

Août 1941

5 francs

# la Science et la Vie



Voir page 65

# assurez votre avenir...

## École Professionnelle Supérieure



COURS : LE JOUR, LE SOIR  
ET PAR CORRESPONDANCE

Formation pour toutes Carrières  
INDUSTRIE - P.T.T. - AVIATION  
ARMÉE - COLONIES

C. C. Postaux PARIS 2334.95  
LIMOGES 237.37

P. C. Seine 711.893

BOZARIS 08-07  
Téléphone } VILLAC N° 4

51, Boulevard Magenta  
PARIS (X<sup>e</sup>)

Zone Libre :  
Château de VILLAC  
(Dordogne)

VILLAC, le 25 Juillet 1941

Monsieur et cher futur élève,

Nous nous permettons d'attirer tout spécialement votre attention sur les importantes situations que vous offre la radio.

Vous recherchez actuellement un métier qui vous permette d'être assuré du lendemain, n'hésitez pas, faites confiance à un métier ferme dont l'essor ira sans cesse grandissant et dont les débouchés sont multiples.

Savez-vous qu'un bon spécialiste radio débute à un minimum de 1500 F par mois et que son salaire progresse jusqu'à 4 ou 5000 F?

Savez-vous que l'Industrie privée, tout comme l'Etat et l'Armée recherchent toujours des jeunes gens compétents ?

Savez-vous que l'Industrie Radioélectrique est l'un des rares métiers qui ignore le chômage ?

Savez-vous, enfin, que dans une Ecole sérieuse comme la notre, qui existe depuis 15 ans, des programmes sur place ou par correspondance sont adaptés à chaque spécialisation ?

Ecrivez-nous, et c'est avec plaisir que nous vous conseillerons.

Nous vous prions de croire, Monsieur et cher futur élève, à l'assurance de nos sentiments très distingués.

LE DIRECTEUR  
Ingénieur I. P. G1 Lg

# apprenez un métier...

**Voulez-vous :** Devenir officier radio de la Marine ? Opérateur radiotélégraphiste dans l'Aviation ? Voulez-vous devenir inspecteur dans une administration Ministérielle ?

L'ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE DE T. S. F. ET DE TÉLÉVISION est la seule qui puisse vous donner la possibilité de le faire par des moyens puissants.

Effectivement, en plus de son organisation qui bénéficie de quinze ans d'expérience, de la valeur de ses éminents professeurs, notre École est la seule qui ait obtenu tout récemment l'autorisation de la **RADIODIFFUSION NATIONALE**, de diffuser par la radio ses cours si hautement appréciés et réputés.

La base de toute préparation à la carrière de radiotélégraphiste est la connaissance parfaite de l'alphabet Morse. Mais connaître simplement l'alphabet Morse ne suffit pas, il faut savoir lire au son et à une vitesse non négligeable.

C'est ainsi, que pour venir en aide aux centaines de nos élèves qui désirent se faire une brillante situation soit dans l'Armée, soit dans l'Aviation, soit dans la Marine, ou bien désirent entrer comme radiotélégraphiste dans une administration ministérielle (Aviation civile, P. T. T., Sécurité nationale, etc.) nous allons diffuser sur les antennes de Radio-Toulouse, le cours complet de lecture au son.

Ainsi les élèves avec notre cours en main et devant leur récepteur peuvent le suivre **chez eux**.

Ils ont donc leur PROFESSEUR à domicile.

Les élèves **RADIOTÉLÉGRAPHISTES** sont priés de nous réclamer leur cours de **LECTURE AU SON** pour pouvoir profiter pleinement de la diffusion faite sur les antennes de Radio-Toulouse tous les samedis à 8 heures 10.

## ÉCOLE PROFESSIONNELLE de T.S.F. et de TÉLÉVISION

51, Boul<sup>d</sup> Magenta - PARIS

zone libre : Château de Villac (Dordogne)

BON A DÉCOUPER

Monsieur le Directeur,

*Veillez m'envoyer, gratuitement et sans engagement de ma part, le Programme d'études ainsi que la Documentation concernant votre Ecole, à l'adresse ci-dessous.*

*La préparation qui m'intéresse particulièrement est .....*

NOM: .....

ADRESSE: .....

*"Sésame"*

BREVETÉ S.G.D.G

LE PORTE-MINE  
A TOMATIQUE  
**DÉMONTABLE**

LA PLUME INOXYDABLE

**ALWAR**



**GROS : Les Fils de Ch. VUILLARD**  
**St-CLAUDE (Jura)**

CEYBE, publicité.

**BREVETS D'INVENTION**  
**MARQUES DE FABRIQUE**  
**DESSINS ET MODÈLES**  
**FRANCE ET ÉTRANGER**



**J. BÉGUÉ**

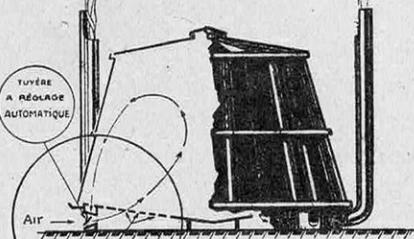
13. RUE CROIX-BARAGNON. 13

TÉL. 258-99 -- TOULOUSE

CEYBE, Publicité

*Il marchera seul  
nuit et jour  
sans surveillance*

SI VOUS ADAPTEZ



**LA SOLE**  
**"MONOBLOC 634"**

Procédé G. BONNECHAUX

BREVET CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
PRODUCTION DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE  
DE CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES DU SUD EST

**CARBO-FRANCE**

40, BOULEVARD CARNOT, TOLLUZE - TÉLÉPHONE 210-21

CEYBE, Publicité.

*Vacances agréables*  
**et UTILES...**



APPRENEZ LE DESSIN  
EN 10 MOIS PAR LA  
NOUVELLE METHODE  
MARC SAUREL

**"LE DESSIN  
FACILE"**

17, Rue Laariston-Paris

UNE CORDE  
A VOTRE ARC-



MARC SAUREL, inventeur et promoteur en France de l'enseignement du dessin par correspondance, vient de mettre au point une méthode entièrement nouvelle, basée sur 26 années d'expérience et de succès.

Accessible à toutes les bourses, convenant aux adultes et aux enfants, elle fait de vous, en peu de temps, un excellent dessinateur et peut vous préparer un fructueux avenir dans les carrières lucratives et agréables du dessin. (Illustration, Publicité, Mode)

**PROFITEZ DE NOS CONDITIONS ACTUELLES**

*Demandez-nous, dès aujourd'hui, notre brochure de renseignements illustrée et GRATUITE*

**LE DESSIN FACILE - Serv. S.V. 2.**

**BANDOL (VAR)**



# Les avantages du procédé **VITALIN**

pour l'industrie d'alimentation  
pour la meunerie et la brasserie  
pour l'industrie d'alimentation du bétail  
pour l'industrie pharmaceutique et chimique

**sont considérables!**

Dans nombre de PAYS européens, le procédé **VITALIN** est appliqué avec succès pour les entreprises et au profit des consommateurs. En FRANCE, il fut breveté sous le n° 846.011 et installé dans une grande usine; pour trois autres, il est en préparation.

Le traitement des matières moyennant les rayons ultra-violetts du spectre dans l'appareillage **VITALIN** obtient :

La vitaminisation, amélioration de la digestibilité, stérilisation, dégermination, capacité augmentée de stockage, vieillissement, maturation, fermentation, augmentation de la valeur panifiable,

et beaucoup d'autres.

Nous conseillons :

**Institut VITALIN**  
**CAP-D'AIL (A.-M.)**

# A NOS LECTEURS

---

**D**EPUIS avril 1937, malgré les augmentations successives et importantes du papier, "La Science et la Vie" est parvenue à maintenir son prix de vente à 5 francs. Nous nous voyons contraints aujourd'hui de porter le prix des numéros ordinaires à 6 francs, à partir du prochain numéro.



Nous offrons cependant à nos lecteurs la possibilité, jusqu'au 31 août prochain, de *renouveler les abonnements en cours* ou de *souscrire des abonnements nouveaux* (comprenant les numéros spéciaux) au TARIF ACTUEL: 55 fr. pour la France et les Colonies. (Compte de chèques postaux : Toulouse 184.05.)

# la Science et la Vie

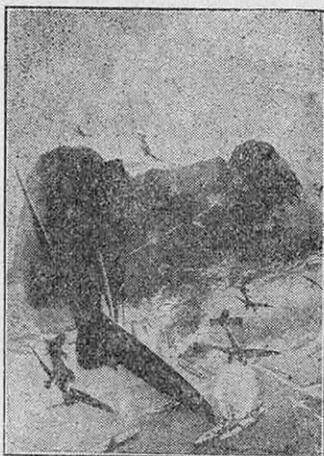
Tome LX — N° 288

## SOMMAIRE

Août 1941

15<sup>F</sup>

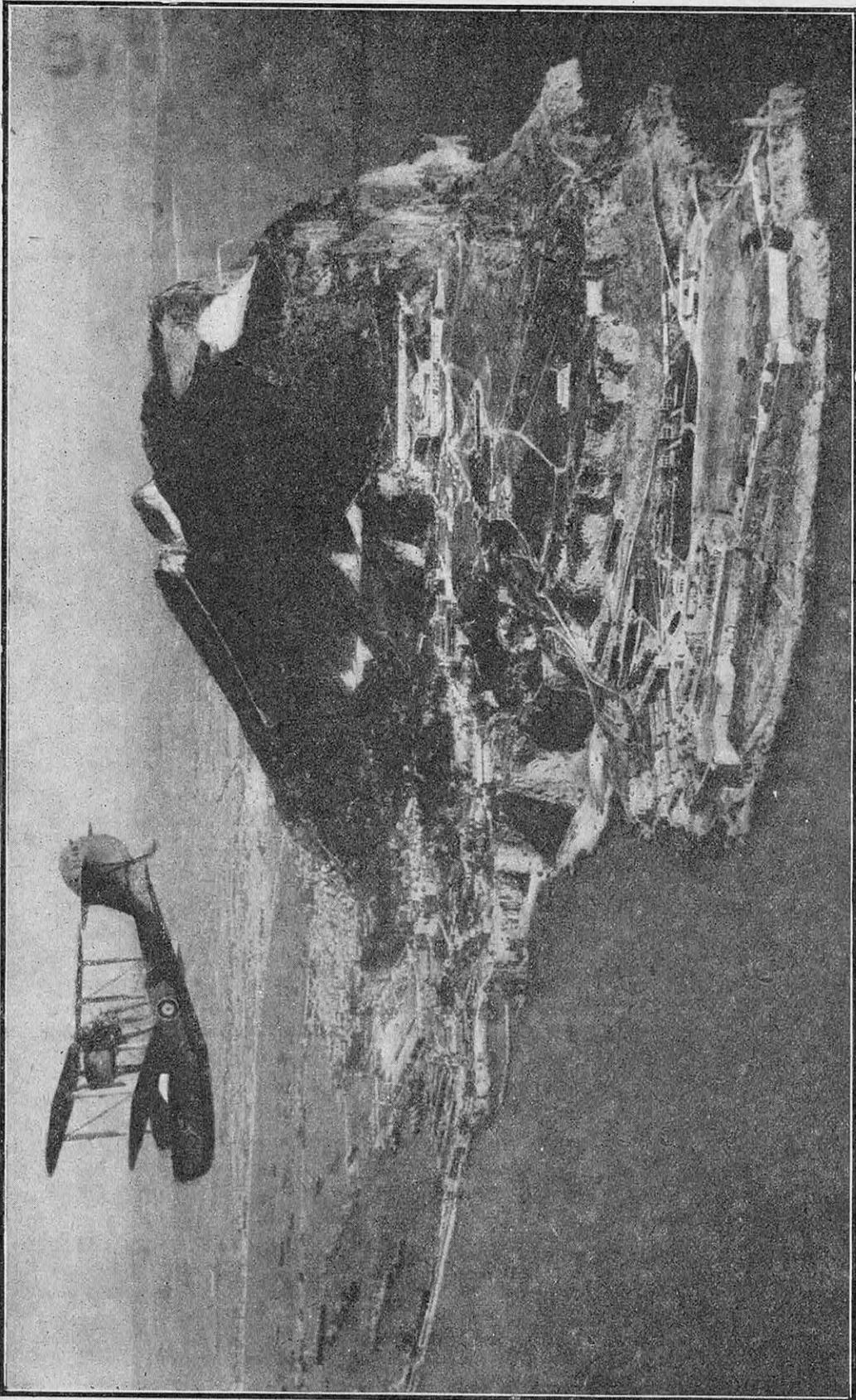
- ★ Comment attaquer le rocher de Gibraltar ? par Pierre Belleruche ..... 65
- ★ Que vaut l'aviation soviétique ? par P. Camblanc ..... 73
- ★ Qu'est-ce que l'« hémisphère occidental », espace vital de l'Amérique ? par P. Dublanc ..... 80
- ★ Le dosage rigoureux des rayons X, base de la radiologie médicale, par Maurice-E. Nahmias ..... 87
- ★ Comme le navire ou le char, l'avion de combat sera blindé, par Camille Rougeron ..... 94
- ★ Le matériel moderne d'accompagnement d'infanterie, par V. Reniger ..... 106
- ★ La France sera dotée d'un réseau d'autoroutes à grand rendement, par Édouard Bornecque ..... 112



Depuis l'année 1704 où l'Angleterre s'est emparée de Gibraltar, rocher creusé d'innombrables souterrains, relié à l'Espagne par une mince langue de terre que coupe aujourd'hui un fossé antichars, la valeur stratégique de cette base n'a cessé d'augmenter. Gibraltar, qui contrôle l'entrée principale de la Méditerranée, est une importante escale aérienne et maritime sur la route de l'Afrique et des Indes. Depuis plusieurs mois, le rocher hérissé de canons de tous calibres vit en perpétuelle alerte. La couverture du présent numéro représente l'attaque de Gibraltar par un essaim de bombardiers en piqué qui, par leur action incessante, suffiraient à rendre inutilisables le port, l'arsenal et l'aérodrome, et à neutraliser ainsi le rocher comme base navale et aérienne. (Voir l'article page 65 du présent numéro.)

