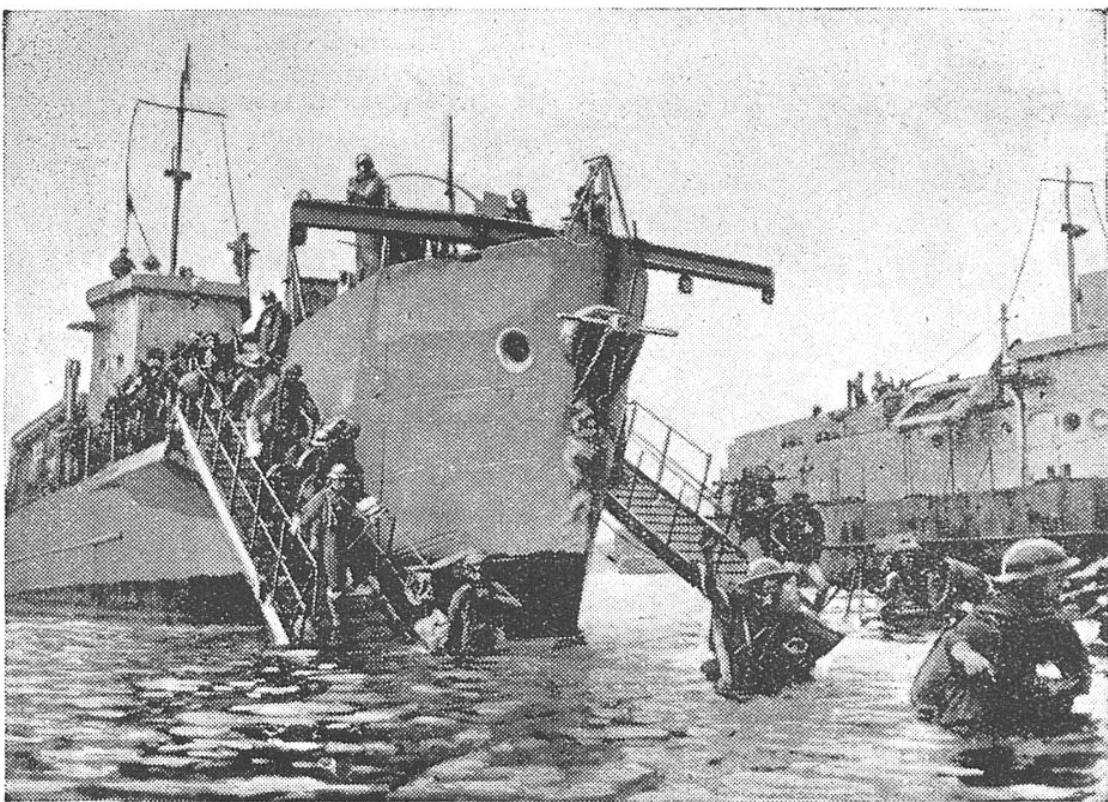


FIG. 1. — LE DÉBARQUEMENT ALLIÉ A L'ILE D'ELBE (O.W.I.)

C'est le 17 juin 1944 que les troupes alliées, comprenant un détachement de l'armée française du général De Lattre de Tassigny, prirent pied dans l'île. Après de violents combats, la garnison ennemie abandonna la lutte. Les troupes allemandes perdaient le contrôle du bras de mer entre la Corse et l'Italie.

joue presque toujours au bénéfice de la marine inférieure, pourvu qu'elle soit active. C'est ainsi que la situation des îles Britanniques, au moment où l'Allemagne occupait toute l'Europe occidentale, apportait aux communications et aux opérations navales allemandes la même gêne que Malte aux communications et aux opérations navales italiennes. Mais les vedettes, les sous-marins, les croiseurs et les cuirassés allemands partant des côtes de la Manche et de la mer du Nord, malgré leur infériorité certaine dans une rencontre de flottes, troublaient presque autant la navigation britannique dans les eaux de la métropole. L'avantage de la base insulaire isolée au voisinage du pays ennemi, c'est que l'on échappe à cette réciprocité. Tel était également, dans le Pacifique, l'avantage de Guam et de Wake, dont la conservation en 1941 eût interdit au Japon toute action sérieuse dans les mers du Sud, sans qu'il eût pu entraver les opérations navales ou les communications des Etats-Unis dans les eaux américaines.

Le rôle offensif des bases insulaires navales s'est trouvé fortement diminué par l'entrée en scène de l'avion. Il était même généralement admis en 1939 que les flottes devraient évacuer les bases situées dans le rayon d'action de l'aviation terrestre ennemie. C'est ainsi que la flotte de la Méditerranée abandonnait Malte à chaque tension des relations italo-britanniques, et que la marine américaine n'aurait jamais osé,

en maintenant ses navires à Guam, les exposer au sort qu'ils n'évitèrent point à Pearl-Harbor.

Mais les bases insulaires regagnaient du côté aérien ce qu'elles perdaient du côté naval. L'aviation britannique de Malte, l'aviation américaine des Philippines, de Guam et de Wake étaient beaucoup plus gênantes pour les flottes et les communications italiennes et japonaises qu'une force de surface. L'avion peut attaquer le navire au port, ou le convoi le long de la côte, sans se soucier beaucoup du canon à terre; il peut compléter son action sur les communications maritimes par une action parallèle sur les communications terrestres et l'étendre même en dehors des transports.

Assurément, l'action des bases insulaires britanniques et américaines, de 1939 à 1941, n'a répondu que très imparfaitement aux espoirs qu'on pouvait placer en l'aviation. Mais une doctrine n'a aucune responsabilité dans les erreurs que l'on commet, à l'application, lorsqu'elles sont de la taille de celles qui privèrent en quelques jours la marine américaine de ses bases d'Extrême-Orient. La valeur des bases insulaires pour l'aviation n'est pas davantage infirmée parce que l'action de Malte s'est limitée au voisinage immédiat, aux communications italo-libyennes en particulier, et qu'il a fallu des porte-avions pour couler les cuirassés de Tarente. Il était raisonnable, en 1939, à une époque de services réguliers à travers l'Atlanti-

que nord, de juger les possibilités d'une aviation militaire à de telles performances, et non à celles des appareils que la publication officielle sur le « Coast Command » reconnaît n'avoir pu agir des îles Britanniques en Norvège, en 1940, faute de rayon d'action.

Même réduit par de telles erreurs, le rôle des bases insulaires n'en a pas moins été considérable.

Si l'Italie a été tenue en respect en 1939, on peut en attribuer le mérite à la Corse et à Malte; il aura fallu l'effondrement de la France et la certitude d'une invasion rapide des îles Britanniques pour décider Mussolini à braver cette menace. Jusqu'en 1942, n'est-ce pas à Malte que la Grande-Bretagne doit de n'avoir pas été écrasée en Egypte? Et ce qu'on peut reprocher de plus grave à la marine américaine n'est pas son insouciance de la défense de Guam ou de Wake, au lendemain de l'invasion de la Crète et de la résistance de Malte. Si les cuirassés, les porte-avions et l'aviation côtière y avaient été réunis au lieu de se croire en sûreté à Pearl-Harbor, les mesures de précautions qu'ils auraient bien été obligés de prendre les auraient certainement mis à l'abri d'un désastre et peut-être même de toute attaque. Depuis que les appareils Avro « Lancaster » ont bombardé la flotte allemande à Gdynia après un parcours de 1 300 km, et que les « Superforteresse » parties de Saipan survolent régulièrement le Japon, le rôle offensif des bases insulaires aériennes est plus important que jamais.

C'est dans l'estimation de leur rôle défensif que les erreurs les plus graves avaient été commises.

Que de fois n'a-t-on pas annoncé la transformation de Pantellaria en une base italienne qui devait faire échec à Malte! Pantellaria, au milieu du canal de Sicile, à 100 km des côtes africaines, est fort bien située. S'il y avait un moyen de « barrer le canal de Sicile », elle pourrait le faire beaucoup mieux que Malte. Mais on ne tient pas en échec une île avec une autre île, sauf dans les détroits assez resserrés pour tenir le passage sous le feu du canon; c'est ce qui fait la valeur de Gibraltar. Et encore l'exemple du Pas de Calais, qu'ont traversé sans trop de dommages les convois allemands et britanniques malgré les grosses pièces installées sur la côte d'en face, invite-t-il à une plus exacte appréciation de la puissance et de l'efficacité de l'artillerie.

Une base insulaire bien choisie, Malte, Chypre, Hong-Kong, Guam ou Wake a donc une valeur offensive que l'occupation d'une île voisine n'annule pas; sur le plan stratégique ainsi compris, l'île n'a pas d'effet de neutralisation, de valeur défensive. Les comparaisons tirées de la fortification permanente sont particulièrement propres à fausser les vues. Après Mussolini, qui, ordonnant en 1935 au gouverneur de Pantellaria d'en faire « le brise-vagues de la Sicile, un port-avions et un nid de guêpes », les critiques militaires italiens aimaient à présenter la Sardaigne et la Sicile comme « bastions » ou « boulevards » de la Péninsule. La seule protection insulaire efficace de l'Italie consisterait à détenir, sans exception aucune, les îles voisines jusqu'à une distance que les progrès de la technique aérienne augmentent d'année en année. Contre l'Italie, Malte a la même valeur offensive que Rhodes, aux mains de l'Italie, contre la Turquie. La parade de Malte n'est pas la transformation de Pantellaria en base aéronavale; il y faudrait l'occupation italienne des Hébrides.

La défense des îles contre les opérations combinées terre-mer-air

L'occupation de la Crète a fait la démonstration définitive que la maîtrise de la mer, quand elle ne s'accompagnait pas de la maîtrise de l'air, ne pouvait empêcher la conquête d'une île. Cependant, l'opération n'a pas été reproduite contre l'Angleterre, bien que celle-ci fût aussi proche des bases de départ que l'était la Crète. Pourquoi? Parce qu'elle est trop grande? Pourquoi alors l'Axe n'a-t-il pas occupé Malte, qui est tout aussi près, et dont il a fallu supporter pendant plus de deux ans les attaques contre les lignes de communications italo-libyennes? Le problème de l'attaque et de la défense des îles n'est donc pas aussi simple qu'il semblait au lendemain de l'affaire de Crète.