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

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Copyright by « La Science et la Vie », août mil-neuf cent quarante et un. Registre du Commerce : Seine 116.654. Abonnements : France et Colonies, un an : cinquante-cinq francs; six mois : vingt-huit francs.



T W 10448

VUE GÉNÉRALE AÉRIENNE DU ROCHER DE GIBRALTAR, PRISE DU SUD

# COMMENT ATTAQUER LE ROCHER DE GIBRALTAR ?

par P. BELLEROCHE

*Jusqu'en janvier 1941, les Anglais, qui ne possèdent pourtant en Méditerranée que quelques points stratégiques : Egypte, Chypre, Malte et Gibraltar, ont réussi à contrôler les entrées de cette mer et à y faire circuler d'importants convois à destination du Proche Orient. L'arrivée des « Stukas » en Sicile et en Cyrénaïque, neutralisant la base de Malte, puis la conquête des îles grecques par les Allemands, ont rendu précaire leur situation en Méditerranée centrale et orientale. Mais ils ne pourraient être définitivement chassés de cette mer que par la prise de Gibraltar. Commandant l'entrée principale de la Méditerranée, le port de Gibraltar offre une très importante escale pour les navires de guerre et les convois militaires ou marchands à destination de l'Atlantique sud et de la Méditerranée; son plan d'eau et son aérodrome en font un relais aérien idéal entre l'Angleterre et ses possessions d'Afrique et d'Orient. L'attaque de Gibraltar, étant donné que les Anglais dominent la mer et que le Rocher se trouve à 1 000 km des territoires de l'Axe, ne peut guère être tentée que du continent. Le système défensif du Rocher, constamment amélioré depuis 1937 (fossé antichars, batteries d'artillerie antiaérienne, souterrains) suffirait-il à mettre en échec une combinaison appropriée des moyens offensifs modernes? La puissance de ces derniers permet d'en douter; mais, sans qu'il soit nécessaire de tenter un assaut coûteux, il semble qu'une neutralisation du port et de l'aérodrome pourrait être obtenue à moins de frais par des attaques incessantes d'artillerie et d'aviation de bombardement.*

**G**IBRALTAR est une forteresse naturelle. Le roc, orienté du nord au sud, mesure 4,3 km de longueur, 1,4 km dans sa plus grande largeur et 425 m de hauteur en son point le plus élevé. La face orientale est abrupte et dévale à pic dans la mer, en présentant un véritable mur de calcaire blanchâtre, strié de grès rouge. La face occidentale descend en gradins vers la baie d'Algésiras et abrite en bordure un port en eau profonde de 1,8 km<sup>2</sup>, fermé par deux jetées et une digue centrale. La ville et l'arsenal sont tassés le long du plan d'eau au niveau du dernier gradin. Une mince langue de terre, déclarée zone neutre, relie le roc à la terre espagnole, où le premier village rencontré est la Linea.

## L'artillerie, principale défense de Gibraltar

La défense de Gibraltar a toujours été constituée essentiellement par l'artillerie de forteresse. Le calcaire du roc se prête naturellement à l'aménagement d'embrasures à canons, de galeries souterraines pour les dépôts de munitions ou

pour les vivres d'une garnison de canonniers. Lorsque, en 1704, l'escadre anglaise de Rooke s'empara de Gibraltar, la garnison espagnole de Diego de Salinas disposait de 120 bouches à feu de modèle périmé, tandis que Rooke alignait 800 canons du dernier modèle.

Le nombre actuel de batteries dont dispose le Roc est un secret soigneusement gardé. On a cité récemment le chiffre de 1 000 qui doit comprendre les batteries de D.C.A. récemment renforcées. Le calibre des pièces contre l'ennemi flottant doit s'échelonner vraisemblablement du 120 mm à tir rapide de défense des passes du port au calibre de 203 mm pour la défense de la baie d'Algésiras, et à celui de 305 mm et 340 mm pour les plus grosses batteries en tourelles qui commandent le détroit et ses abords, ainsi que les sierras voisines.

Pendant la guerre 1914-1918, Gibraltar ne fut pas menacé. La modernisation de l'artillerie de Gibraltar a commencé en 1937, au moment de la guerre civile d'Espagne.

A la suite d'un bombardement d'Alg-

siras par la flotte gouvernementale, le 7 août 1936, le général Franco avait disposé momentanément des canons lourds sur la sierra dominant le détroit, pour assurer le passage de ses troupes du Maroc. Le gouvernement britannique jugea-t-il cette mesure inquiétante pour Gibraltar? Dès lors commencèrent les travaux à Gibraltar, tendant à moderniser l'artillerie et à creuser de nouvelles caves pour y entreposer de l'essence et des munitions et même y installer des casernes et des hôpitaux. Ces souterrains totalisent plusieurs kilomètres de longueur, et perforent le rocher de bout en bout, de la façade espagnole, au nord, à la pointe sud qui commande le détroit.

L'entrée en guerre de l'Italie, le 10 juin 1940, puis l'arrivée des forces allemandes jusqu'à la frontière espagnole le 25 juin, provoquèrent une hâtive mise en état de défense du Roc. Les anciennes galeries reçurent des canons modernes et de nouveaux emplacements furent aménagés pour leur assurer de larges champs de tir, aussi bien du côté de la terre que du côté de la mer.

### Des canons invisibles de la terre

Le camouflage de ces pièces fut spécialement étudié. D'après un observateur américain qui visita le Roc en septembre 1940, les batteries qui surmontent de 200 ou 300 m le minuscule village de pêcheurs de la baie des Catalans sont à

peu près impossibles à distinguer du village lui-même.

On peut estimer qu'actuellement les canons de Gibraltar commandent les parages de terre et de mer environnants dans un rayon de trente kilomètres, et probablement plus loin encore vers le détroit (jusqu'à Tarifa et aux abords de la baie de Tanger). Sur le rivage, la défense contre un débarquement de surprise a été récemment renforcée au moyen de blockhaus en béton, soigneusement camouflés dans le paysage. Ici, c'est un buisson fleuri, là, un pan de mur en ruines qui dissimule des canons légers.

### La défense contre la terre : Gibraltar devient une île

Rocher bordé de canons du côté de la mer, son point faible a toujours été du côté de la terre. C'est de ce côté que fut lancée l'attaque anglaise d'août 1704 qui eut raison de la citadelle assiégée par les soldats de Georges de Hesse. C'est de ce côté que partit, dès septembre 1704, la contre-attaque franco-espagnole où fut tué Pointis. Mais, Georges de Hesse devenu gouverneur et défenseur du Roc, avait pris soin de transformer l'isthme en un marais impraticable.

En 1727, une nouvelle armée espagnole se lance sur l'isthme sans succès. En 1779, 40 000 hommes tentent à nouveau l'attaque par l'isthme, sans plus de succès. Est-ce de ce côté que viendra l'attaque

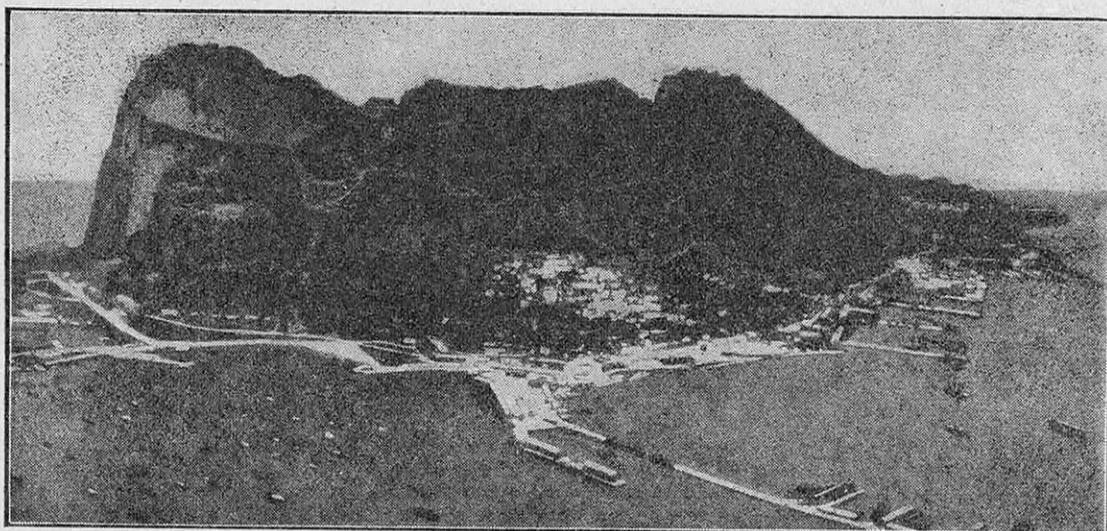


FIG. 1. — LA FACE OUEST DU ROC DE GIBRALTAR, VUE DE LA BAIE D'ALGÉSIRAS

T W 10436

On remarque l'isthme plat qui relie le Rocher à la terre (à gauche), le port militaire, la ville et les jardins en terrasse qui la dominent; des batteries sont dissimulées dans ces jardins.

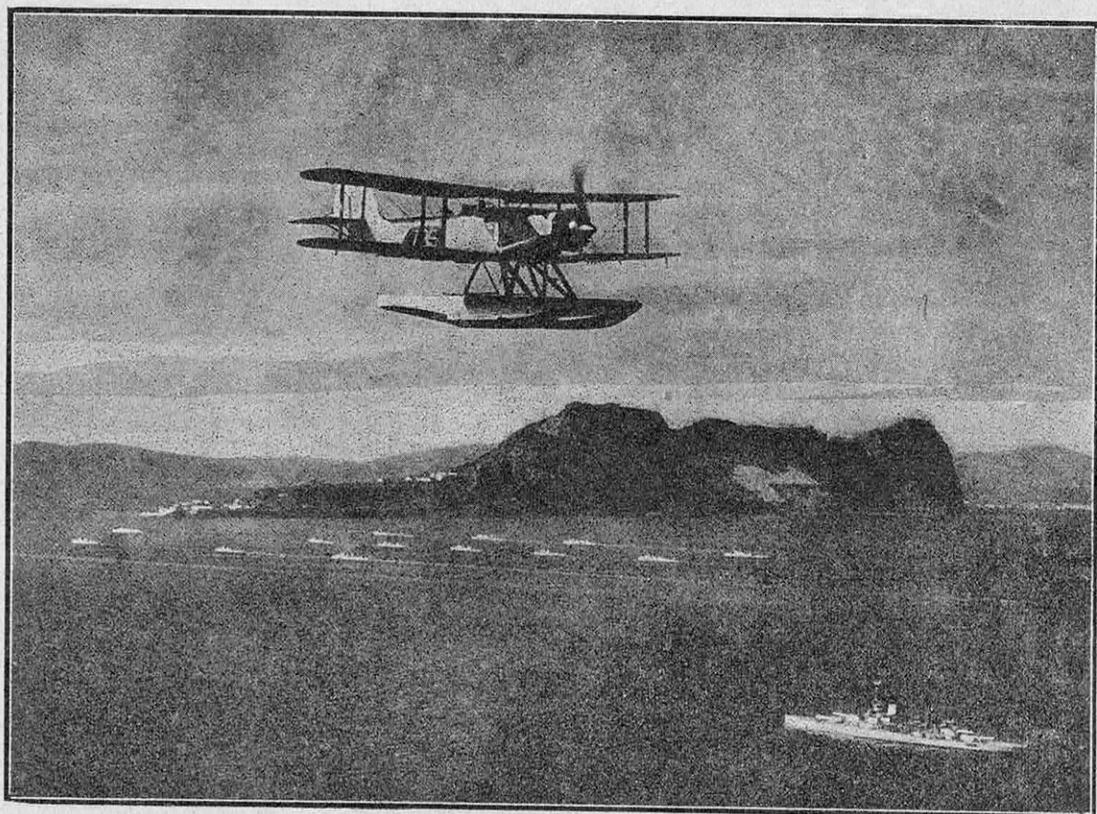


FIG. 2. — LA FACE EST DU ROC DE GIBRALTAR, VUE DE LA MÉDITERRANÉE AU COURS DE MANŒUVRES DE LA FLOTTE BRITANNIQUE

T W 10437

Sur cette face, le Rocher descend à pic dans la mer. A gauche et au fond se trouve la baie d'Algésiras. Les surfaces blanches qu'on aperçoit au centre recueillent l'eau des pluies dans des citernes.

de 1941? Les Anglais ont déjà pris leurs précautions. Reprenant l'idée de Georges de Hesse en 1704, ils ont, au cours de l'hiver 1940-1941, creusé dans l'isthme un canal de 4 mètres de profondeur constituant un fossé antichars. D'après certaines informations, ce canal aurait 1 200 m de longueur et 50 m de largeur, avec glacis miné. Un pont le franchit, mais qui sauterait à la première alerte. Gibraltar peut être instantanément transformé en un flot. L'expérience a montré, lors de la campagne de Grèce, qu'un fossé antichars, même très important, ne peut à lui seul arrêter une progression. Le canal de Corinthe a été franchi par les parachutistes allemands sans grande difficulté. Il est probable qu'à Gibraltar le canal est pourvu d'abondantes défenses accessoires qui en interdiraient le passage.

Gibraltar est ainsi devenu, en 1941, une sorte d'immense cuirassé de pierre, hérissé de canons camouflés, qui serait échoué sur la côte espagnole face au dé-

troit avec, à son flanc, une base navale et même un aérodrôme.

### Gibraltar, base navale et escale de convois

Le port maritime de Gibraltar constitue à la fois la raison d'être de cette forteresse et un élément de sa défense. Les dépêches les plus récentes signalent encore l'escale à Gibraltar de convois escortés, venant de l'Atlantique ou de la Méditerranée et repartant vers la Méditerranée ou vers l'Atlantique. Depuis la guerre de 1939, stationne à Gibraltar une flottille de patrouilleurs antisous-marins chargée, avec quelques hydravions, de la surveillance du détroit, et une puissante escadre composée d'un ou deux croiseurs de bataille type *Renown* et d'un ou deux porte-avion : *Ark Royal* ou *Argus* (1).