Le premier facteur en jeu dans les opérations contre les îles par voie de débarquement aérien est la densité des troupes de la défense. De même qu'on estime la capacité de résistance à l'attaque frontale à la densité linéaire d'occupation du front, de même la densité superficielle est la mesure de la capacité de résistance au débarquement aérien.

Ce qui fait l'intérêt d'une notion de ce genre, c'est la discontinuité de la capacité défensive au voisinage d'un certain chiffre. Il n'y a pas proportionnalité même approchée entre les effectifs qu'il faut pour enfoncer un front ou occuper une île et ceux que réclame leur défense. A la densité convenable, celle-ci peut tenir en échec un assaillant en nombre très supérieur. A la contraire, au-dessous d'une certaine densité, la défense ne parvient pas à repousser même un assaillant inférieur en nombre qui a l'initiative.

La longue expérience de la guerre de 1914-1918 avait permis de chiffrer aux environs de 6 km le front qu'une division était en état de tenir sérieusement. Le progrès simultané des armes offensives et défensives ne semble pas l'avoir modifié beaucoup. L'expérience de Crète nous fournit un ordre de grandeur d'une densité insuffisante de cinq hommes au kilomètre carré (40 000 h environ pour 8 000 km²). On peut même compléter cette donnée positive par celle de l'expérience qui n'a pas eu lieu, en estimant avec le Commandement allemand que la conquête des îles Britanniques — 230 000 km² pour l'Angleterre et l'Ecosse, supposées défendues par 4 000 000 d'hommes tant de la « Home Guard » que de l'armée régulière, soit 17 hommes au km² — était une opération risquée au printemps 1941.

Il est aisément de concevoir la différence des deux situations. Qu'on se représente le petit poste de cinq hommes, dans son abri bétonné, avec une mitrailleuse, une mitrailleuse lourde ou une arme antichars efficace contre chars légers, ayant à surveiller 1 km², c'est-à-dire jusqu'à près de 600 m de distance en terrain moyennement accidenté et boisé. L'adversaire sera déposé au fond d'un vallon, ou derrière quelques arbres; il se regroupera à l'abri des vues de la défense, passera à l'attaque avec une supériorité numérique considérable, et conduira l'occupation par la manœuvre, sans pertes graves, tout comme l'attaque frontale le ferait par l'infiltration entre des points d'appui trop espacés. Au contraire, à la densité trois ou quatre fois plus forte réalisée en Angleterre, chaque petit poste de même importance n'aurait eu qu'à surveiller à 300 ou 350 m de lui; les atterrissages en parachute et

les débarquements de planeurs se seraient faits en moyenne à la vue de la défense; les détachements mis à terre auraient été écrasés sous le feu des armes automatiques avant d'avoir pu se regrouper, se défilter et passer à l'attaque; le renforcement, même considérable, des effectifs mis à terre n'aboutirait qu'à augmenter les pertes sans relever beaucoup les chances de succès.

On saisit ici la raison de la discontinuité dans la capacité de résistance d'une organisation défensive au voisinage d'une certaine densité d'occupation. Etre vue ou ne pas être vue, c'est, pour l'infanterie de l'air comme pour l'infanterie sans ailes, le « to be or not to be ». Si la densité de la défense est telle que l'assaillant est vu en arrivant au sol, son compte est vite réglé quel que soit son nombre. Si, au contraire, la défense est trop dispersée pour tenir l'assaillant sous son feu à l'instant du débarquement, celui-ci a tout loisir de faire jouer sa supériorité numérique, et l'on conçoit même que 40 000 défenseurs répartis sur l'étendue d'une île comme la Crète tombent sous l'action successive d'une seule division qui aura su se ménager chaque fois la supériorité locale.

L'étendue de l'île est un deuxième facteur qui permet de rectifier cette appréciation sommaire de la capacité de défense par la seule densité d'occupation. La densité nécessaire doit varier en sens inverse de l'étendue. Les cinq hommes au km² qui n'ont pu défendre la Crète auraient peut-être suffi en Angleterre, mais il en faut bien davantage à Malte.

Deux raisons justifient cette facilité relative de défense des îles de grande superficie : l'intervention d'une réserve générale mobile, la disposition d'une aviation de chasse et d'assaut basée sur l'île même.

Toute l'organisation de défense contre le débarquement aérien comporte évidemment, comme sur un front linéaire, une défense fixe et des réserves que l'on dirigera vers les points menacés. Dans le cas de l'Angleterre, ces deux fonctions étaient confiées à des troupes de nature différente, les éléments de l'armée territoriale défendaient chacun des secteurs qui leur étaient assignés; l'armée de campagne, organisée en divisions, muni d'un matériel mobile abondant, devait se porter à la rencontre de l'ennemi débarqué. Etant donné la proportion de matériel de cette réserve générale, il ne reviendrait pas beaucoup d'artillerie chenillée, de D.C.A., de chars lourds... aux îles de faible étendue si l'on faisait la répartition au prorata de la superficie. La défense de celles-ci se trouverait donc privée pratiquement des matériaux les plus intéressants pour repousser un débarquement d'adversaires qui seront généralement démunis de matériaux puissants de cette nature. Au contraire, dans une île de grande étendue, la réserve générale

et ses matériels lourds pourront être concentrés en quelques heures, en venant d'assez loin, dans les secteurs attaqués, le plus souvent avant que l'attaque ait pu recevoir les siens. La défense des îles de faible étendue réclame donc une densité de matériel et de personnel supérieure à celle qui suffirait pour une île plus grande.

La disposition de terrains échelonnés en profondeur où l'on installera une aviation de chasse et d'assaut peu exposée est un autre avantage des grandes îles. L'une des causes principales de l'échec britannique en Crète a été l'obligation

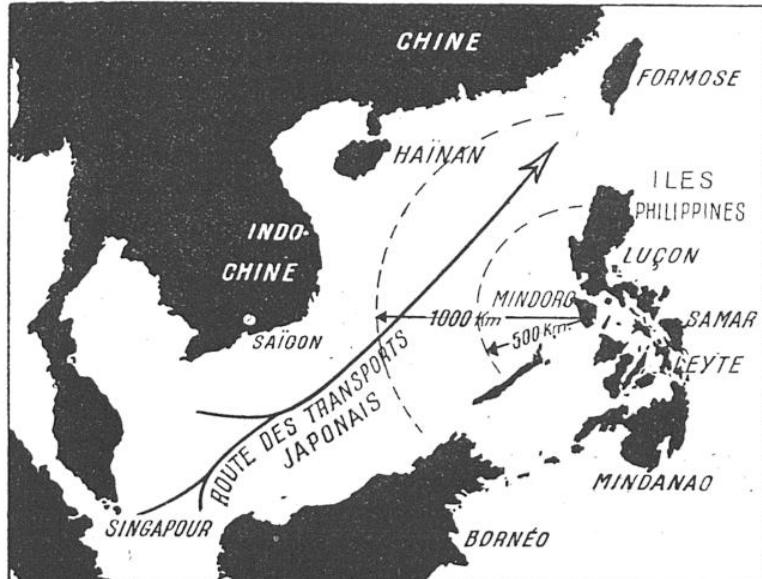


FIG. 2. — LES COMMUNICATIONS JAPONAISES EN DANGER

L'occupation de Leyte et de Mindoro coupe en deux l'archipel des Philippines, en réduisant au minimum la superficie à conquérir, puis à défendre. L'occupation de Mindoro achève de placer sous les coups de l'aviation américaine l'ensemble du trafic japonais avec les mers du Sud.

de replier en Egypte l'aviation trop exposée, qui se trouvait dès lors réduite à la chasse à grand rayon d'action en face d'une chasse assaillante basée sur des terrains proches. C'est l'inverse qui doit se produire dans l'attaque des îles de grande étendue, où l'assaillant sera presque partout privé du concours indispensable de sa chasse, tandis que le défenseur en bénéficiera. A l'opposé, dans les îles de très faible étendue comme beaucoup de celles où débarquèrent les troupes américaines (Gilbert, Marshall, Marianas, Palau), le défenseur ne peut compter sur un concours sérieux de son aviation; l'attaque, qu'elle dispose d'appareils basés sur porte-avions ou venant de bases terrestres voisines, est assurée d'une supériorité aérienne qui peut être écrasante.

La distance des îles aux côtes voisines et leur groupement en archipels sont un troisième élément de leur capacité défensive. La puissance du débarquement aérien nous paraît considérable parce qu'il introduit une menace nouvelle en un domaine où le risque du débarquement naval était très faible, si l'assaillant possédait la maîtrise de la mer, ou inexistant, si cette maîtrise était détenue par la défense. Le maître

de la mer dans une telle opération, c'est, comme on l'a vu en Crète, celui qui peut amener ses troupes sur une flottille de pêche escortée d'avions de chasse. Mais la puissance de telles opérations combinées n'atteint pas, de loin, celle d'une attaque terrestre où les escadres d'assaut travaillent en liaison étroite avec la grosse artillerie et les divisions blindées. C'est même ce qui permet à la défense de tenir avec des effectifs modestes, eu égard à l'étendue de la zone à protéger.

La capacité de défense des îles change donc du tout au tout suivant qu'elles sont isolées, hors de portée d'artillerie de la côte ou des îles voisines, ou qu'au contraire elles peuvent être tenues sous le feu du canon. C'est la proximité de la côte, ou d'îles formant chaîne de jonction avec elle, qui rendait difficile la conservation d'une base aux Lofoten, après occupation allemande dans la Norvège; dans les îles de la Frise, après occupation des Pays-Bas; en mer Egée ou dans les îles Ioniennes après occupation de la Grèce. Les îles qu'on aurait tenté de conserver auraient été très difficiles à tenir sous le feu de l'artillerie. C'est ce même facteur qui explique la facilité extrême de conquête des premières îles occupées par les troupes américaines dans les archipels de grande étendue comme les Gilbert et les Marshall, et la difficulté relative des mêmes occupations dans les archipels où les renforts peuvent passer d'île en île, comme aux Philippines.