En tant que base navale, l'arsenal de Gibraltar dispose de trois bassins de ra-

(1) Voir « Les porte-avions en Méditerranée » dans *La Science et la Vie*, d'avril 1941, n° 284.

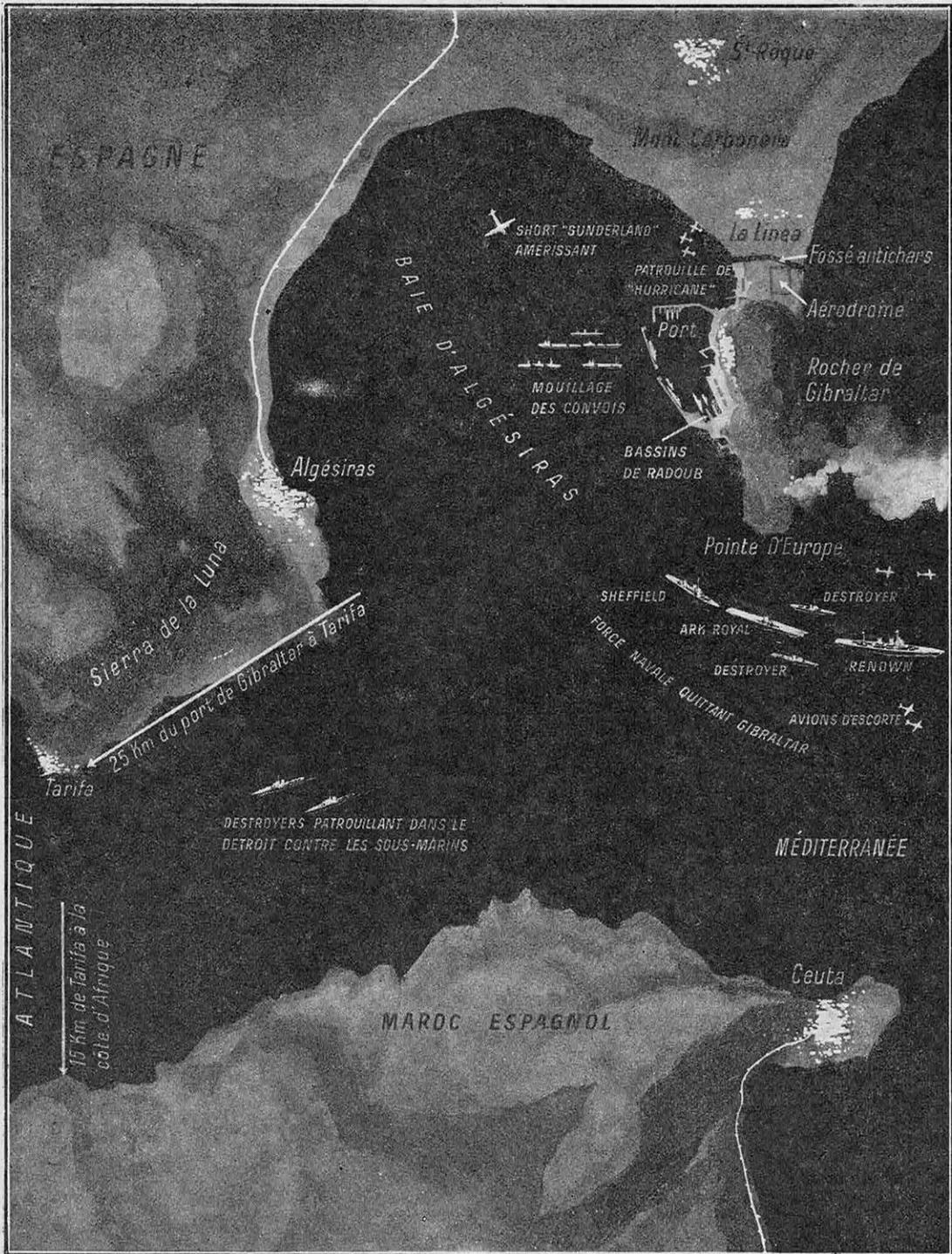


FIG. 3. — LE DÉTOIT DE GIBRALTAR EN JUILLET 1941

Du port part une force navale composée d'un croiseur de bataille, le *Renown*, d'un porte-avions, l'*Ark Royal*, et d'un croiseur, le *Sheffield*, escortés de destroyers et d'avions de chasse; elle se dirige vers la Méditerranée orientale. Autour du rocher et au large patrouillent des escadrilles de chasseurs « *Hurricane* », parties de l'unique aérodrome dont dispose Gibraltar. Un gros hydravion Short « *Sunderland* » venu d'Angleterre se dispose à amérir. Dans la baie d'Algésiras, un convoi est en formation, à destination de l'Égypte ou de la Grande-Bretagne. Dans le détroit, des destroyers britanniques montent la garde à l'affût des sous-marins ennemis. Les vents dominants dans le détroit sont les vents d'est, qui provoquent de violents remous aériens et la formation de nuages à peu près constamment accrochés au rocher.

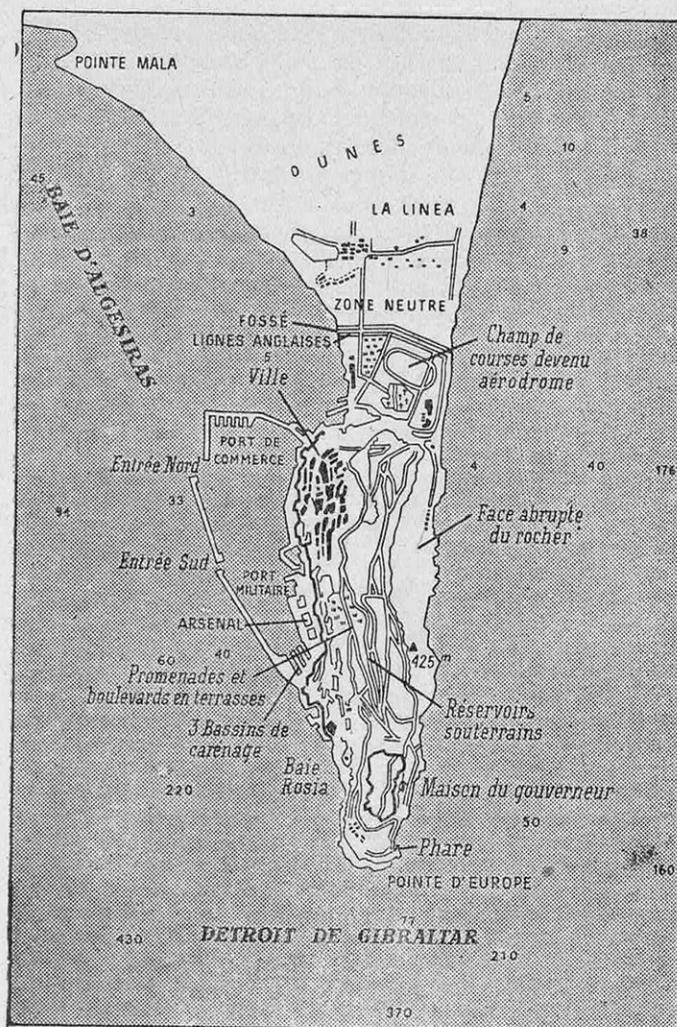


FIG. 4. — PLAN DU ROCHER DE GIBRALTAR

Gibraltar est la corruption de Djebel el Tarik, du nom de Tarik le chef arabe qui s'empara du Roc en 711. Rocher au profil étrange, de 4 km de longueur, de 1 200 m de largeur et de 425 m de haut, jeté du nord au sud, au bout d'une langue sablonneuse, Gibraltar présente une face abrupte du côté est, et en escalier du côté ouest. C'est de ce côté que se trouve le port artificiel, en eau profonde, à l'abri des jetées construites au dix-neuvième siècle. En 1940, un aérodrome a été installé sur la langue sablonneuse et un large fossé antichars a été creusé, qui a fait de Gibraltar une île.

doub : l'un long de 274 m et large de 28, susceptible de recevoir des cuirassés type *Queen Elisabeth* ou des croiseurs de bataille type *Renown*, le second des croiseurs de 7 000 à 9 000 tonnes (longueur 183 m), le troisième (longueur 153 m) des croiseurs légers de 5 000 tonnes.

En 1938, le plus grand bassin de radoub devait être allongé et élargi pour lui permettre de recevoir les nouveaux cuirassés de la classe *King George V*. Il semblerait que ces travaux n'aient pu être

menés à bien et le bassin en question serait resté accessible aux navires de 28 000 à 30 000 tonnes seulement, c'est-à-dire aux croiseurs de bataille type *Renown* et aux porte-avions.

### Le détroit est franchissable par les sous-marins

Par suite de la grande profondeur de la fosse sous-marine qui constitue le détroit (500 à 1 000 m), un barrage antisous-marin est difficile à installer. Les mines les plus solidement ancrées au fond seraient emportées à la dérive par le fort courant créé dans le détroit par la rencontre des eaux de l'Atlantique et de la Méditerranée.

En mai 1915, le sous-marin allemand « U. 21 », commandé par le lieutenant Hersing, venant de Wilhelmshaven, réussit à franchir le détroit pour rallier Cattaro. En novembre 1940, quatre sous-marins italiens réussirent à sortir de Méditerranée pour passer dans l'Atlantique en dépit de la chasse active qui leur fut menée et qui leur fit subir des avaries (ils durent relâcher à Tanger). En mai 1941, des sous-marins italiens revenant de Massaoua (Erythrée), via le Cap, réussirent à passer vers la péninsule. Le détroit est donc très perméable aux sous-marins passant de la Méditerranée dans l'Atlantique et vice versa. Cette constatation n'est pas négligeable pour le cas où les forces de l'Axe tenteraient une attaque contre le Rocher

de Gibraltar.

Car la défense du Rocher réside, en grande partie, dans ses possibilités de ravitaillement par mer. L'Histoire est là pour le prouver. Lors du siège de 1779-1782 (comme lors de celui de 1727), n'est-ce pas l'escadre de Rodney, basée à Lisbonne, qui réussit à sauver Elliot, assiégé dans le Roc, en lui apportant renforts et vivres? Aujourd'hui, avec un détroit aux abords infestés de sous-marins, survolé par une aviation possédant la maîtrise

de l'air, l'arrivée d'escadres de ravitaillement, même escortées par des porte-avions, serait-elle encore possible? On peut en douter.

Et ici apparaît le point faible de la défense du Rocher : l'absence d'aviation de chasse.

### Le Roc n'a pas assez d'avions de chasse

Dans un récent article du « Daily Mail », M. Ward Price écrit : « Gibraltar est à la fois imprenable et vulnérable. » Il est peut-être imprenable par la puissance de ses défenses. Il est certainement vulnérable, car le Roc n'a pas d'avions de chasse.

Un aérodrome a bien été installé en 1939-1940, sur l'ancien champ de courses de l'isthme. Mais cet aérodrome unique ne sert guère que comme relais entre l'Angleterre, Malte et l'Égypte ou Bathurst et l'Afrique. En outre, le régime des vents d'est, qui dominant dans le détroit, fait des parages du Rocher une zone tourmentée, peu favorable à l'emploi de

l'aviation. Même par beau temps, le Roc cache sa tête dans les nuages. En outre, un aérodrome unique risque d'être rapidement mis hors d'usage. Aussi, la seule utilisation aéronautique de Gibraltar réside-t-elle dans son plan d'eau. Il faudrait à Gibraltar, plutôt que des Hurricane et des Spitfire, des hydravions de chasse qui seraient remisés dans des hangars creusés dans le roc, et qui utiliseraient le plan d'eau du port pour décoller ou amérir. Mais existe-t-il des hydravions de chasse modernes de performances comparables à celles des meilleurs avions de chasse de type terrestre? (1).

(1) D'une manière générale, l'alourdissement et la traînée résultant du flotteur et des ballonnets de bout d'aile, handicapent tellement ces appareils par rapport aux appareils terrestres à train rentrant qu'il a fallu renoncer à la formule.