Le problème des îles en Europe

L'attitude de la Grande-Bretagne au cours de l'occupation allemande et italienne des îles voisines des côtes d'Europe a été une abstention presque générale qui s'explique avant tout par le danger extrême que couvait l'Empire britannique après l'effondrement de la résistance française. La Grande-Bretagne s'est repliée sur elle-même, trouvant assez lourde la tâche de défendre la métropole. Elle abandonnait à l'adversaire tout ce qui n'était pas essentiel; elle n'était pas assez riche en forces pour les disperser. Elle se réservait pour l'époque meilleure, aujourd'hui arrivée, où l'épuisement de l'adversaire et le concours de ses alliés lui permettraient une action efficace.

Mais ce repli général était largement justifié par l'extrême difficulté qu'il y aurait eu à tenir les îles évacuées sous la menace allemande. On s'est étonné, au lendemain de l'occupation de la Grèce continentale, de voir abandonner aussi rapidement l'ensemble des îles grecques; c'est qu'il eût fallu de nombreuses divisions pour résister dans chacune à l'action successive d'effectifs allemands même réduits. On l'a bien vu pour la Crète, où le dernier concours donné à un allié malheureux, qui s'était vaillamment battu et que le prestige britannique interdisait d'abandonner sans un ultime effort, n'a servi de rien.

On s'explique donc que la Grande-Bretagne ait renoncé à sa tactique séculaire d'occupation des îles, devant la difficulté de leur défense accrue par la menace du débarquement aérien.

Elle n'a pas cherché à se procurer de bases insulaires nouvelles, bien qu'un réseau comme Gibraltar, Malte et Chypre fût insuffisamment serré, même du point de vue défensif et qu'il ait dû être complété par des porte-avions d escorte employés dans des conditions particulièrement risquées. Elle n'a pas tenté, par exemple, d'utiliser une base aussi bien placée que Corfou à l'époque où elle pouvait le faire.

La Grande-Bretagne n'a même pas cherché à conserver celles des îles que la défaite de ses alliés lui permettait de saisir. Aucune des îles de l'archipel frison, ni Ouessant, ni l'île de Ré ne l'ont tentée. Bien mieux, elle a évacué sans combat une aussi vieille possession britannique que les îles Anglo-Normandes.

Le domaine insulaire occupé par l'Allemagne et l'Italie, spécialement en Méditerranée, était immense, et constituait l'une des plus lourdes charges défensives de l'Axe. On aurait tort de juger de la tâche qui lui incombaît sur le théâtre d'opérations méditerranéen en comparant son étendue à celle du théâtre occidental, et de conclure que la cinquantaine de divisions, qui avait été jugée suffisante pour contenir la menace britannique à l'Ouest, suffirait au Sud contre la menace anglo-américaine. C'est qu'il s'ajoutait à la menace contre l'Europe continentale, France méditerranéenne, Italie et Grèce péninsulaire, une menace contre les îles qui, de la Corse au Dodécanèse, auraient immobilisé plus de 50 divisions

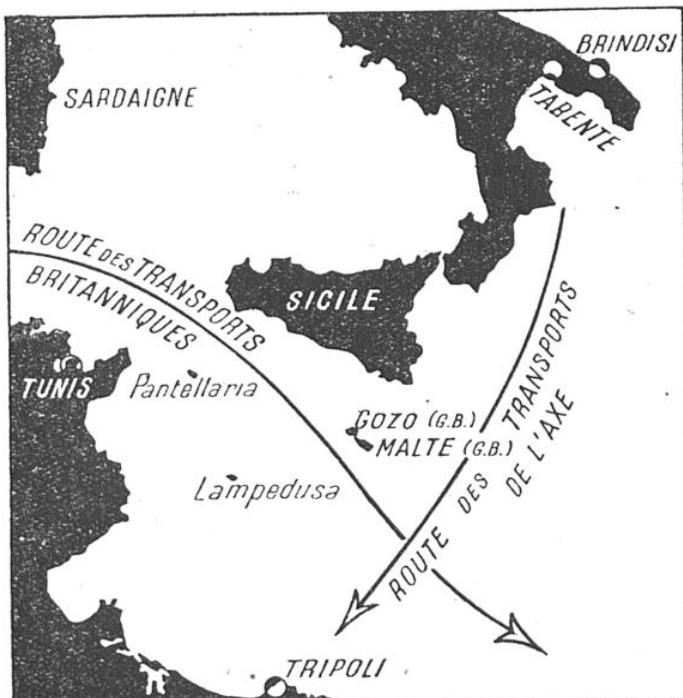


FIG. 3. — MALTE, GARDIENNE DU DÉTROIT DE SICILE, LORS DES OPÉRATIONS DE L'AXE EN LIBYE.



FIG. 4. — UNE VAGUE DE CHARS AMPHIBIES « ALLIGATORS » MONTANT A L'ASSAUT D'UNE PLAGE DE PELELIU DANS LE GROUPE DES ILES PALAU (O.W.I.)

à elle seule, si l'on en juge par les effectifs qui furent insuffisants en Crète.

L'attitude de l'Allemagne et de l'Italie dans cette question des îles a cependant été plus nuancée que celle du Japon. En Méditerranée comme en Europe occidentale, beaucoup d'îles ont été occupées, jusqu'à l'affaire de Crète inclusivement. Pourquoi s'est-on arrêté ensuite et pourquoi n'a-t-on rien tenté contre l'Angleterre et Malte, en se rejettant sur une opération contre l'U.R.S.S. qui n'était certes pas très facile? On n'a rien tenté contre l'Angleterre parce qu'elle est trop grande, rien non plus contre Malte parce qu'elle est trop petite.

L'occupation de la Crète devait réussir parce qu'il eût fallu, pour l'empêcher, au moins une dizaine de divisions que le Commandement britannique en Proche-Orient ne pouvait immobiliser dans l'île. On peut même se demander si vingt-cinq hommes au km² auraient suffi quand on juge la densité de dix-sept indispensable en Angleterre malgré des conditions bien plus favorables. La différence d'étendue justifierait à elle seule un supplément important de densité. Mais la défense de la Crète était compliquée par la nature accidentée du terrain, qui limite le rayon de vision et d'action des postes de défense, par la proximité des bases aériennes ennemis qui l'entouraient, par le faible nombre de terrains d'aviation à la disposition de la défense.

Le débarquement en Angleterre se présentait dans des conditions très différentes. Les effectifs de la défense, fixe ou mobile, étaient largement calculés. Elle pouvait concentrer sur les points menacés un matériel lourd puissant. L'aviation disposait d'un nombre considérable de terrains; pour elle, la distance jouait en sa faveur sur la plus grande partie des îles Britanniques, à l'inverse de l'affaire de Crète. D'autres facteurs intervenaient, propres à l'Angle-

terre : le développement extrême des communications, l'appui de la grosse artillerie de la flotte qui, sous la protection de la chasse, pouvait couvrir de son feu la plus grande partie des îles Britanniques en raison de leurs profondes découpures. Enfin il est probable que la population, à l'exception peut-être des habitants de l'Eire, n'eût pas assisté indifférente à l'occupation de son territoire par l'infanterie aérienne, et que les dix-sept militaires auraient été aidés par quelques-uns des cent quatre-vingt habitants au km² que compte la Grande-Bretagne.

Le cas de Malte, pour être tout différent, conduit aux mêmes conclusions. Une île de moins de 250 km² est aisée à défendre avec un effectif faible. Une demi-division appuyée par des ouvrages permanents nombreux, par les navires dans le port, par les équipages à terre, par le personnel de l'Atsenal, par la partie de la population qui vit de l'occupation britannique, pouvait tenir devant le débarquement aérien d'effectifs vingt fois supérieurs. Aussi faut-il approuver Mussolini d'avoir renoncé au dernier moment au débarquement dans l'île, après le très gros effort de destruction préparatoire fait au printemps 1942 par la « Luftwaffe ».

Le problème des îles dans le Pacifique

De tous les belligérants, c'est le Japon qui avait eu la politique de guerre la plus simple, dans les îles du Pacifique comme sur le continent asiatique : se précipiter sur tout ce qu'on trouvait devant soi pour l'incorporer à la « sphère de prospérité de la Grande Asie ». La méthode lui a valu des succès pendant cinq mois. La bataille de la mer de Corail a marqué le retournement de la situation et, depuis, la série ininterrompue d'échecs qui a ramené les Américains

dans les Mariannes et aux Philippines a fait la preuve que cette stratégie était par trop aventureuse.

Si l'on met à part les grandes îles de l'archipel nippon où la densité de la population et la facilité des communications compliquent les tentatives directes d'invasion, tous les autres archipels du Pacifique présentent un ensemble de caractères communs qui en font les objectifs d'occupation la plus aisée qui soit par le belligérant qui détient la maîtrise aéronavale.

Tous ces archipels se ressemblent par la densité extrêmement faible de leur population. Elle ne dépasse pas 35 habitants au km² aux Philippines, l'un des plus peuplés, 25 dans l'ensemble des archipels japonais des mers du Sud (Mariannes, Carolines, Marshall, Palau), 6 en Nouvelle-Zélande, 4 aux Salomon, 3,5 à Bornéo. Aucun d'eux ne peut donc fournir sur place, de très loin, les effectifs nécessaires à sa défense, comme le font les îles Britanniques.

Le problème se complique du fait de leur étendue, qui interdit d'amener ces effectifs d'ailleurs. Ces îles ont des dimensions dont on ne se fait guerre idée à l'examen des cartes à petite échelle où l'on veut loger tout le Pacifique sur une page de revue, des Indes Néerlandaises aux Galapagos. Sans parler de Bornéo et de la Nouvelle-Guinée qui, avec leurs 615 000 et 608 000 km², sont les deux plus grandes îles du monde (l'Australie étant hors concours en tant que continent), certaines des Salomon sont plus grandes que la Crète; l'archipel de la Nouvelle-Zélande a 268 000 km², plus que l'Angleterre, le Pays de Galles et l'Écosse réunis, pour une population 30 fois moindre.

A la très faible densité de population correspond tout naturellement un état rudimentaire des moyens de communication. Il est donc impossible de compléter la défense par le jeu d'une réserve générale qu'on portera sur le secteur menacé. Le débarquement en France a trouvé devant lui, en 48 heures, une fraction importante des forces d'occupation; la contre-attaque

australienne et américaine en Nouvelle-Guinée, à travers les monts Owen Stanley, a pu progresser pendant une quinzaine de jours jusqu'aux abords de la côte nord-est sans trouver plus de Japonais devant elle que l'armée nipponne n'avait trouvé de soldats australiens lorsqu'elle débarqua à Buna, Gona...