Pour l'utilisation d'un plan d'eau comme aérodrome, il existe un procédé préconisé en 1939 par l'Anglais King. Il consiste en une plate-forme montée sur flotteurs et mue par des hélices aériennes (vitesse 90 km/h). Cette plate-forme, d'ailleurs de surface peu importante (une vingtaine de mètres carrés), reçoit l'avion de chasse qu'il s'agit de faire décoller et se comporte comme une sorte de cata-

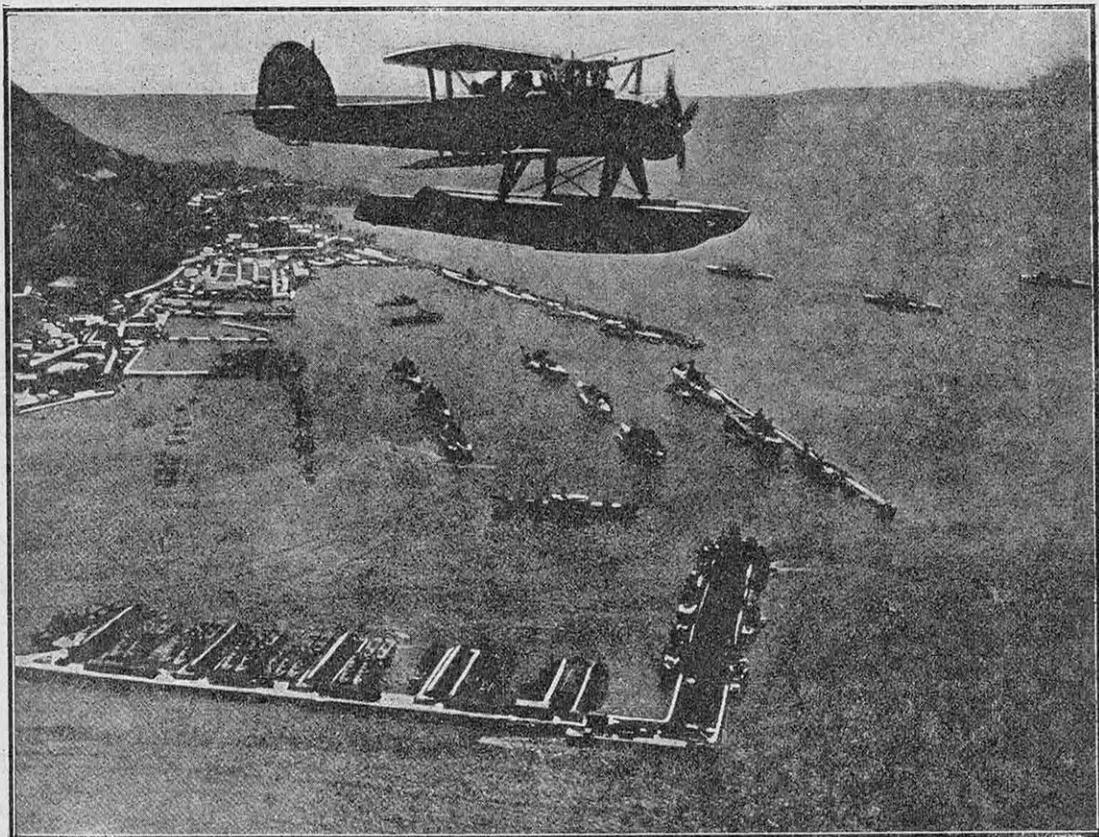


FIG. 5. — LE PORT MILITAIRE DE GIBRALTAR

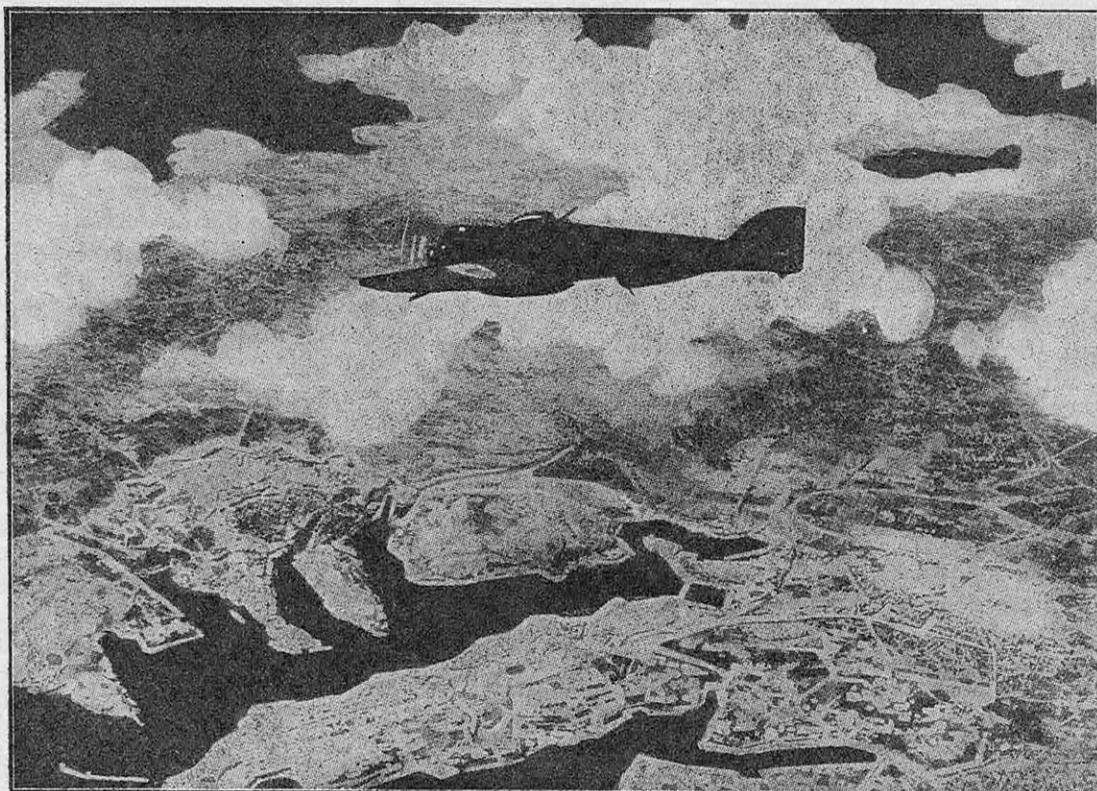


FIG. 6. — LA BASE NAVALE DE MALTE NEUTRALISÉE PAR L'AVIATION DE L'AXE

T W 10435

Malte, grâce à ses aérodromes qui lui permettent d'opposer son aviation de chasse aux bombardiers ennemis, est mieux en mesure que la Crète de résister à une tentative d'invasion. Mais son port, devenu trop dangereux, a été abandonné par les escadres britanniques. Les appareils que l'on voit ici survolant le port de La Valette sont des bombardiers italiens Savoia « Sparvieri ».

### L'attaque par l'air

C'est, en effet, par l'air que Gibraltar a subi ses premières attaques. Le 5 juillet 1940, après l'agression de Mers-el-Kébir, se place la première tentative à l'actif d'avions français. Puis, du 22 au 27 juillet 1940, survinrent des avions italiens. Nouvelle attaque sérieuse le 20 août. Les 24 et 25 septembre 1940, à la suite de l'attaque de Dakar, de nouvelles représailles françaises, parties des aérodromes voisins d'Oran. De même, le 30 mars 1941, lors de l'affaire de Nemours. Une statistique de Londres, publiée à la mi-juin 1940, indique qu'en un an, de juin 1940 à juin 1941, Gibraltar a été survolé 99 fois, dont 48 fois par des bombardiers, que les projecteurs ont été mis en action pendant 145 nuits et que les per-

tes en personnel s'élèvent à 137 morts et 85 blessés. Deux avions assaillants seulement ont été abattus.

Cette statistique montre que c'est vraiment à l'attaque aérienne que Gibraltar est le plus vulnérable. En 1941, la défense antiaérienne a été considérablement renforcée, mais elle n'a pu l'être que par canons. L'unique aérodrome ne permet pas de baser la défense sur l'emploi de la chasse.

L'écrivain allemand Schulz-Wilmersdorf écrit : « Jusqu'à quel point la forteresse elle-même, creusée dans une pierre poreuse, serait-elle à l'épreuve des bombes, en cas d'attaques répétées, menées par des bombardiers encadrés d'avions de chasse ? » Mais, de son côté, l'écrivain anglais Godley réplique que le port lui-même est de dimensions trop restreintes, au flanc d'un rocher de 420 mètres de hauteur, pour pouvoir être atteint efficacement. Les bombardiers devraient voler très bas, à proximité du rocher, dans une zone de tourbillons causés par le vent

pulte nautique. Avec une demi-douzaine de plateformes analogues, on pourrait assurer l'envol d'avions de chasse terrestres sur le plan d'eau calme de la rade, et peut-être même en perfectionnant le procédé, assurer leur retour à défaut d'aérodromes.

d'est qui souffle presque en permanence. Un autre écrivain anglais, le capitaine de vaisseau Bernard Acworth ajoute, toutefois, que le port de Gibraltar lui paraît très exposé à un assaut *prolongé* d'avions partant d'aérodromes situés à courte distance.

Si l'action des avions se conjugue avec celle de canons installés à terre, dans la Sierra Carbonera espagnole par exemple ou au Maroc, du côté de Ceuta et de Tarifa, il est certain que le port de Gibraltar deviendra intenable. Il a été signalé que des canons à longue portée avaient déjà été installés à Tarifa. Cette pointe commande à la fois le détroit dans sa plus faible largeur, et peut atteindre en plein vers l'est le port et la base navale du Rocher. Il est parfaitement vraisemblable d'admettre que Tarifa puisse à lui seul neutraliser Gibraltar.

Une fois le port devenu intenable, le ravitaillement par mer — ou plutôt par navires de surface — devient quasi impossible, sauf peut-être par nuit noire. Resterait possible, en tout cas, le ravitaillement par sous-marins, par hydravions et par parachutes. Serait-il suffisant pour la garnison de canoniers troglodytes qui tiendrait le Rocher ?

Au début de 1782, Gibraltar assiégé, sa garnison décimée par une épidémie de variole, était sur le point de succomber sans l'arrivée de l'escadre de Rodney qui fonda sur les navires espagnols qui bloquaient le Roc par mer, tandis qu'il était canonné par terre d'une manière incessante.

### A la recherche d'innovations militaires

L'assaut de Gibraltar a toujours fait travailler les imaginations à la recherche d'armes nouvelles. Lors du siège de 1779-1782, le comte Avanda proposa de fermer le port à l'aide d'un entassement d'épaves rendant impossible tout ravitaillement par mer, mais sa proposition fut rejetée par le Conseil de Guerre franco-espagnol. Par contre, l'état-major accueillit avec faveur un projet de batterie flottante dû au colonel français Michaud d'Arçon. Il s'agissait de bateaux rendus insubmersibles au moyen de liège et cuirassés par

d'épais madriers de bois dur. Dix coques et anciens vaisseaux furent ainsi équipés ; un système d'arrosage des parois devait éviter l'incendie. Mais les Anglais répondirent en tirant des boulets rougis au feu d'un fourneau, invention due à l'imagination d'un cloutier allemand d'un bataillon hanovrien. Les dix batteries insubmersibles furent incendiées et 3 800 hommes périrent, les Anglais ne perdant qu'une quinzaine d'hommes. Quelle innovation nous réserve le siège probable de 1941 ? La science militaire cherchera certainement les moyens techniques appropriés. C'est là le secret des états-majors qui décideront — ou non — de l'attaque.

### Un rocher de D.C.A.

Quoi qu'il en soit, c'est par l'air que Gibraltar aujourd'hui est surtout vulnérable. Rocher hérissé d'artillerie, mais sans avions de chasse, Gibraltar résisterait-il à une double attaque par mer et par terre, à un arrosage de bombes aériennes et à un martèlement de plusieurs milliers de pièces de gros calibre, disposées de la Sierra Carbonera à San Roque et de Tarifa à Ceuta pour un tir concentrique sur le Rocher ?

Le port deviendrait alors intenable, comme celui de Malte, pilonné par les « Stukas » et les « Pichiattelli », l'est déjà depuis l'hiver 1940-1941.

Le ravitaillement par mer qui sauva Gibraltar d'un long siège (1779-1782) deviendrait quasi impossible aujourd'hui, sauf peut-être de nuit, par sous-marins et par hydravions.

Gibraltar est sans doute une sorte de hérisson d'artillerie, mais est-il suffisamment armé en D.C.A. ? Car, faute d'hydravions de chasse, Gibraltar ne peut compter que sur son artillerie antiaérienne. C'est seulement en devenant un rocher de D.C.A. que Gibraltar pourrait résister. Là encore, on constate le rôle décisif de l'aviation dans la guerre moderne.

La Crète pouvait-elle résister ? Question d'aérodromes.

Gibraltar résistera-t-il ? Question de D.C.A.

P. BELLEROCHÉ.

# CE QU'ÉTAIT L'AVIATION SOVIÉTIQUE LE 22 JUIN 1941

par P. CAMBLANC

La guerre germano-russe déclenchée le 22 juin 1941 a lancé l'une contre l'autre les deux plus fortes aviations du monde. La « Luftwaffe » de 1941, dont les effectifs étaient évalués à 40 000 « avions de toutes sortes », dont 18 000 de « première ligne » et de « combat », paraît répartie en Europe entre sept flottes aériennes (Luftflotten) dont probablement quatre opèrent entre l'océan Arctique à la mer Noire. On peut chiffrer approximativement à 10 000 le nombre d'avions allemands en opérations sur ce vaste front de 3 000 kilomètres à vol d'oiseau, s'étendant sur 20 degrés de latitude. Quelle est, en face, la valeur numérique de l'aviation soviétique, considérée en 1936-1937 comme la plus nombreuse du monde? Quelle est sa valeur réelle, aujourd'hui, après les vicissitudes d'un régime d'épuration sévère? Quels sont les types d'avions en service et les prototypes? Autant de questions auxquelles il était assez difficile de répondre depuis l'accord germano-russe du 23 août 1939. Le secret a été jalousement gardé autour des innovations de l'armée de l'air soviétique de 1940. Seuls peut-être les généraux allemands Jeschonnek, chef d'état-major de l'armée de l'air allemande, et Löhr, ancien officier de l'armée autrichienne, ayant fait des stages dans l'armée de l'air soviétique, auraient pu en percer la réalité. Mais le voile qui l'enveloppait à commencé à se déchirer le 22 juin 1941.

## Combien l'aviation russe compte-t-elle d'appareils de combat?

L'ANNUAIRE allemand « *Jahrbuch der deutschen Luftwaffe* » de 1938 indiquait pour l'aviation soviétique une force numérique de 9 000 avions de « toutes sortes » dont 6 300 avions de guerre de première ligne et de deuxième ligne (1).

En 1939, la revue allemande *Deutsche Wehr* précisait qu'elle comprenait 60 brigades aériennes, réparties en 200 escadres et en 615 groupes, totalisant 7 000 avions dont 4 500 de première ligne, et 2 500 de deuxième ligne.

Les effectifs de 1941 ne sont pas connus. Mais on peut les estimer, sans trop se tromper, à 10 000 avions, dont 7 000 au moins de première ligne.

Rappelons la progression des forces aériennes soviétiques depuis 1935 :

En 1935 :

300 escadrilles (ou 150 groupes), soit 1 950 avions, répartis en :

- 450 avions de bombardement;
- 750 avions de chasse;
- 750 avions de coopération;

En 1937 :

(1) Voir, pour la situation de l'aviation russe en 1937, *La Science et la Vie*, n° 235, janvier 1937.

770 escadrilles (ou 365 groupes), soit 4 500 avions (1), répartis en :

- 800 avions de bombardement;
- 1 400 avions de chasse;
- 1 500 avions de coopération;
- 800 avions d'assaut;

En 1939 :

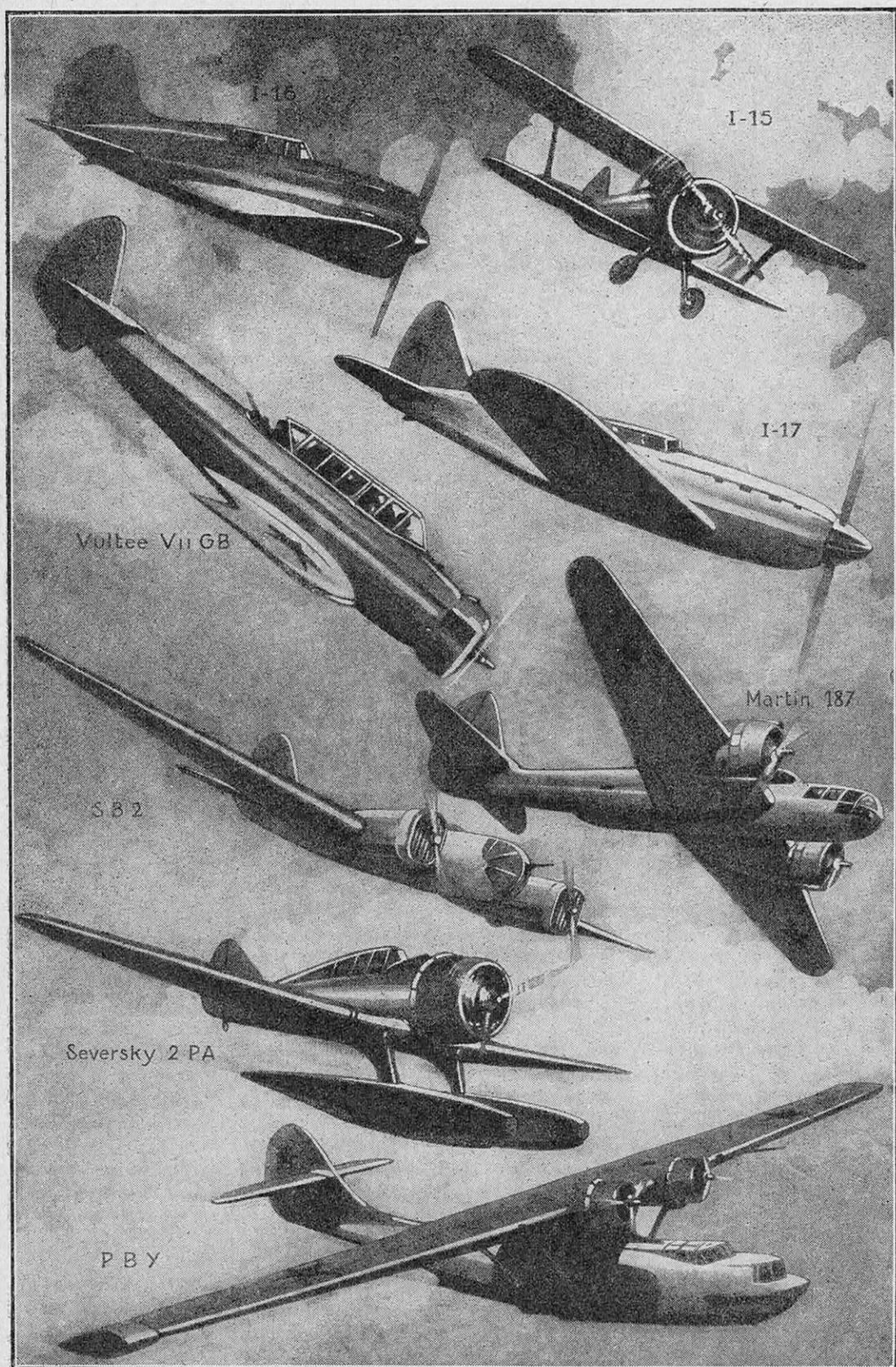
1 330 escadrilles (ou 615 groupes ou 201 escadres), soit 7 000 avions, répartis comme suit :

- 110 escadres de bombardement (2 500 avions environ) comprenant :
  - 102 escadres de bombardement et 1 groupe de destination spéciale rattaché au bombardement;
  - 4 escadres d'assaut et 4 escadres de destination spéciale rattachées à l'assaut;
- 48 escadres de chasse et 16 groupes de destination spéciale, au total 2 000 avions environ;
- 41 escadres d'éclairage et 46 groupes de destination spéciale rattachés à l'aviation de coopération, soit 2 500 avions environ;

Au total : 200 escadres et 63 groupes, soit 7 000 avions environ.

Ces 200 escadres de 1939 comprenaient,

(1) En septembre 1938, Charles Lindbergh limitait à moins de 4 000 avions son estimation des forces aériennes soviétiques de première ligne.



d'après *Deutsche Wehr*, cinq escadres « maritimes » réparties sur les rives de la mer Blanche, de la Baltique, de la mer Noire et de la mer du Japon, détachées aux

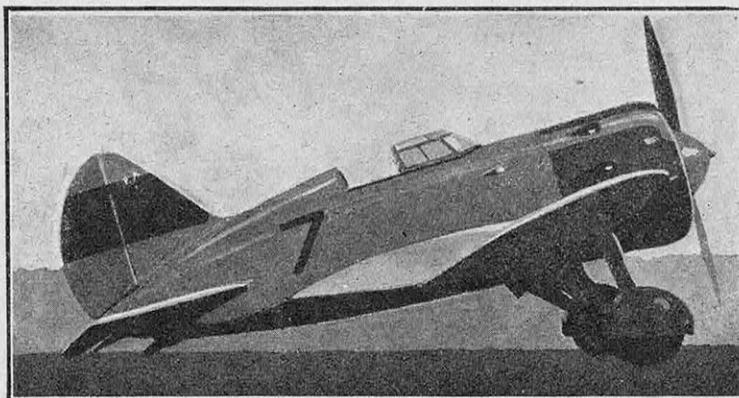


FIG. 1. — LE CHASSEUR MONOMOTEUR I.16

T W 10442

ordres du commandement maritime.

Les 63 groupes étaient destinés à la coopération terrestre.

En 1939, environ 25 % des forces aériennes soviétiques, soit 1 750 avions environ, étaient basées en Extrême-Orient, ce qui ramenait à 5 250 les forces basées en Europe. Il est probable qu'à partir d'avril 1941, cette proportion a dû être quelque peu réduite à la suite de l'accord Staline-Matsuoka. Néanmoins, on peut évaluer entre 7 000 et 7 500 avions les forces aériennes soviétiques basées en Europe au début de 1941.

### Les avions en service : la guerre d'Espagne

Quels sont les types d'avions actuellement en service en URSS ?

Jusqu'en 1937, les prototypes étaient exclusivement russes, grâce à une pléiade d'ingénieurs de valeur formés par le Z.A.G.U.I. et le Z. I. A. M. de Moscou, et dont le

plus connu était Gregor Toupoliev.

C'est l'époque spécifiquement russe, dont les prototypes furent révélés par la guerre civile d'Espagne de 1936 à 1938.

Pour la chasse, ce furent les I. 15, I 16 et le Z.K.B. 19, ultérieurement dénommé I. 17. Le I. 15 était un petit biplan du genre américain Boeing ou Curtiss à train fixe, qui fut célèbre en Espagne sous le nom de *Chato* (petit chat).

Le I. 16, appelé en Espagne *Mosca* (mouche), était un monoplane à train rentrant. Tous les deux étaient équipés d'un moteur M. 25 de 800 ch et qui n'était autre qu'un Wright « Cyclone » construit sous licence en URSS. Le I. 16 fut suivi par le Tzé-Ka-Bé ou Z.K.B. 19, équipé d'un moteur M. 100 (Hispano-Suiza 12 Y de

### LES PRINCIPAUX APPAREILS EN SERVICE DANS L'AVIATION SOVIÉTIQUE

**Le chasseur I.15.** — Cet appareil actuellement démodé est un biplan à train fixe équipé d'un moteur M. 25 (Wright « Cyclone ») de 9 cylindres en étoile de 800 ch.

**Le chasseur I.16.** — C'est un monoplane à train rentrant équipé comme le précédent d'un moteur M. 25, 9 cylindres en étoile de 800 ch. Sa vitesse atteindrait 500 km/h et il monterait à 9 000 mètres en 6 minutes 30 secondes. Il est armé de 4 mitrailleuses, 2 synchronisées tirant à travers l'hélice et 2 mitrailleuses d'aile. Cet appareil est d'une grande simplicité de construction et il a été fabriqué en très grande série. Pendant la guerre d'Espagne il était appelé *Mosca*.

**Le chasseur I.17.** — Connu aussi sous l'appellation Z.K.B.19, cet appareil, dont l'apparence générale est celle du « Spitfire » anglais, atteindrait une vitesse de 500 km/h. Il est équipé d'un moteur de 12 cylindres M.100 (licence Hispano-Suiza type 12.Y de 860 ch). Son envergure est de 10 m 10. Il est armé soit du moteur-canon de 20 mm, soit de 4 mitrailleuses d'aile. De cet appareil dérive le type J.P. de 1938 qui serait équipé de deux canons d'aile en plus du moteur-canon.

**L'appareil de coopération terrestre Vultee VII G.B.** — Cet appareil de bombardement léger et d'assaut est un prototype américain construit sous licence en U.R.S.S. Il est équipé d'un moteur Wright « Cyclone » de 900 ch. Les appareils de ce type se rencontrent dans les armées de l'air de la Chine, du Brésil et de la Turquie.

**Le bombardier léger Martin 187.** — Ce prototype américain, construit sous licence en U.R.S.S., dérive du Martin 167 qui est équipé de deux moteurs Pratt et Whitney de 1 100 ch. La vitesse du Martin 167 dépassait 500 km/h.

**Le bombardier léger S.B. 2.** — C'est un bimoteur dont la vitesse ne dépasse pas 350 km/h. Il est équipé de 2 moteurs M.100 (Hispano-Suiza 12 Y, construit sous licence en U.R.S.S.) et serait équipé de 6 mitrailleuses. Son autonomie atteindrait 2 000 km.

**L'amphibie Seversky 2 P.A.** — C'est un monoplane à aile basse biplace dont les flotteurs pivotent vers l'arrière pour dégager les roues qui y sont encastrées. Il est utilisé pour la surveillance côtière.

**L'hydravion de reconnaissance Consolidated P B Y** — C'est un appareil construit sous licence en U.R.S.S. sur le prototype américain. Les moteurs sont des Pratt et Whitney 14 cylindres en étoile double de 1 000 ch. Sa vitesse est de l'ordre de 380 km/h et il pourrait emporter 2 000 kg de bombes.

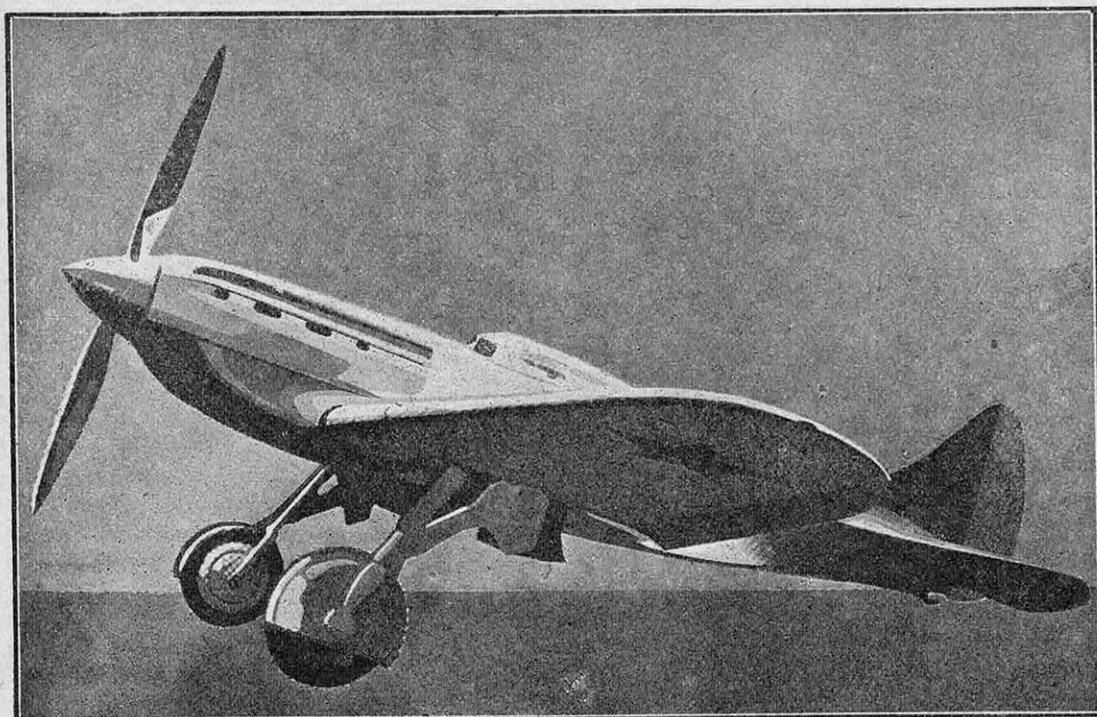


FIG. 2. — L'AVION DE CHASSE SOVIÉTIQUE MONOPLACE I. 17 (Z.K.B. 19)

T W 10441

*Cet appareil est de conception et de réalisation entièrement russes, à part le moteur, qui est un moteur-canon Hispano-Suiza 12 Y de 800 ch, construit sous licence en URSS sous le nom de M. 100. Le I. 17 est armé en outre de deux mitrailleuses. Sa vitesse maximum est de l'ordre de 500 km/h. Sa construction est entièrement métallique.*

850 ch) et dont la vitesse dépasse les 500 km/h.