Enfin, l'extrême décomposition de tous ces archipels (il y a plus de 4 000 îles aux seules Philippines) en rend la défense d'ensemble impossible. Nul ne peut avoir dans chaque île les effectifs nécessaires à sa défense. Les forces américaines ont pris pied dans celles qu'elles ont choisies, tout comme les Japonais le faisaient quand ils avaient la maîtrise aéronavale. Le jour où il a plu à Mac Arthur de saisir quelques-uns des centaines d'îlots coralliens des Gilbert et des Marshall, le Japon pouvait-il lui opposer, sur chacun, les quelques chars qu'il fallait pour repousser les chalands de débarquement qui y auraient accosté?

Ainsi, les archipels du Pacifique sont indéfendables contre un adversaire qui détient la maîtrise aéronavale et qui peut concentrer sur l'île choisie, même si son armée est numériquement inférieure, des effectifs très supérieurs à ceux de la défense. Le Japon avait toute liberté d'étendre ses conquêtes tant qu'il disposait de cette maîtrise, c'est-à-dire jusqu'à la bataille de la mer de Corail. Cette maîtrise perdue, toutes les ressources de la première armée d'Extrême-Orient ne les préservent pas de la saisie des bases qu'il plaisait à l'adversaire d'occuper. Le Japon ne pouvait pas plus immobiliser dans la défense d'îles, dont certaines ont plusieurs centaines de kilomètres de longueur, les divisions qui sont nécessaires à leur défense, que la Grande-Bretagne aidée de la Grèce, n'avait pu le faire pour les îles de la mer Egée.

La politique insulaire des Etats-Unis au cours de cette guerre avait commencé avant même leur participation au conflit, par l'acquisition de bases dans les archipels britanniques.

Les Etats-Unis n'ont pas besoin d'îles comme

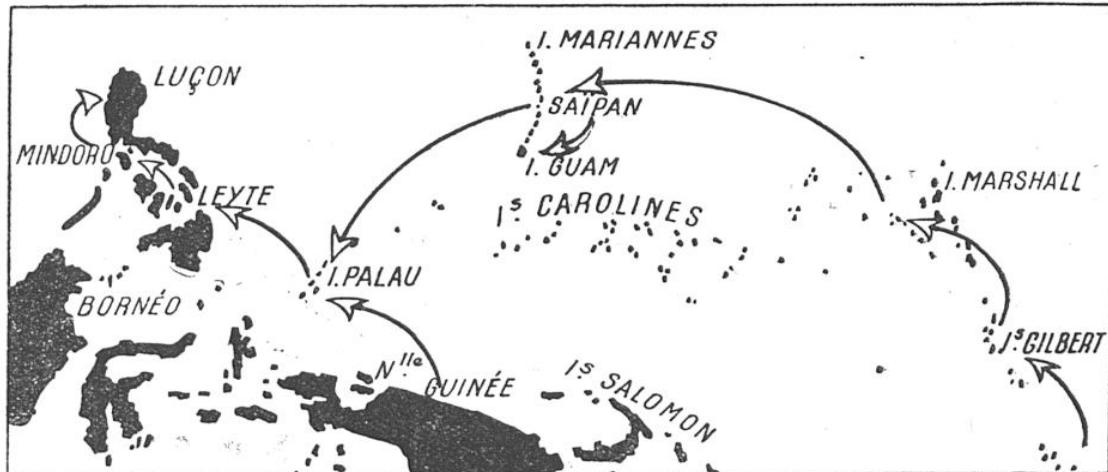


FIG. 5. — LA MANŒUVRE AMÉRICAINE D'ARCHIPEL EN ARCHIPEL A TRAVERS LE PACIFIQUE

Elle a commencé par la réoccupation des Gilbert, point extrême de l'avance japonaise, pour atteindre Mindoro, à l'ouest des Philippines, puis Luçon, puis enfin Iwo Jima aux îles Volcan, à mi-chemin de Saipan et du Japon. Elle n'a pas visé à l'occupation intégrale des archipels, mais de quelques îles utilisables comme bases pour la progression ultérieure; elles furent même souvent choisies, pour dérouter la défense adverse, à l'opposé de la direction d'où venait l'attaque. Tel fut le cas aux Marshall et aux Mariannes.

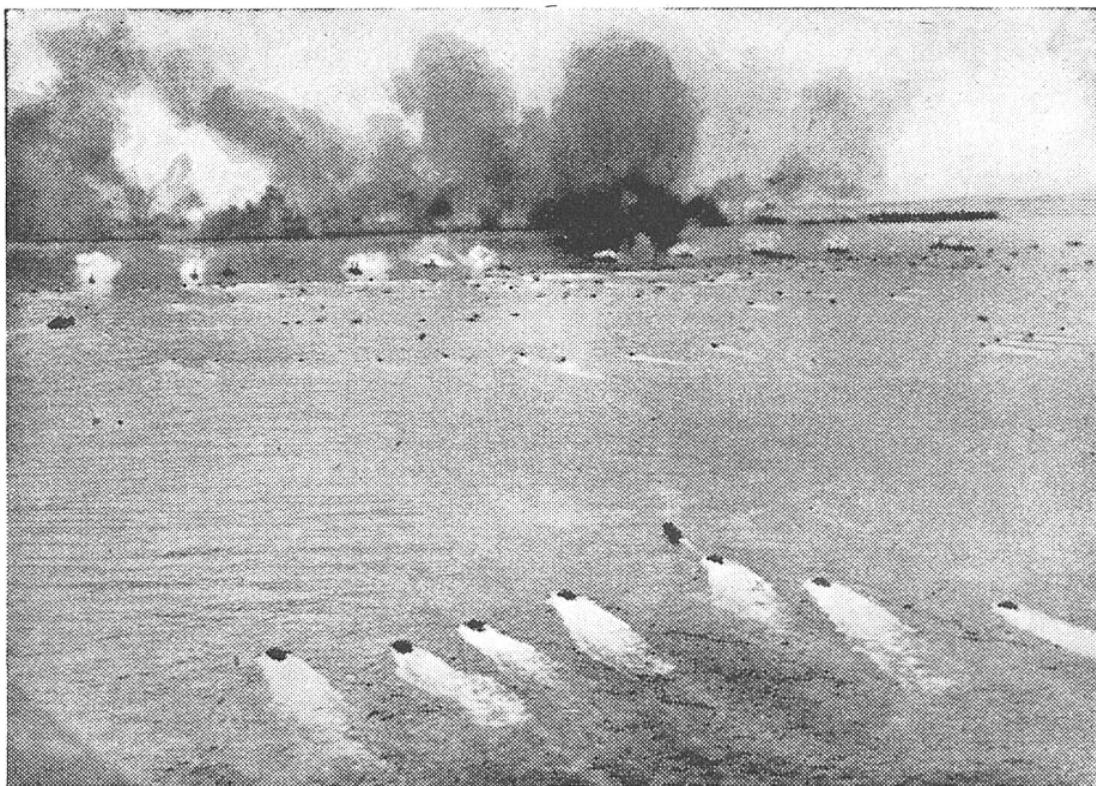


FIG. 6. — LES FORCES AMÉRICAINES A L'ASSAUT DE L'ILE DE PELELIU, DANS LES ILES PALAU, LE 15 SEPTEMBRE 1944 (O.W.I.)

De terre s'élèvent des nuages de fumée, témoins de l'efficacité du bombardement aéronaval que la 3^e Flotte américaine de l'amiral Halsey a fait subir aux installations japonaises de l'île. Au plus près de la côte, des navires de débarquement d'infanterie au centre de nuages blancs, arrosent d'obus-fusées les défenses des plages. Derrière eux, les chars amphibies « Alligators » armés de canons s'apprêtent à prendre pied et à s'opposer aux contre-attaques éventuelles. Enfin, des vagues d'embarcations de débarquement amènent les troupes d'assaut.

colonies. Il suffit, pour s'en convaincre, de se rappeler avec quelle facilité ils ont lâché certaines des Antilles, où ils venaient d'accorder avant la guerre l'indépendance des Philippines. Ce dont ils ont besoin pour leur défense, c'est d'éloigner leurs adversaires de tous les territoires qui pourraient leur servir de bases d'opérations aériennes contre l'Amérique et de s'installer eux-mêmes dans des bases bien situées pour des contre-opérations offensives.

Si l'on excepte les Philippines, indéfendables, et dont l'abandon avait été très justement prévu avant l'agression japonaise, la situation de bases comme Guam, Wake, Midway était parfaite, et il est difficilement compréhensible qu'on n'ait pas consacré plus d'efforts à leur organisation défensive. Guam, en particulier, qui était la plus avancée de ces bases, tenait une valeur incomparable de son isolement au milieu de l'archipel japonais des Mariannes; elle gênait énormément le trafic japonais avec les mers du Sud sans la contre-partie désagréable de tenir à un archipel impossible à défendre. Il eût certainement été possible d'organiser dans les mêmes conditions une des Philippines hors de portée de canon des autres îles de l'archipel, pour compléter le barrage.

C'est d'ailleurs cette formule, une île dans cha-

que archipel, que les Etats-Unis semblent avoir choisi comme base de leurs accords avec la Grande-Bretagne. Ils ont ainsi aux moindres frais le maximum de puissance défensive et offensive. Une île aux Bermudes, une aux Bahamas, une aux Petites Antilles, une aux Galapagos (Équateur)... leur font une magnifique ceinture de protection. Dans une vingtaine d'années, quand la marine et l'aviation auront stabilisé leurs parts respectives dans la domination des mers et du monde, les acquisitions de 1940 apparaîtront certainement comme la base fondamentale de la puissance militaire des Etats-Unis.

Dans cet immense théâtre d'opérations du Pacifique, passé aujourd'hui sous leur direction militaire, les Etats-Unis auront agi aussi sagement que la Grande-Bretagne dans les mers d'Europe. Ils auront abandonné, ou fait abandonner, des archipels indéfendables, en sachant fort bien, pour leur part, faire payer à l'adversaire le prix maximum pour leur occupation provisoire des Philippines. Mais ils n'auront nulle part tenté cette défense acharnée qui vaut au Japon de perdre sa flotte, son aviation, et une part appréciable de son armée dans des tentatives infructueuses pour s'accrocher à tous les points où l'adversaire a porté son effort, de Guadalcanal à Leyte.