Pour l'aviation d'assaut, on signale un I. 16 modifié pour cette mission.

Pour le bombardement de jour, ce furent les fameux bimoteurs légers type S.B., dont le plus remarquable fut le Z.K.B. 26, appelé en Espagne « Katiouška ». Ces bimoteurs étaient équipés les uns de moteurs M. 25 de 800 ch (licence Wright « Cyclone »), les autres de M. 100 (licence Hispano-Suiza

12 Y) (1). Il a été signalé également vers la fin de la guerre d'Espagne des bimoteurs du type S.B. à moteur M. 100.

Tels étaient les avions soviétiques envoyés en Espagne de 1936 à 1938.

(1) Le Z.K.B. 26 est pourvu d'un nez de fuselage vitré semi-cylindrique à axe horizontal pour le pointage d'une mitrailleuse. Il emporterait 650 kg de bombes. Sa vitesse maximum serait de 420 km/h. Une variante (1938) aurait reçu des moteurs M. 85 (licence Gnome et Rhône K. 14) et atteindrait 440 km/h.

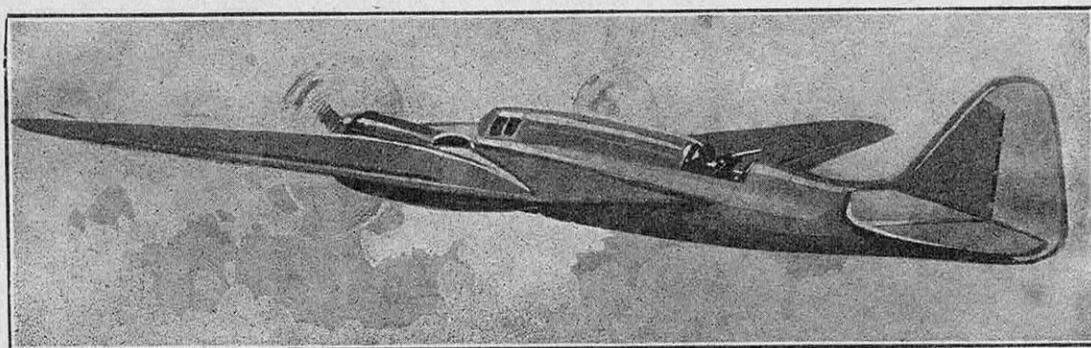


FIG. 3. — LE BOMBARDIER LÉGER BIMOTEUR S. B 2

T W 10443

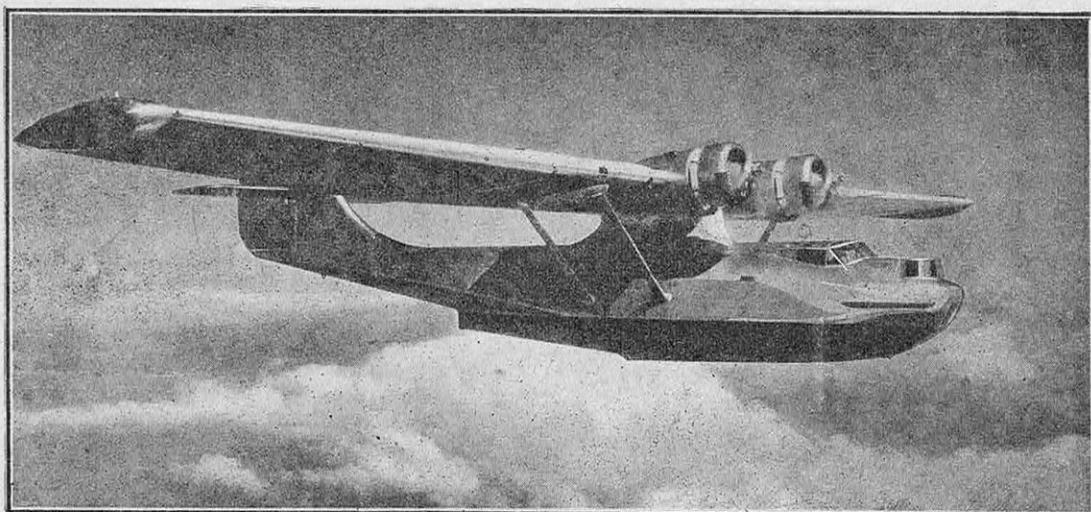


FIG. 4. — HYDRAVION A COQUE CONSOLIDATED P B Y DE 17 TONNES CONSTRUIT SOUS LICENCE PAR L'U.R.S.S. T W 10440

Ajoutons, pour terminer, la revue des prototypes russes de 1938 :

- des avions de coopération terrestre, biplans archaïques R. 5 et monoplans R. 6;
- des quadrimoteurs ANT. T.B. 3 modernisés par rapport aux prototypes T.B. 3 de 1935, lents et lourds;
- des hydravions monomoteurs type M.I. 4 (chasse), type M.R. 5 de reconnaissance (à coque), des hydravions bimoteurs type MDR. 5 (reconnaissance) et M.T.B. 1 (torpillage).

Les lents et lourds quadrimoteurs de 1933 (type ANT. 6, rebaptisés T.B. 3, lors de la disparition de leur constructeur Toupoliev, ont été modernisés en 1937, à la suite de la première expérience de la guerre d'Espagne.

En 1933, le train était fixe et composé, pour chaque demi-train, de deux roues en tandem. Les moteurs étaient des 600 ch M. 17 refroidis par liquide, sans compression (licence B.M.W.). L'aile était en tôle ondulée, selon une technique dérivée de Junkers. Poids total : 15 t. Vitesse : 200 à 220 km/h.

En 1936-1937, le T.B. 3 devient le T.B. 5 et le T.B. 6, par suite des modifications suivantes : moteurs plus puissants, M. 34 de 950 ch; train à demi-escamoté en vol; vitesse maximum portée à 350 et 400 km/h.

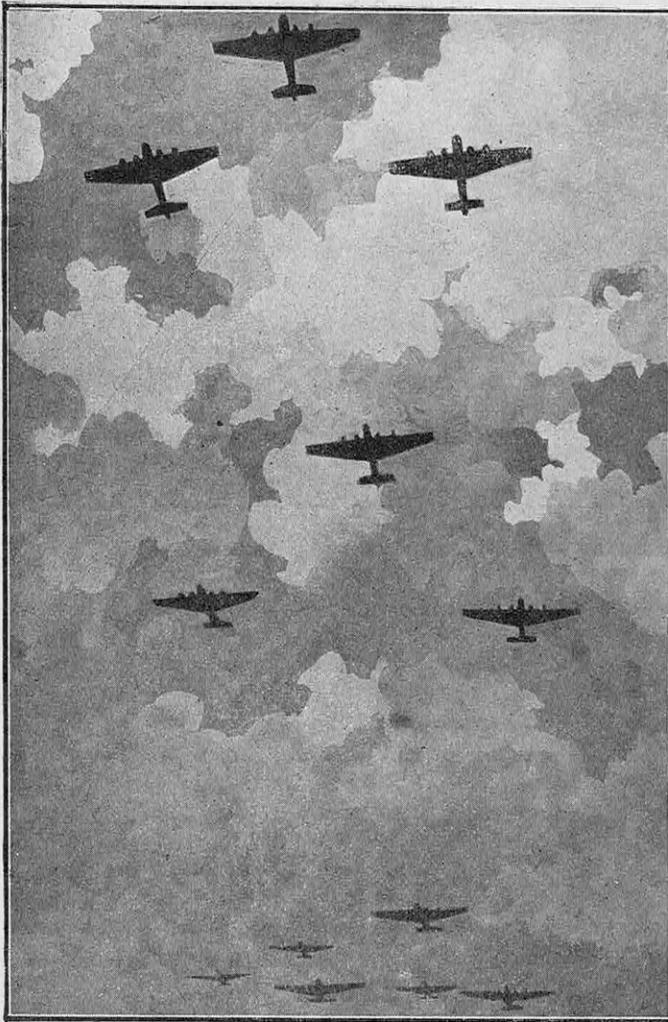
#### A la recherche des prototypes

Il semble que la guerre civile d'Espagne ait marqué l'apogée de la technique spécifiquement russe — du moins pour les cellules — car on a vu que, pour les mo-



FIG. 5. — LE MARTIN 187, PROTOTYPE AMÉRICAIN CONSTRUIT SOUS LICENCE EN U.R.S.S. T W 10438

*C'est un avion de combat et bombardier léger qui dérive de l'appareil américain Martin 167, dont la vitesse maximum serait de 490 km/h. Des appareils de ce type ont été livrés par l'industrie américaine aux armées de l'air française et, plus récemment, britanniques.*



T W 10439

FIG. 6. — UNE ESCADRE DE BOMBARDIERS LOURDS SOVIÉTIQUES ANT. T.B. 3

Ce sont des quadrimoteurs pouvant emporter chacun 1 000 kg de bombes, armés de 5 mitrailleuses; leur autonomie est de 2 000 kilomètres. Ces avions très lents (vitesse maximum 240 km/h) constituaient le gros de l'aviation de bombardement soviétique en 1935; ils ne sont plus utilisés aujourd'hui que comme transports de troupes et pour les lâchers de parachutistes.

teurs, l'industrie aéronautique soviétique était déjà tributaire de l'étranger. A partir de 1937, le régime d'épuration féroce instauré par Staline fit disparaître les meilleurs ingénieurs russes, dont Toupoliev, Kalinine et Gregarovitch. Une crise de prototypes s'ensuivit et, à partir de 1938, on vit l'énorme appareillage étatique qu'était l'industrie aéronautique soviétique, contraint de faire appel à l'étranger à la recherche de « prototypes » (1).

(1) Le seul ingénieur connu maintenu par Staline

On se tourna vers la France, et la construction du Potez 63 fut envisagée, mais Moscou s'adressa surtout aux maisons américaines : Seversky, Vultee, Hall, Consolidated, Martin, répondirent aux offres soviétiques.

Le Vultee VII G. B., monoplan monomoteur triplace, fut retenu comme avion de coopération pour remplacer les archaïques biplans R. 5 et R. 6, dont la mise hors de service était urgente. La licence Vultee fut négociée dès 1937 et, en 1938, 500 Vultee étaient déjà sortis des usines russes. Cet appareil avait été spécialement étudié par son constructeur en vue d'une production rapide et d'un bas prix de revient. La durée de construction avait été abaissée à 11 000 heures.

Le Seversky 2 PA fut adopté pour l'aviation côtière maritime (moteur Wright « Cyclone » 850 ch). C'est un monoplan biplace amphibie qui, pour atterrir en terrestre, rabat les flotteurs électriquement vers la queue. En même temps, les roues avant sortent des flotteurs où elles étaient encastrées.

L'hydravion tous usages Hall P. T. B. H. 2, monoplan à flotteurs, transformable et catapultable, semble avoir été retenu pour l'aviation de bord : porte-avions types *Stalin* (22 avions) et catapulte des croiseurs type *Kirov* (2 avions).

Pour l'exploration maritime, le Consolidated PBY, bimoteur de 17 tonnes, serait construit en série dans les usines de la mer Noire; il a reçu en URSS le matricule H. 243.

Enfin, pour le bombardement moyen, le Glenn-Martin 187, livré par ailleurs aux forces aériennes françaises et britanniques, aurait été retenu en 1939 pour être construit en série en URSS.

La recherche de licences américaines n'a

semblé avoir été Polikarpoff, qui fut décoré le 7 novembre 1940 pour ses nouveaux prototypes.

pas empêché les bureaux d'études du Z.A.G.U.I. de réaliser de nouveaux prototypes spécifiquement russes. Parmi ceux-ci, citons le quadrimoteur stratosphérique T.B. 6 (type ANT.) de 1937, avec moteur supplémentaire à l'intérieur du fuselage et actionnant un compresseur alimentant les quatre moteurs de propulsion, l'hydravion ARK. 3 de 1938 et le bimoteur STAL. 7, qui en octobre 1939, avec les pilotes Shabenov et Matveyev, s'adjugea un record du monde : 5 000 km sans charge à 404 km/h de moyenne (1).

En août 1940, six nouveaux types d'avions de chasse et de bombardement auraient été présentés au cours d'une revue militaire, mais on ne possède pas de détails sur ces appareils.

### Organisation et doctrine

La flotte aérienne soviétique est organisée à partir de l'unité tactique de trois avions, la patrouille. Une patrouille de trois avions, la « chaîne » (*zveno*), correspond au *flight* anglais et à la *Kette* allemande. L'escadrille (*atriad*) groupe 3 *zveno*, soit 9 avions (10 en ajoutant un avion de commandement). L'*eskadrilia*, qui réunit 3 *atriad*, correspond à notre « groupe », soit 27 à 30 avions pour la chasse. Pour le bombardement et la coopération, le groupe (*eskadrilia*) se limite à 12 avions.

Quant aux brigades aériennes soviétiques, elles se composent de 2 à 3 groupes.

### La stratégie aéro-terrestre soviétique est handicapée par les grandes distances

Du point de vue stratégique, la politique des gros quadrimoteurs lents, qu'a condamnés la guerre d'Espagne, présentait un avantage, celui de suppléer aux lignes ferroviaires russes insuffisantes ou défaillantes dans un aussi vaste territoire. La lenteur des chemins de fer russes, la pauvreté du réseau routier, sont des points faibles connus depuis longtemps et qui ont fait qualifier la Russie de « géant à pauvre circulation sanguine ». Les vieux quadrimoteurs russes de 1935 pouvaient-ils parvenir à suppléer, dans les combats en cours, aux transports terrestres défaillants, à permettre les concentrations sur les points menacés par les Panzerdivisionen? La supériorité aérienne de la Luftwaffe pouvait-elle pa-

(1) Comparons ce record russe avec le record

ralyser leurs possibilités? Autant de questions auxquelles les faits ont déjà répondu.