La première période de la reconquête, la pro-

gression méthodique d'île en île dans l'archipel des Salomon, a été l'objet de violentes critiques, en Amérique même, qui visaient la stratégie choisie par le général Mac Arthur, ou qui lui fut imposée. Assurément, la bataille d'épuisement menée aux Salomon était beaucoup plus dure pour le Japon dont les communications se trouvèrent exposées à l'aviation américaine que pour les Etats-Unis, qui ravitaillaient leur armée en toute sécurité.

Mais la manœuvre ultérieure, qui commença aux Gilbert pour s'acheminer, provisoirement, aux Philippines utilisait beaucoup mieux encore la supériorité aéronavale des Etats-Unis. Elle ne cherchait pas à occuper toutes les îles d'un archipel, ou tous les archipels d'une ligne qui eût séparé le Japon de ses conquêtes dans les mers du Sud. Il lui suffisait d'occuper dans chacun des archipels jugés intéressants les quelques bases en nombre très limité qui permettaient de continuer la progression en direction de la mer de Chine. Les Etats-Unis éludaient ainsi les obligations défensives d'une occupation totale, qui avaient tâcheusement pesé sur la stratégie alliée en Extrême-Orient au début de l'offensive japonaise. Ils maintenaient ainsi, inutilisés, dans des régions de ravitaillement très difficile, des effectifs japonais importants, mais qui ne les gênaient pas. Il est excellent que le Japon ait encore à entretenir aux Marshall, aux Salomon, aux Carolines, aux Moluques, des garnisons impuissantes, pendant que le sort de son entreprise se jouera à Tokio.

Géopolitique insulaire

L'expérience de cette guerre aura donc obligé à reviser quelques notions inexactes sur l'aide que la situation insulaire ou les îles voisines peuvent apporter à un Empire.

La position insulaire du Royaume-Uni aura été incontestablement d'un grand secours à la Grande-Bretagne, encore que la présence de l'Eire ait pu motiver de justes inquiétudes en 1941. Mais la position analogue du Japon, d'où certains, en mal de généralisation, prétendaient déduire que son avenir devait être aussi brillant en Extrême-Orient que celui de la Grande-Bretagne en Europe, pèse très lourdement sur ses opérations militaires. Et l'on peut en dire autant, en Europe, de la position péninsulaire de l'Italie, aggravée par la Sicile et la Sardaigne, dans les opérations qu'elle peut avoir à mener, comme cela a été le cas en 1943, contre des adversaires venant du large.

L'avantage ou le désavantage de la position insulaire dépend de deux facteurs : la possession de la maîtrise aéronavale, l'existence ou l'absence d'îles ou d'archipels nombreux dans le voisinage.

Si la Grande-Bretagne n'a pas plus été envahie au cours de cette guerre qu'au cours de toutes celles qui l'ont précédée depuis que Guillaume-le-Conquérant y débarqua, elle le doit à la maîtrise navale, puis aéronavale qu'elle n'a jamais cessé de détenir sur les eaux avoisinantes, et dont la bataille d'Angleterre de l'été 1940 a été la dernière démonstration. Lorsque l'Angleterre n'avait pas la maîtrise navale, elle était exposée aux mêmes invasions que les pays du continent ; cela lui est arrivé plusieurs dizaines de fois de César à Guillaume-le-Conquérant. Si la Sicile,

puis l'Italie, attaquées par mer, ont été envahies, si le Japon le sera un jour, c'est faute de cette maîtrise aéronavale.

Mais la condition géographique que l'on doit ajouter, savoir l'existence ou l'absence d'îles ou d'archipels nombreux autour de l'archipel central, est aussi essentielle que la possession de la maîtrise aéronavale. C'est sous la charge des archipels qui l'entourent, en lesquels on voyait généralement une protection, que le Japon succombe aujourd'hui. Si paradoxal que cela paraisse, on ne saurait trop souligner que la maîtrise aéronavale n'est pas nécessaire à l'adversaire d'un Japon qui aurait placé sous sa domination toutes les îles du Pacifique pour le mettre dans une situation intenable et arriver au cœur même de l'archipel principal. Il suffit à l'envahisseur, pour chacune de ses opérations successives, de détenir la maîtrise locale. Le communiqué américain relatif à la bataille aéronavale des Philippines nous a appris d'où venait l'adversaire : presque toute sa flotte de ligne se trouvait dans la région de Singapour. Qui eût empêché alors une flotte américaine même très inférieure à la flotte japonaise, de réussir un débarquement dans l'une des Kouriles, en partant des Mariannes, de Midway ou des Aléoutiennes, bien avant que l'adversaire ait pu intervenir pour troubler l'opération ? Qu'on ne dise pas que l'occupation ne serait que provisoire, et que le Japon, supposé maître de la mer et de l'air, pourrait aisément chasser l'intrus. La caractéristique d'une base insulaire de faible surface est précisément cette possibilité de résistance devant un adversaire qui détient, dans la région, la maîtrise aéronavale. Pendant tout le premier semestre 1942, Malte a tenu malgré les pertes graves que venait de subir l'escadre d'Alexandrie et les grosses concentrations de la « Luftwaffe » ; la démonstration que la maîtrise aéronavale dans les eaux de l'île venait de passer provisoirement à l'Axe était donnée par l'impossibilité d'y faire parvenir des convois.

Le cas de l'Italie, et plus généralement des positions méditerranéennes de l'Axe en 1943 est aussi typique que celui du Japon. A la péninsule italienne, à la Sicile, à la Sardaigne et au Dodécanèse, l'Axe avait été conduit à ajouter successivement la péninsule hellénique, les îles Ioniennes, celles de la mer Egée, la Crète et enfin la Corse. A la veille du débarquement en Italie, la défense de cette région était assurée par l'ensemble de toutes les forces terrestres italiennes, aidées par environ 25 divisions allemandes en Italie, Sardaigne et Corse, et au moins une dizaine dans le secteur grec. Les Alliés n'ont pas indiqué les effectifs qu'ils engagèrent à cette époque. Mais, à en juger par ceux qui se battent depuis plus de dix-huit mois en Italie, ils devaient être compris entre la moitié et le tiers des effectifs de la défense. Cette infériorité numérique ne les a pas empêchés de prendre pied partout où ils l'ont voulu. Et c'est une situation analogue qui fait aujourd'hui la faiblesse du Japon, toute question de maîtrise aéronavale mise à part, et qui permet aux Etats-Unis de progresser d'île en île, avec des effectifs certainement plusieurs fois inférieurs à ceux de son adversaire.

Camille ROUGERON.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

De l'air pour les sous-marins en plongée

CERTAINES déclarations officielles ont fait allusion à un important perfectionnement qui aurait été introduit par l'Amirauté allemande à bord de ses sous-marins depuis déjà plus d'un an. Il s'agirait du dispositif « Schnorkel Spirall » qui permet à un sous-marin en plongée de se mettre en rapport avec l'atmosphère afin de s'y ravitailler en air frais, sans avoir à émerger.

On sait qu'en principe un sous-marin est mu, en surface, par des moteurs Diesel et, en plongée, par des moteurs électriques sur lesquels débitent des accumulateurs. Lorsque ces derniers sont épuisés, il faut les recharger à l'aide des moteurs Diesel, entraînant les moteurs de traction qui débloquent alors en génératrices sur les accumulateurs. Le temps pendant lequel un sous-marin peut se maintenir en plongée dépend donc de la capacité de ses batteries, et par suite du régime de leur décharge. Un sous-marin ordinaire pourra naviguer en plongée 18 heures et plus, par exemple, à la vitesse de 1,5 à 2 nœuds, et seulement 2 heures, à la pleine vitesse de 8 ou 9 nœuds.

Le Diesel a besoin d'air pour fonctionner et, jusqu'à présent, le sous-marin devait faire surface inévitamment, s'offrant ainsi en cible à ses ennemis. Aujourd'hui, le développement des moyens de lutte antisous-marin, et surtout l'emploi d'avions et d'hélicoptères comme chasseurs de sous-marins, font courir à tout sous-marin émergé dans la zone surveillée les plus grands dangers, aussi bien de jour que de nuit. Le sous-

marin devait donc perdre un temps précieux pour s'éloigner de son terrain de chasse, quand il voulait recharger ses accumulateurs, et pour y revenir, une fois l'opération terminée.

Pour avoir de l'air frais en quantité illimitée sans monter à la surface, le procédé est simple, mais il fallait y songer. Le périscope n'était

pas là d'ailleurs pour indiquer la voie? Le « Schnorkel Spirall » consiste en un tube coulissant contenant deux tuyaux, l'un pour la sortie de l'air, l'autre pour la rentrée. Naturellement, des soucis s'opposent à ce que l'eau et les embruns pénètrent dans les canalisations.

Le tuyau de sortie sert

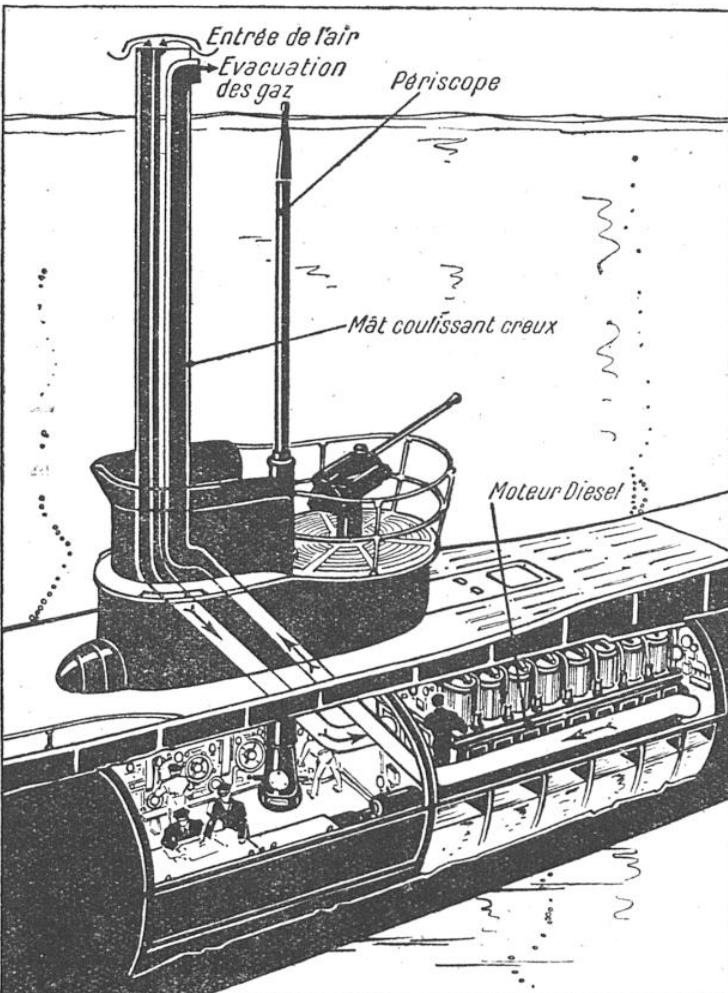


FIG. 1. — SCHÉMA DU DISPOSITIF « SCHNORKEL SPIRALL » POUR LE RENOUVELLEMENT D'AIR DANS LES SOUS-MARINS EN PLONGÉE

pour l'évacuation de l'air vicié par la respiration de l'équipage et pour l'échappement des moteurs Diesel. Le tuyau d'entrée amène dans la coque de l'air frais, permet de renouveler la provision d'air comprimé pour la chasse des ballasts, et enfin alimente en carburant les moteurs Diesel. De ces derniers, l'un pourra servir à la propulsion du navire à petite vitesse pendant que l'autre actionnera les génératrices.