La stratégie russe (la stratégie aérienne comme la stratégie terrestre et navale) a toujours été handicapée par les énormes distances de cet empire continental. Les 10 000 kilomètres qui séparent Vladivostok de Brest-Litowsk, ont obligé depuis 1930, à immobiliser environ 25 % des effectifs en Extrême-Orient.

En contre-partie, ces grandes distances ont été utilisées pour « mettre en recul » le plus possible l'industrie aéronautique soviétique. Une politique de « décentralisation » aurait en effet reporté dans la zone comprise entre Moscou, la Volga et l'Oural, un nombre important d'industries. Aussi, l'offensive allemande doit-elle, aujourd'hui, parvenir jusqu'à l'Oural et jusqu'au Caucase pour mettre complètement hors de combat le colosse russe.

### L'attaque brusquée des aérodromes russes

La guerre germano-russe déclenchée le 22 juin 1941 a fait apparaître la supériorité technique et vraisemblablement numérique de la Luftwaffe sur l'aviation soviétique. La supériorité numérique s'est accentuée par l'attaque brusquée que, dès l'aube, le premier jour, les bombardiers allemands ont dirigée sur les aérodromes russes où les avions étaient parqués au sol en groupes serrés. D'après un communiqué de Berlin, le nombre d'avions russes abattus en combat aérien au cours de la seule journée du 22 juin 1941, premier jour de la guerre, aurait été de 322, et de 1 810 détruits ou endommagés au sol. En deux jours, les 22 et 23 juin, le nombre total d'avions soviétiques détruits ou mis hors de combat atteindrait 2 580.

D'autre part, d'après une information officielle allemande, plus de 4 000 appareils auraient été mis hors de combat les huit premiers jours (1). On peut conclure de ces différents chiffres que par son offensive brusquée sur les aérodromes russes la Luftwaffe semble avoir porté à l'aviation soviétique un coup sensible. Pourra-t-elle s'en relever?

P. CAMBLANC

allemand d'un Junkers 88 de Seibert et Heintz, du 30 juillet 1939 : 2 000 km avec 2 000 kg de charge à 501 km/h de moyenne.

(1) Un communiqué de Moscou n'a avoué que 850 appareils perdus pour la première semaine de la guerre.

# QU'EST-CE QUE L'« HÉMISPHERE OCCIDENTAL » ESPACE VITAL DE L'AMÉRIQUE ?

par P. DUBLANC

*Dans les déclarations d'outre-Atlantique, un leitmotiv revient depuis quelques mois : « la défense de l'hémisphère occidental ». De 1939 à 1940, il fut successivement question de neutralité panaméricaine, puis de la défense du continent américain nord et sud, et enfin de la défense des « eaux de l'hémisphère occidental ». Le discours du président Roosevelt du 27 mai 1941 a exposé la nécessité, pour Washington, de répondre à toute tentative d'encerclement de cet hémisphère américain, ou même de s'opposer à l'établissement de « bases d'agression » à proximité. Aussi se demande-t-on aujourd'hui : qu'est-ce que l'hémisphère américain ou « hémisphère occidental » ? Quelles en sont les limites exactes ? Pour répondre à cette question, il n'est pas inutile de rappeler l'évolution de la politique américaine et panaméricaine depuis 1939, et d'indiquer comment l'Allemagne fut amenée, devant l'aide croissante fournie par les Etats-Unis à la Grande-Bretagne, à prendre les précautions qui s'imposaient pour elle dans l'Atlantique, comme dans la mer Rouge, devenue elle aussi, au printemps 1941, une voie d'accès du matériel américain. Comme nous le montrerons, les limites de l'« hémisphère occidental » vis-à-vis de l'Afrique passent au voisinage des îles du Cap-Vert et contre la côte ouest d'Islande. Ce fait explique la stratégie américaine de 1941 dans l'océan Atlantique puisqu'il aboutit à placer, en 1941, la route Groenland-Islande entièrement dans l'« hémisphère occidental », c'est-à-dire, en fait, sous la protection des forces aéronavales des Etats-Unis.*

LORSQUE éclata la guerre de 1939, la politique de neutralité triomphait à Washington, l'embargo était mis sur les armes et, dans la crainte de se voir entraîné dans un incident quelconque par la guerre sous-marine, le président Roosevelt définissait dans les mers européennes une zone qui était interdite au pavillon étoilé, et même où les citoyens américains naviguant sur des navires belligérants ne pouvaient pénétrer. Cette zone interdite était dénommée « zone de combat ».

## Neutralité et zone interdite dans les mers européennes

Cette zone comprenait la mer Baltique, la mer du Nord, en englobant les îles Britanniques et l'Eire. Les limites de la zone de combat de 1939 s'arrêtaient, au nord, au port norvégien de Bergen, alors neutre, et, au sud, au port espagnol de Bilbao, ces deux ports étant d'accès libre. Vers l'ouest, la zone interdite s'arrêtait exactement au méridien 20 degrés 15 minutes ouest.

Les limites de la zone interdite furent

modifiées par la suite, lors de la guerre de Finlande, puis à la suite de l'occupation de la Norvège (limite reportée au large du cap Nord (fig. 1).

A la suite de l'entrée en guerre de l'Italie, toute la mer Rouge, toute la Méditerranée furent comprises dans la zone de combat. En outre, une zone interdite complémentaire fut définie dans l'Atlantique au large du détroit de Gibraltar, englobant les ports de Cadix et de Casablanca, mais dégageant l'île de Madère. La limite ouest de cette zone complémentaire atlantique s'alignait, comme la zone de combat définie en septembre 1939, sur le méridien 20° 15' ouest.

Il est essentiel de remarquer qu'en dépit de l'extension de la guerre sous-marine allemande vers le centre de l'océan Atlantique, qui fut caractéristique au cours de l'année 1940 (les sous-marins opérèrent alors au voisinage du 25° méridien), le méridien-limite de la zone interdite resta fixé d'une manière immuable aux environs du 20° méridien (20° 15' ouest).

L'explication à cette rigidité doit être

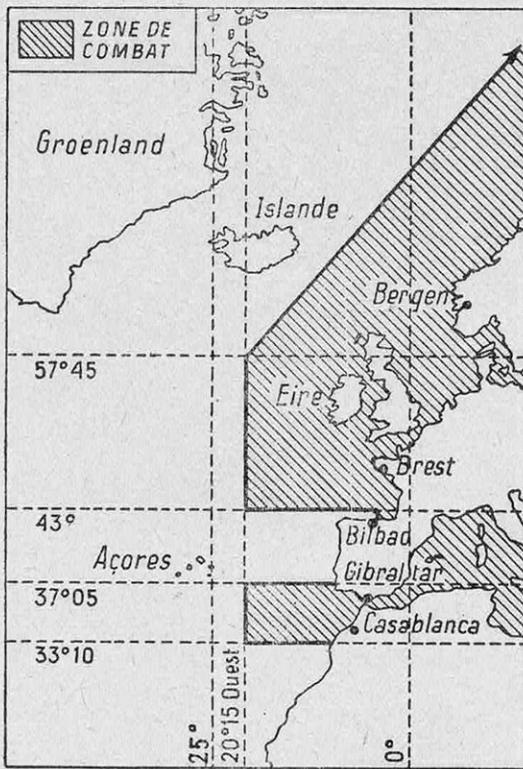


FIG. 1. — LA ZONE DE COMBAT DÉFINIE PAR WASHINGTON DANS LES EAUX EUROPÉENNES

La zone de combat définie par Washington dans les eaux européennes est une zone dans laquelle, par souci de neutralité et de ne risquer aucun incident avec les belligérants, les navires américains ne doivent pas pénétrer, par ordre du gouvernement des Etats-Unis. Cette zone comprend la Baltique, la mer du Nord, englobe les Iles Britanniques et l'Eire, et a pour limite occidentale le méridien 20° 15' ouest. Avant l'occupation de la Norvège, le 9 avril 1940, cette zone se raccordait à Bergen, port laissé libre d'accès au pavillon américain, de même que Bilbao à la limite sud de la zone de combat. La zone actuelle englobe toute la côte de Norvège. Plus au sud, depuis l'entrée en guerre de l'Italie, toute la Méditerranée a été déclarée « zone de combat » par Washington, ainsi qu'un rectangle à l'entrée du détroit de Gibraltar, limité à l'ouest par le méridien 20° 15' également.

cherchée dans les limites de ce que les Américains appellent l'« hémisphère occidental ».

### L'hémisphère occidental

La notion de l'hémisphère occidental (western hemisphere) résulte de la position géographique du continent américain. L'ensemble constitué par l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud s'inscrit dans un fuseau du globe limité par le méridien 34° 45' ouest (méridien de Natal, à la pointe est extrême du Brésil) et le méridien 168° ouest (méridien

du Cap Prince of Wales, à la pointe extrême de l'Alaska). Ces deux méridiens enserrent la totalité du continent à l'exclusion des îles situées plus au large : dans l'Atlantique, le Groenland au nord et Fernando de Noronha; les Aléoutiennes dans le Pacifique. Fernando de Noronha, que l'on peut considérer rattaché, géographiquement, au continent sud-américain, se trouve sur le méridien 32° 30' ouest.

Quant aux Aléoutiennes, leur île extrême, Attu, se trouve au delà du 180° méridien; sa longitude est 173° est. Si l'on admet que l'hémisphère *occidental* ne comprend que des latitudes ouest, il faut considérer que la limite théorique vers l'ouest de cet hémisphère est le 180° méridien qui traverse de bout en bout l'océan Pacifique.

### Le 180° méridien

Le 180° méridien, que les Américains appellent « International date line » (1), a joué un rôle important dans les préoccupations stratégiques du gouvernement américain vis-à-vis du Japon.

A la conférence de Washington de 1922, il fut convenu que ce méridien 180 limiterait les zones d'actions navales et d'exercices de la flotte des Etats-Unis et de la flotte du Japon, et que toutes les bases insulaires, situées au delà seraient démilitarisées (2) d'un commun accord entre Washington et Tokio. C'est pourquoi Wake et Guam, situés au delà de 180°, ne furent pas fortifiés de 1922 à 1937, année à laquelle le Japon dénonça le traité de Washington. En 1938-1939, lorsque les experts militaires et navals américains de la commission Hepburn proposèrent l'aménagement de ces deux îlots en bases aéronavales, le cas de Wake et de Guam se heurta à l'opposition du Sénat, désireux de ne pas éveiller la susceptibilité japonaise en fortifiant des îles situées au delà du 180° méridien, c'est-à-dire en dehors de l'hémisphère occidental.

Les seuls aménagements prévus : Kodiak, Dutch Harbor et Kiska (Aléoutiennes); Midway, Johnston et Palmyre (Pa-

(1) C'est le méridien où il faut changer la date d'une unité lorsqu'on le franchit, dans un sens ou dans l'autre. La date doit être augmentée d'une unité lorsqu'on franchit le 180° méridien de l'est vers l'ouest, et diminuée d'une unité lorsqu'on le franchit de l'ouest vers l'est.

(2) Les Américains avaient alors en projet l'installation d'une base à Guam et à Cavite.

cifique central); l'île Rose et Tutuila (Samoa) sont situés en deçà du 180° méridien. De même les îles Phœnix (Canton, Enderbury, Howland (1), Jarvis et Baker dont l'usage a été acquis en 1938.

Dans l'Atlantique, les limites de l'hémisphère occidental n'ont pas été aussi nettement définies. A une question posée au cours d'une conférence de presse le 21 février 1941, sur ces limites, le Président Roosevelt, après avoir confirmé qu'il considérait bien le 180° méridien comme limite dans le Pacifique, a indiqué que dans l'Atlantique, il admettait comme limite de l'hémisphère occidental « le méridien qui passe par le point situé à égale distance entre les côtes extrêmes du continent sud-américain et du continent africain ».

### Les îles du Cap Vert et l'Islande aux limites atlantiques de l'hémisphère occidental

Si on trace une série d'arcs de grands cercles entre la région de Natal (Brésil) et la région de Boloma, Conakry, Freetown et que l'on pointe le point situé à mi-distance, on se trouve aux environs du méridien 25° 30' ouest. Prolongeons ce méridien 25° 30' ouest, et nous constaterons qu'il traverse les îles du Cap-Vert, aux environs de Porto Praia, laisse les Açores à l'ouest et touche la partie occidentale de l'Islande. D'où il résulte que, dans l'esprit des Américains, les Açores appartiennent aussi à leur hémisphère, aussi bien que le Groenland et que — chose surprenante — les îles du Cap-Vert y sont incluses en partie.

C'est ce qui explique que, dans son discours du 27 mai 1941, le Président Roosevelt, ayant déclaré l'hémisphère occidental menacé, a cité les Açores et les îles du Cap-Vert comme avant-postes du nouveau monde.

(1) L'île Howland comporte un lagon (pour hydravions) et un plateau corallien servant d'aérodrome. Le Lockheed d'Amelia Earhardt s'y posa en mars 1937.