Ainsi la propulsion électrique peut être réservée exclusivement aux cas où le sous-marin veut prononcer une attaque, ou bien lorsqu'il veut échapper aux grenades des unités qui le chassent. Il n'a plus pratiquement besoin de naviguer à la surface et peut rester immergé pendant trente jours et plus, indéfiniment en principe, jusqu'à ce que ses réserves de vivres et de combustible soient épuisées.

Le fait qu'il puisse naviguer en plongée à l'aide de ses moteurs Diesel (à vrai dire à faible vitesse) a pour conséquence importante qu'il n'est plus obligé de faire de longs détours pour gagner son terrain de chasse à partir de sa base. Après la perte des bases sous-marines de l'Atlantique, les sous-marins allemands devaient, pour attaquer les convois venant d'Amérique, contourner les îles britanniques par le nord, en passant soit au sud des îles Shetland, soit même dans les parages des îles Féroë. Il faut s'attendre à ce qu'ils empruntent maintenant des routes plus courtes, soit celle du Pentland Firth (entre l'Ecosse et les îles Orkney), soit même celle de la Manche. Ils y trouveront l'avantage supplémentaire de traverser des régions de grand trafic où s'offrira plus fréquemment la possibilité d'attaquer des transports avec succès.

Pour accélérer le séchage des peintures

Il séchage des peintures par rayonnement calorifique, mis en œuvre avant la guerre aux Etats-Unis, s'est révélé d'une valeur considérable pour le

finissage des carrosseries d'automobiles. Cette méthode utilise des lampes spéciales particulièrement étudiées pour produire le maximum de chaleur avec le minimum de lumière, c'est-à-dire pour projeter un faisceau contenant le maximum de rayons infrarouges, l'énergie dissipée en lumière n'étant d'aucune efficacité pour le but poursuivi.

Le rayonnement infrarouge

peut dans les garages est la grande vitesse avec laquelle un raccord de peinture peut être exécuté. Alors que le séchage à l'air d'une retouche exige trente minutes ou davantage, la chaleur radiante livre en cinq minutes une surface suffisamment dure pour pouvoir être apprêtée en vue de recevoir une seconde couche.

Mais, en dehors de la rapidité des travaux qui peu-

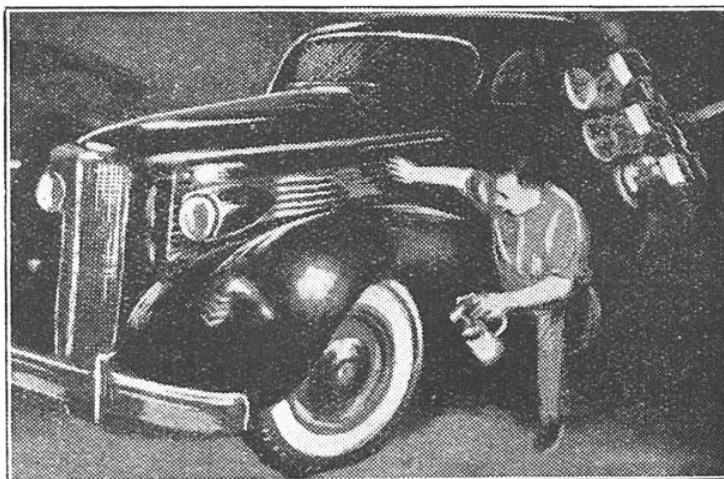


FIG. 2. — L'UTILISATION DU RAYONNEMENT INFRAROUGE POUR LE SÉCHAGE DE PEINTURES.

On voit, à droite, la batterie de lampes spéciales dont le rayonnement séche en cinq minutes la peinture d'une aile d'automobile.

pénètre en effet dans la matière et permet de sécher rapidement la couche de fond, alors que le rayonnement émis par les radiateurs à vapeur est trop mou pour donner satisfaction.

Ces lampes ont été introduites il y a quelques années par la Ford Motor Co. Dans ses usines, les étuves pour le séchage des vernis cellulosaques appliqués sur les carrosseries de voitures ne comportent pas moins de 35 000 lampes émettant un rayonnement infrarouge pénétrant. Elles sont équipées de réflecteurs dorés ou recouverts chimiquement d'aluminium. Elles sont fabriquées en trois types (260, 500 et 1 000 watts) et construites de façon à éviter toute explosion fortuite par allumage des vapeurs inflammables émises par les peintures.

Le grand avantage de l'emploi de ce type de lam-

pes peut être ainsi effectué, ou plutôt par suite de cette rapidité même, la qualité des résultats obtenus est également remarquable. En effet, les poussières n'ont pas le temps de se déposer sur la peinture fraîche et le poli réalisé en est d'autant amélioré.

Les lampes utilisées sont montées en batteries de deux ou, mieux, de quatre lampes. Leurs réflecteurs sont assez efficaces pour que l'on puisse se tenir derrière ces batteries sans être incommodé par le dégagement de chaleur.

Forages pétrolifères horizontaux

UN gisement pétrolifère de la Pennsylvanie ayant été reconnu pratiquement épuisé et incapa-

ble de fournir de l'huile par les procédés ordinaires, on mit au point une méthode nouvelle d'exploitation.

On creusa un puits de 3 m de diamètre, que l'on tapisa de 30 cm de ciment. A 120 m de profondeur, on creusa une vaste chambre circulaire de 8 m de diamètre, dans laquelle on installa des appareils de forage.

Rayonnant alors tout autour de la chambre comme les rayons d'une roue autour de son moyeu, on creusa des galeries longues chacune de près d'un kilomètre. Ainsi se trouva réalisé un système de drainage très serré, l'huile s'écoulant dans les galeries légèrement inclinées et se rassemblant dans la chambre centrale où il suffisait de la pomper.

Le nouveau “Spittire XIV” à cinq pales

UNE nouvelle version du célèbre chasseur monoplan Vickers Supermarine « Spittire » est apparue, il y a quelques semaines. Après le « Spittire XII », chasseur destiné à opérer à faible altitude, c'est le « Spittire XIV », chasseur pour hautes altitudes, normalement au-dessus de neuf mille mètres. Sa principale caractéristique est d'être équipé d'un moteur Rolls-Royce « Griffon » de 2000 ch, muni d'un compresseur à deux étages et à deux vitesses. L'utilisation d'une telle puissance avec un haut rendement à haute altitude et à grande vitesse pose aux constructeurs d'hélices des problèmes ardu. Adopter pour le nouveau type à performances élevées qu'est le « Spittire XIV » une hélice à quatre pales ne saurait être considéré comme une solution satisfaisante. On serait conduit, en effet, à choisir un grand diamètre, excessif pour deux raisons : la vitesse qu'atteindraient alors les extrémités des pales s'approcherait dangereusement de la vitesse du son, d'où une baisse de rendement; d'autre part, il faudrait surélever le train d'atterrissement.

La solution la meilleure du point de vue aérodynamique aurait sans doute été

l'emploi de deux hélices tri-pales distinctes tournant en sens inverse, mais les complications mécaniques qui en résulteraient ont fait préférer la solution de l'hélice Rotol à cinq pales.

pâte à papier, dont le centre le plus important se trouve dans la région Nord-Ouest, proche du Pacifique.

Ils sont dus à la mise au point d'un nouveau procédé d'écorçage des troncs d'ar-

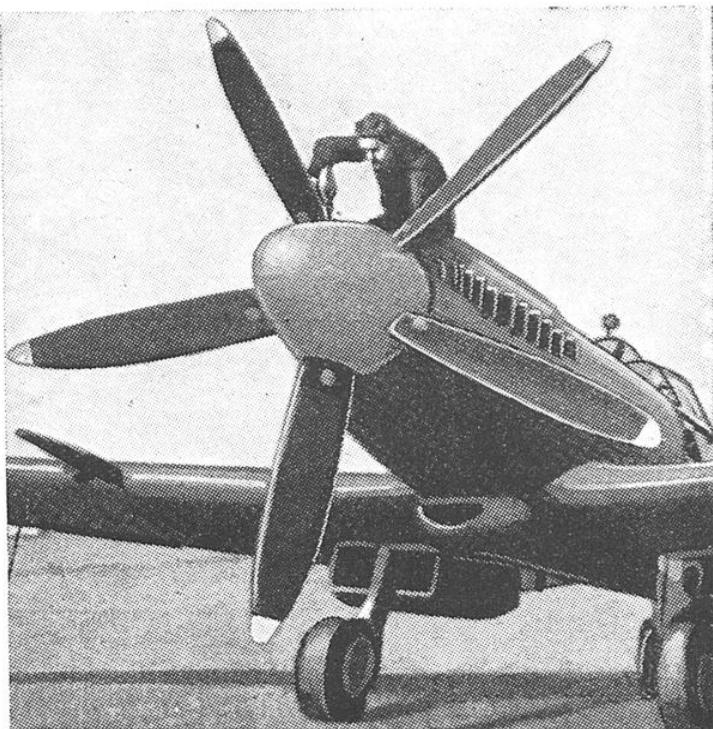


FIG. 3. — LE VICKERS SUPERMARINE « SPITFIRE XIV » A MOTEUR ROLLS-ROYCE « GRIFFON » DE 2 000 CH ET HÉLICE À CINQ PALES

L'armement du « Spittire XIV » est, dans ses grandes lignes, comparable à celui des versions précédentes. Il est variable et peut comprendre, soit quatre canons de 20 mm, soit deux canons de 20 mm et deux mitrailleuses lourdes, soit deux canons de 20 mm et quatre mitrailleuses légères. De plus, à la place du réservoir supplémentaire largable, il peut emporter une bombe de 125 ou 250 kg.

L'Industrie du papier aux Etats-Unis

D'IMPORTANTS changements sont en cours dans l'industrie américaine du papier et de la

bres. Le procédé mécanique employé jusqu'ici est en voie d'être entièrement remplacé par un procédé hydraulique, qui consiste à diriger de puissants jets d'eau sur les billes de bois. Leur écorce se trouve ainsi arrachée, sans perte de fibres. Le rendement final en pâte à papier se trouve amélioré de 10 à 20 %.

Cette augmentation du rendement a des répercussions inattendues. Les fibres, autrefois arrachées avec l'écorce, passaient comme elle dans les foyers des centrales d'usine fournissant la force motrice. Il faudra donc plus de charbon, de mazout ou de déchets de bois d'autre origine, à un moment où la production de guerre pose d'une manière aiguë le problème du combustible. C'est pourquoi nombre d'usines

pensent à brûler le résidu de la fabrication, lorsque la cellulose a été isolée sous forme de pâte à papier, c'est-à-dire la « lignine »; cela ne va pas sans exiger de nouvelles et importantes

installations perfectionnées, qui sont en voie de réalisation.

L'industrie américaine du papier consomme chaque année 42 millions de mètres cubes de bois. Le procédé

d'écorçage hydraulique étendu à toutes les usines économiserait donc au moins 4 200 000 mètres cubes, soit l'équivalent de 20 000 hectares de bois.

V. RUBOR.

NUMÉROS DISPONIBLES

Demandez la liste et le prix
à nos bureaux

Pour être sûr de lire régulièrement SCIENCE ET VIE, abonnez-vous :

	France	Etranger
Envois simplement affranchis.....	150 francs	300 francs
Envois recommandés.....	200 —	400 —

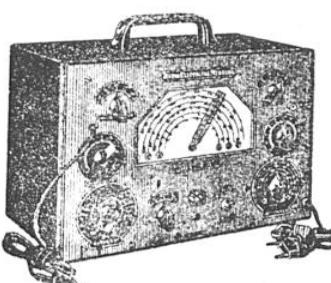
Tous les règlements doivent être effectués par chèque postal : 184.05 Toulouse. Nous n'acceptons pas les timbres-poste.

Prière de joindre 3 francs pour les changements d'adresse.

La table générale des matières N° 1 à 186 (1913-1932) est expédiée franco contre 25 francs.

INSTITUT ELECTRO-RADIO
6.RUE DE TEHÉRAN - PARIS 8^e
prépare
PAR CORRESPONDANCE
à toutes les carrières de
L'ÉLECTRICITÉ :
RADIO CINÉMA - TÉLÉVISION
VOTRE AVENIR EST DANS CE LIVRE
L'ÉLECTRICITÉ ET SES APPLICATIONS
GRATUITEMENT
Demandez-nous notre documentation et le
livre qui décidera de votre carrière

APPAREILS DE MESURE DE CONTRÔLE ET DE DÉPANNAGE



Hétérodynes modulées type service ■ Oscilloscopes cathodiques type super-service ■ Modulateur de fréquence type B 143 permettant l'alignement des circuits MF et HF à l'oscilloscophe ■ Ponts à impédance type F 44 ■ Lampemètres

Notice technique générale de nos fabrications contre 1.50 en timbres

Pour chacun de ces appareils une notice technique très détaillée comprenant le mode d'emploi est adressée contre 5 fr. en timbres par appareil.

RADIO-ELECTRICAL-MEASURE
3 bis, rue Roussel à PARIS (XVII^e)

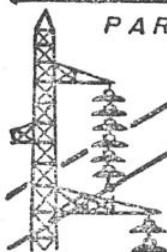
CARRIÈRES TECHNIQUES de L'ADMINISTRATION

Orientation professionnelle par l'École Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris (7^e). Indiquer date de naissance, diplômes obtenus, aptitudes spéciales, préférences.

APPRENEZ L'ÉLECTRICITÉ

PAR CORRESPONDANCE

sans connaître les mathématiques



Tous les phénomènes électriques ainsi que leurs applications industrielles et ménagères les plus récentes sont étudiées dans le cours pratique d'électricité sans nécessiter aucune connaissance mathématique spéciale. Chacune des manifestations de l'électricité est expliquée à l'aide de comparaison avec des phénomènes connus par tous et toutes les formules de calcul sont indiquées avec la manière de les utiliser. En dix mois vous serez à même de résoudre tous les problèmes pratiques de l'électricité industrielle.

Ce cours s'adresse aux praticiens de l'électricité, aux radio-électriciens, aux mécaniciens, aux vendeurs de matériel électrique et à tous ceux qui sans aucune étude préalable désirent connaître réellement l'électricité, tout en ne consacrant à ce travail que quelques heures par semaine.

COURS PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ



222, Boulevard Pereire - PARIS-17^e

LES MEILLEURES ÉTUDES PAR CORRESPONDANCE

se font à l'ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS où les meilleurs maîtres, appliquant les meilleures méthodes d'enseignement par correspondance, forment les meilleurs élèves.

ETUDES PRIMAIRES OU SECONDAIRES. — Des centaines de brillants succès au Brevet élémentaire, au B. E. P. S., au Baccalauréat établissent la haute efficacité des méthodes de l'École des Sciences et Arts. — Brochure gratuite n° R 2461.

LES COURS DE FORMATION SCIENTIFIQUE vous permettront soit de compléter vos connaissances, soit d'augmenter utilement vos aptitudes professionnelles, soit d'étendre votre culture générale en Mathématiques, Physique, Chimie, etc... — Notice gratuite n° R 2462.

DESSIN INDUSTRIEL. — Notre cours de Dessin industriel vous prépare soit à un Certificat d'aptitude professionnelle, soit directement à l'exercice de la profession choisie par vous et où vous deviendrez un technicien accompli. — Notice gratuite n° R 2463.

CARRIERES COMMERCIALES. — Nos Cours de Commerce et de Comptabilité constituent la meilleure des préparations à ces carrières comme aux Certificats d'aptitude professionnelle commerciaux. — Notice gratuite n° R 2464.

LA CELEBRE MÉTHODE DE CULTURE MENTALE DUNAMIS permet à chacun de développer toutes ses facultés, d'acquérir la confiance en soi et de « forcer le succès ». — Notice gratuite n° R 2465.

LE COURS DE DESSIN ARTISTIQUE, en vous

apprenant d'abord à voir, puis à interpréter votre vision personnelle par les procédés les plus variés, vous donnera la formation complète de l'artiste et l'accès aux plus brillantes carrières.

— Notice gratuite n° R 2466.

LE COURS D'ÉLOCUTION vous mettra en mesure d'improviser une allocution émouvante, de composer un discours persuasif. Il vous livrera tous les secrets de l'art oratoire. — Notice n° R 2467.

LE COURS DE PUBLICITE vous permettra soit de vous créer une situation dans une spécialité appelée au plus brillant avenir, soit de donner à vos affaires le maximum de développement. — Notice gratuite n° R 2468.

LE COURS DE FORMATION MUSICALE fera de vous un musicien complet capable de déchiffrer n'importe quelle œuvre, non seulement maître de la technique musicale mais averti de toutes les questions d'histoire et d'esthétique. — Notice gratuite n° R 2469.

LE COURS D'INITIATION AUX GRANDS PROBLÈMES PHILOSOPHIQUES sera le guide familier et sûr de tous ceux qui veulent savoir comment se posent et comment peuvent être résolus les grands problèmes qui hantent l'esprit humain (Liberté humaine, immortalité de l'âme, etc.). — Notice gratuite n° R 2470.

FONCTIONS PUBLIQUES. — Nous vous recommandons les situations accessibles, sans diplôme, de l'Administration des P. T. T. : Commis masculin ou Commis féminin, Contrôleur stagiaire. — Notice gratuite n° R 2471.

ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS

81, boulevard des Belges, LYON (Rhône). 16, rue du Général-Malleterre, PARIS (16^e).

T.S.F.

Jeunes Gens !

Sans quitter votre emploi actuel
Préparez-vous à devenir
ELECTRO-MÉCANICIEN D'AVIATION
PILOTE AVIATEUR
OPÉRATEUR RADIOTÉLÉGRAPHISTE

Devenir
MONTEUR-DÉPANNEUR
RADIO TECHNICIEN
SOUS-INGÉNIEUR RADIO ou
DESSINATEUR INDUSTRIEL

Demandez la documentation gratuite

ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE
51, BOULEVARD MAGENTA, PARIS (10)

AUTOMOBILE - AVIATION - CINEMA - COMMERCE - VENTE
ET PUBLICITÉ - CUISINE - DESSIN - DICTIONNAIRES ET
ENCYCLOPÉDIÉS - ÉLECTRICITÉ - ÉLEVAGE - ENSEIGNE-
MENT GÉNÉRAL - FINANCE ET BOURSE - JARDINAGE
JEUX DE SOCIÉTÉ - MAGNÉTIQUE - MARINE
ET YACHTING - MÉDECINE - MINÉRALOGIE - MÉTALURGIE
MENUISERIE - MÉTIER - MINÉRALOGIE - MINÉRALOGIE
TÉLÉVISION - MODÈLES REDUITS - MÉTIER - MINÉRALOGIE
RADIODÉCORATION - MÉTIER - MINÉRALOGIE
AUTOMOBILE - MÉTIER - MINÉRALOGIE
ET PIÈCES DE RECHANGE - MÉTIER - MINÉRALOGIE
ENCYCLOPÉDIÉS - MÉTIER - MINÉRALOGIE
MENT - MÉTIER - MINÉRALOGIE

TOUS LES OUVRAGES
TECHNIQUES ET DE
VULGARISATION
SCIENTIFIQUE

MARINE
HILIA
IMIE
VAUX
ENTE
SEIGNE
ARDINAGE
MAGNÉ
TISME - AS
- MARINE
ET YACHTING - MÉDECINE ET HYGIÈNE
MENUISERIE - MODÈLES REDUITS - PÊCHE - PHILA
TÉLIE - PHILOSOPHIE - PHOTO - PHYSIQUE ET CHIMIE
RADIESTHÉSIE - RADIO - TÉLÉVISION - TRAVAUX
D'AMATEURS - SCIENCES NATURELLES - ARTISANAT

SCIENCES ET LOISIRS
17, AV. DE LA RÉPUBLIQUE, PARIS

LISTE DE NOS LIVRES SÉLECTIONNÉS CONTRE 5 F EN TIMBRES.

Devenez DESSINATEUR et PEINTRE!

Renseignez-vous aujourd'hui même sur l'ÉCOLE INTERNATIONALE et sur les lucratives et passionnantes carrières auxquelles vous pourrez prétendre lorsque vous saurez dessiner. L'ÉCOLE INTERNATIONALE vous offre, gratuitement un très bel Album qui vous expliquera comment vous pouvez apprendre rapidement et agréablement, chez vous, à dessiner et à peindre. Pour recevoir cet Album, sans aucun engagement pour vous, il vous suffit de découper le bon ci-dessous, d'y joindre 5 Frs, à votre gré, ainsi que votre nom et adresse, et d'adresser aussitôt votre lettre à

L'ÉCOLE INTERNATIONALE
PAR CORRESPONDANCE
DE DESSIN ET DE PEINTURE
SERVICE D.P. — PRINCIPAUTÉ DE MONACO

Le Gérant : Lucien LESTANG. Imprimerie Régionale, Toulouse.

LA RADIO manque DE SPECIALISTES!



JEUNES GENS !

Pour répondre aux besoins sans cesse grandissants de la Radio française en cadres spécialisés, nous conseillons vivement aux jeunes gens de s'orienter délibérément vers les carrières de la T.S.F.

AVIATION CIVILE ET MILITIAIRE, INDUSTRIE, MARINE MARCHANDE ET MARINE NATIONALE, COLONIES, MINISTERES ET ADMINISTRATIONS.

Ces carrières réaliseront les aspirations de la jeunesse moderne, puisqu'elles joignent à l'attrait du scientifique celui de travaux manuels importants.

PREPAREZ CES CARRIERES
en suivant nos cours spécialisés
PAR CORRESPONDANCE

conçus d'après les méthodes les plus modernes de l'enseignement américain.

INSCRIPTIONS A TOUTE EPOQUE DE L'ANNEE
TOUS NOS COURS COMPORTENT LES EXERCICES PRATIQUES A DOMICILE

PLACEMENT

A l'heure actuelle, nous garantissons le placement de tous nos élèves opérateurs radiotélégraphistes.

diplômés.

L'Ecole délivre des **CERTIFICATS DE FIN D'ETUDES** conformément à la loi du 4 août 1942.

Notices gratuitement sur demande.



ECOLE GENERALE PROFESSIONNELLE RADIOTECHNIQUE

VICHY, 14, rue de Bretagne — Prochainement réinstallation de nos locaux de PARIS.

ÉCOLE DU GENIE CIVIL

PARIS, 152, av. de Wagram
NICE, 3, rue du Lycée

ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE

MATHÉMATIQUES

Enseignement des Mathématiques, Physique, Mécanique, Chimie, Astronomie, à tous les degrés.

INDUSTRIE

CONTREMAITRE, DESSINATEUR, TECHNICIEN, SOUS-INGENIEUR, INGENIEUR en Mécanique générale, Constructions aéronautiques, Électricité, Electro mécanique, Chimie industrielle, Bâtiment, Travaux publics, Constructions navales, Géométrie.

COMMERCE - DROIT

Secrétaire, Comptable, et Directeur, capacité en droit, études juridiques, brevet d'expert comptable de l'Etat.

AGRICULTURE

Agriculture générale, Mécanique et Génie agricole, Sylviculture, Industries agricoles.

ADMINISTRATIONS

Tous les cours techniques des diverses administrations France et Colonies, Armée, Air, Marine.

AVIATION CIVILE

Brevets de navigateurs aériens et de Pilotes, Concours d'Agents techniques et d'Ingénieurs adjoints, Météorologues, Opérateurs radioélectriques, Chefs de Poste et Mécaniciens d'aéronefs.

BACCALAURÉATS, ÉCOLES NATIONALES

Préparation à l'entrée à toutes les Ecoles nationales, secondaires, techniques et supérieures et aux Baccalaureats, Brevets Math.-Géné.

Envoyez du programme désiré contre 10 francs en timbres. (INSCRIPTIONS A TOUTE EPOQUE.)



ÉCOLE DE T.S.F.

JEUNES GENS !

Les meilleures situations, les plus nombreuses, les plus rapides, les mieux payées, les plus attrayantes...

sont dans la **RADIO**

P. T. T., AVIATION, MARINE, NAVIGATION AERIENNE, COLONIES, DEFENSE DU TERRITOIRE, POLICE, DEPANNAGE, CONSTRUCTION INDUSTRIELLE, TELEVISION, CINEMA.

COURS SCIENTIFIQUES, TECHNIQUES, PRATIQUES, PAR CORRESPONDANCE

Les élèves reçoivent des devoirs qui leur sont corrigés et des cours spécialisés. Enseignement conçu d'après les méthodes les plus modernes perfectionnée depuis 1908.

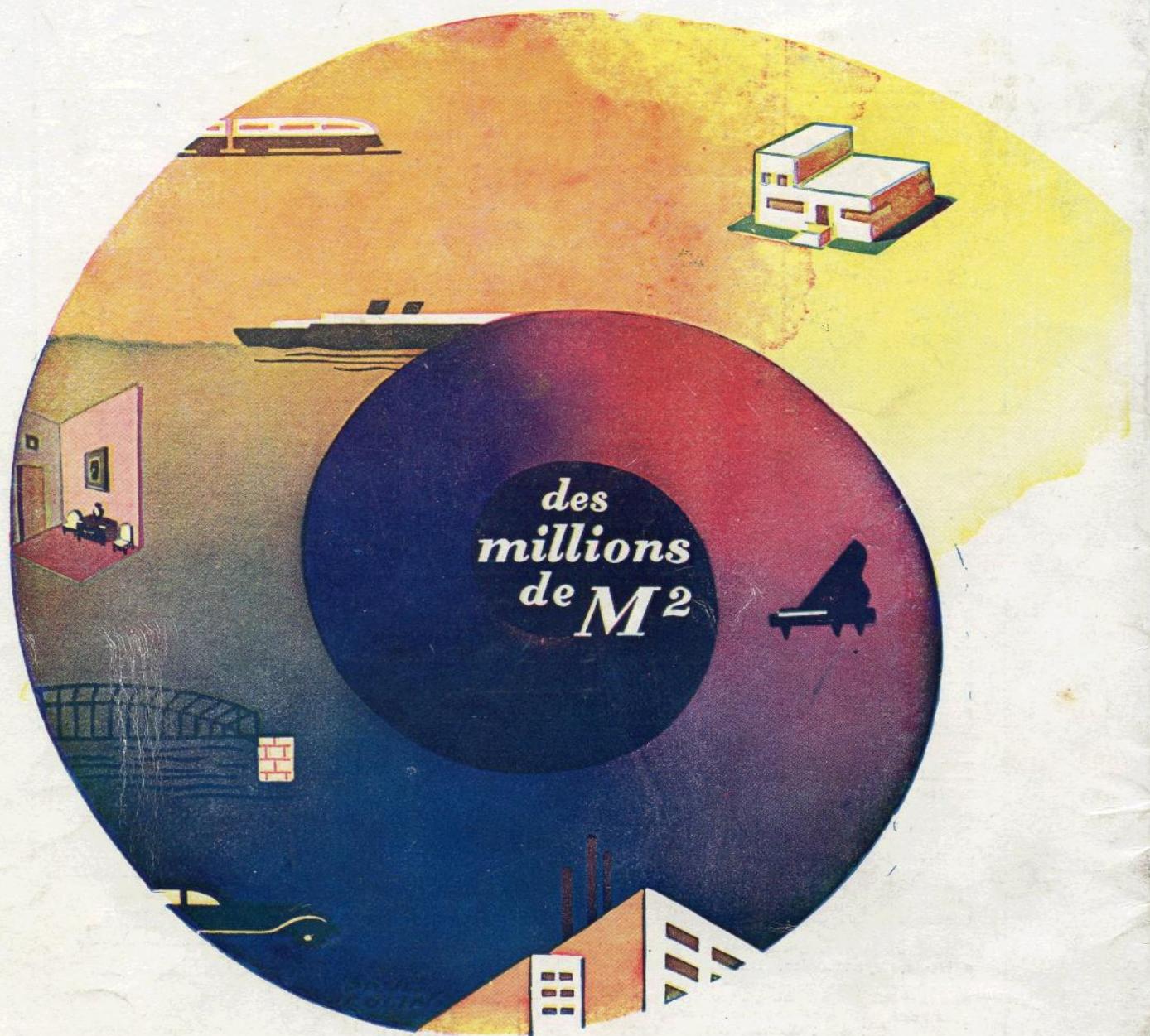
Possibilité d'exercices pratiques chez soi : lecture au son, manipulation, montage et construction de poste.

Préparation à l'entrée aux écoles privées d'Enseignement maritime, ainsi qu'aux écoles en exercice de l'Aviation et de la Marine militaires. COURS SUR PLACE ont lieu à Nice à l'Ecole d'Enseignement maritime, 21, boul. Frank-Pilatte.

Envoyez du programme désiré contre 10 francs en timbres. (INSCRIPTIONS A TOUTE EPOQUE.)

NITROLAC

LA GRANDE MARQUE DE PEINTURE



NITROLAC

98, ROUTE D'AUBERVILLIERS - ST DENIS (SEINE) - PLAINE : 16.55

IMPR RÉGIONALE 59 RUE BAYARD TOULOUSE ICO 31 2658