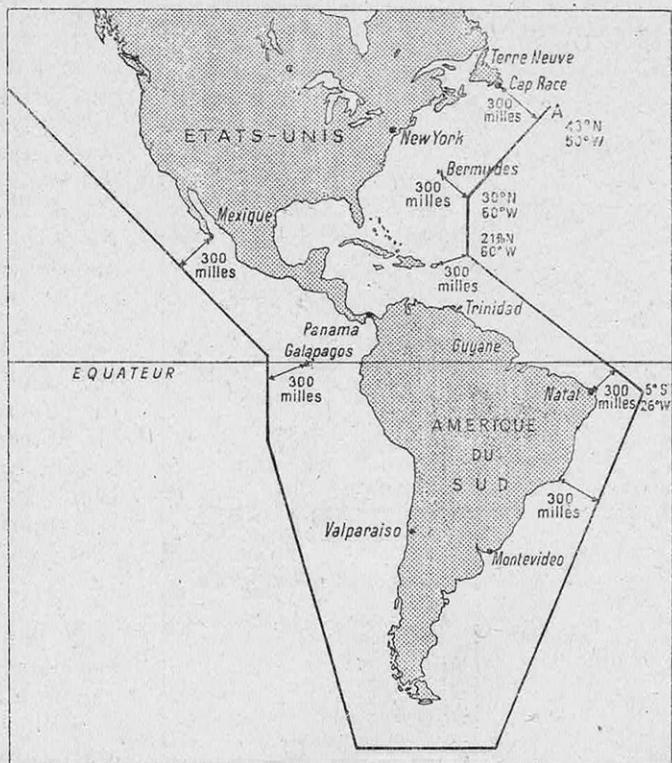


FIG. 2. — LA ZONE DE NEUTRALITÉ PANAMÉRICAINNE DE 1939

Cette zone de neutralité définie à Panama en octobre 1939 entoure le continent américain d'une ligne brisée. Elle partait d'un point A situé approximativement par 43° N, et 50° W, à 300 milles du cap Race (Terre-Neuve). Elle passait dans l'Atlantique par des points situés à 300 milles respectivement des Bermudes et de Saint-Thomas (Antilles). La même règle semble avoir été observée pour le tracé de la ligne autour de l'Amérique du Sud et dans le Pacifique.

### Le 25° méridien

Si, d'autre part, on mesure la mi-distance de l'arc de grand cercle joignant Terre-Neuve à l'Eire (Saint-Jean-de-Terre-Neuve à la baie Valencia), on constate que le méridien équidistant est approximativement 31° 30' ouest. Le méridien équidistant entre Terre-Neuve et le cap Finisterre (Espagne) est le 31° ouest.

Ainsi, par un paradoxe curieux, ce n'est pas l'Atlantique nord qui fixe, dans l'esprit de Washington, la délimitation de l'hémisphère occidental et de l'hémisphère européen, c'est l'Atlantique sud, et cette thèse fait gagner aux Américains 7 degrés vers l'est (soit 420 milles ou 760 km au niveau de l'équateur), ce qui évidemment avantage leur stratégie.

En résumé, comparons ces méridiens : — 30° à 31° 30', méridien équidistant

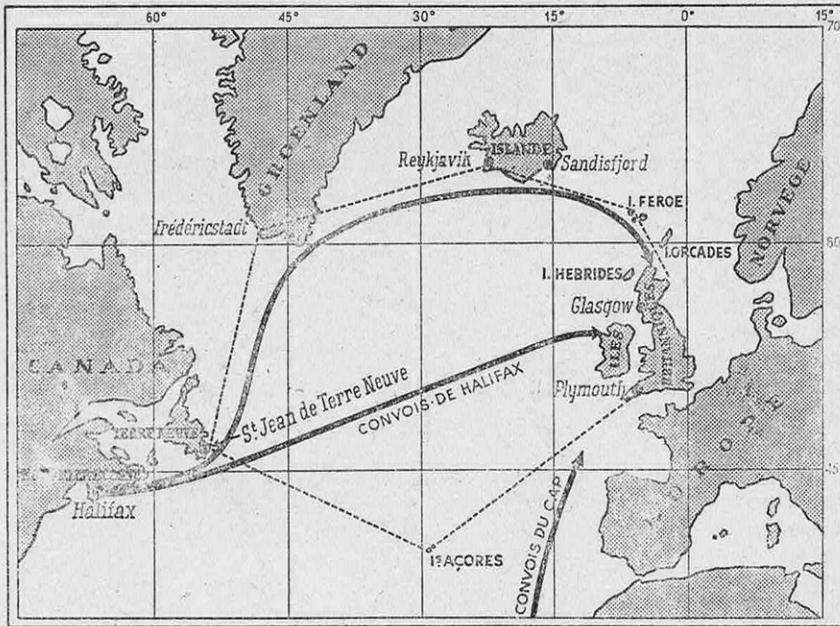


FIG. 3. — LE THÉÂTRE DE LA BATAILLE DE L'ATLANTIQUE

C'est le polygone océanique délimité par la Grande-Bretagne, les îles Feroë, l'Islande, la pointe sud du Groenland, Terre-Neuve, les Açores. La route directe Halifax-Glasgow mesure 4 250 km; celle qui passe par l'Islande 5 100 km. Cette dernière a l'avantage de fournir des bases aéronavales échelonnées permettant de faciliter l'escorte des convois contre les sous-marins et contre les avions corsaires Focke-Wulf « Kurier ». L'Allemagne a aperçu le danger puisque, le 20 mars 1941, elle a inclus l'Islande et les côtes est du Groenland dans sa zone de guerre. L'Amérique, de son côté, a étendu son protectorat au Groenland et envoyé des troupes en Islande.

entre Terre-Neuve et l'Eire (Irlande) et entre Terre-Neuve et l'Espagne;

— 24° 30', méridien équidistant du Brésil et de l'Afrique occidentale;

— 22° 30', méridien limitant à l'est l'archipel du Cap-Vert;

— 20° 15', méridien limitant à l'ouest la zone interdite aux navires américains dans les eaux européennes. On peut conclure que les limites pratiques de l'hémisphère occidental sont situées au voisinage du 25° méridien, méridien qui est celui de l'île Saint-Vincent du Cap Vert (1).

### Monroë et l'hémisphère américain

Comment les Américains comptent-ils, en 1941, protéger leur hémisphère? Quelques rappels historiques sont d'abord nécessaires.

Dans le fameux message du 2 décembre 1823, où fut définie pour la première fois la doctrine de Monroë, le Président

(1) Le vapeur américain Robin Moor fut détruit par un sous-marin allemand le 25 mai 1941 par une latitude de 6° 10' et une longitude de 25° 45', donc dans l'hémisphère occidental.

déclarait s'opposer à toute tentative des puissances européennes d'imposer leur domination à un nouveau territoire quelconque de l'hémisphère américain. Rappelons qu'à cette époque la Russie avait pris pied en Alaska et que l'Europe songeait à reconquérir ses colonies de l'Amérique latine, y compris le Mexique (tentative de 1829), et que l'Angleterre elle-même conservait des vues sur l'Orégon, le Texas et le Nicaragua. En 1863, c'est l'aventure mexicaine de Maximilien soutenu par Napoléon III, puis, en 1899, la guerre hispano-améri-

caine qui élimine Cuba et Puerto-Rico de la domination espagnole, à la suite de quoi, en 1904, Théodore Roosevelt proclame le droit d'exercer une police internationale dans les eaux nord et sud-américaines. Cette idée devait être reprise en 1939 par Franklin D. Roosevelt dans le projet de patrouilles de neutralité panaméricaines, qui fut présenté au congrès panaméricain tenu à Panama au début d'octobre 1939.

### Des patrouilles de neutralité aux patrouilles de protection de l'hémisphère occidental

Le 4 octobre 1939, en effet, les vingt et une républiques américaines se déclaraient solidaires pour instituer autour du continent américain, nord et sud, une large ceinture de neutralité (fig. 2) où ne serait toléré aucun acte de guerre de la part des belligérants européens. Cette zone de neutralité serait éventuellement patrouillée par des forces navales jusqu'à une distance de 300 milles des côtes. Vœu platonique à l'époque. En fait, ces patrouilles ne furent entreprises qu'à par-

tir de l'été 1940 et jusqu'à une distance de 100 milles seulement (déclaration Knox, du 26 avril 1941).

Le 27 juillet 1940, une nouvelle conférence panaméricaine se réunit à La Havane, et déclara que les vingt et une républiques américaines s'opposeraient à toute tentative de transfert à une autre puissance européenne des colonies que possèdent dans l'hémisphère occidental des Etats non américains. Cette déclaration survenant après l'occupation du Danemark, de la Hollande et de la France par le Reich vise manifestement les colonies danoises (Groenland), hollandaises (Curaçao, Aruba et Surinam) et les colonies françaises d'Amérique. Bien plus, les vingt et une républiques américaines devront repousser en commun tout acte d'agression visant l'inviolabilité et l'intégrité d'un Etat américain.

En septembre 1940, c'est la cession par la Grande-Bretagne de huit bases aéronavales dans ses possessions de l'hémisphère occidental (1), ce qui a permis d'organiser effectivement, sinon d'étendre, les patrouilles de neutralité.

Le 26 avril 1941, le colonel Knox, ministre de la Marine, déclare que les patrouilles de neutralité, prévues théoriquement en 1939, vont maintenant se développer, notamment à partir de Terre-Neuve et du Groenland, mais il a ajouté que ces patrouilles ne visent pas la protection des convois, mais seulement la défense de l'hémisphère occidental (2).

(1) Ces huit bases sont la Jamaïque, Trinidad et les six bases ci-après :

Terre-Neuve : Aérodrome de Little Placentia; base navale à Saint-Jean-de-Terre-Neuve; base d'hydravions sur le lac Quidi Vidi;  
Bermudes : Aérodrome de Long Bird; base navale à Castle Harbor; hydravions à Saint-David;  
Bahamas : Aérodrome de Mayaguana; hydravions à Abraham Bay;  
Antigua : Hydravions à Pahrham Sound;  
Sainte-Lucie : Hydravions à Gros Islet;

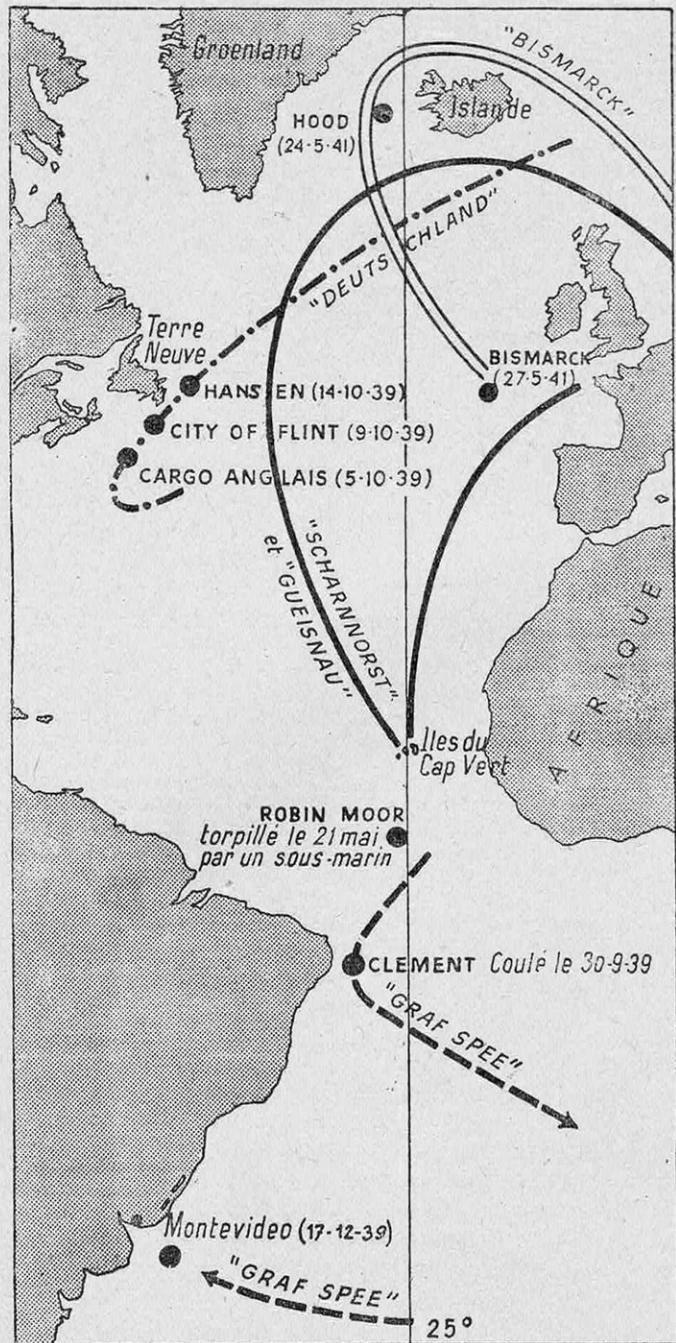


FIG. 4. — INCURSIONS DES CROISEURS CUIRASSÉS ALLEMANDS DANS L'ATLANTIQUE

Le Robin Moor a été coulé récemment à la limite de l'hémisphère occidental ( $6^{\circ} 10' N$ ,  $25^{\circ} 45' W$ , c'est-à-dire légèrement à l'ouest du méridien  $25^{\circ} W$ ).

Guyane : Hydravions dans la rivière Demarara et la rivière Essequibo; aérodrome à Demarara.

(2) Le maire La Guardia, qui préside la Commission de défense américano-canadienne, a déclaré à la même époque (avril 1941) que le parcours surveillé par ces patrouilles de sécurité atteindrait 900 milles; c'est à peu près la distance qui sépare Terre-Neuve du  $25^{\circ}$  méridien.

### La zone de guerre allemande du 27 mars 1941

Quelle fut la réaction allemande devant cette évolution américaine des patrouilles de neutralité aux patrouilles de protection de l'hémisphère occidental ?

A plusieurs reprises, le Reich se contenta d'affirmer qu'il n'avait aucune

limite des eaux territoriales (largeur 3 milles). Les arguments donnés par Berlin sont les suivants :

« Par suite de l'occupation, contraire aux droits des gens, de l'île « danoise » de l'Islande par des troupes britanniques, on essaye de se servir de l'Islande comme d'un point d'appui au profit des navires se rendant en Angleterre. »

De fait, la nouvelle zone allemande englobe entièrement l'Islande et vient s'appuyer aux eaux territoriales du Groenland entre le 65° et le 68° parallèle. Le méridien extrême correspondant est le 43° ouest. Nous sommes loin du méridien 25° assigné par Washington comme limite approximative à l'hémisphère occidental.

Deux mois après, le 24 mai 1941, le *Bismarck*, parti de Bergen, coulait le *Hood*, dans le détroit de Danemark, entre l'Islande et le Groenland (1). L'Allemagne tenait à montrer qu'elle pourrait intervenir dans l'hémisphère occidental, sur la route arctique des navires américains.

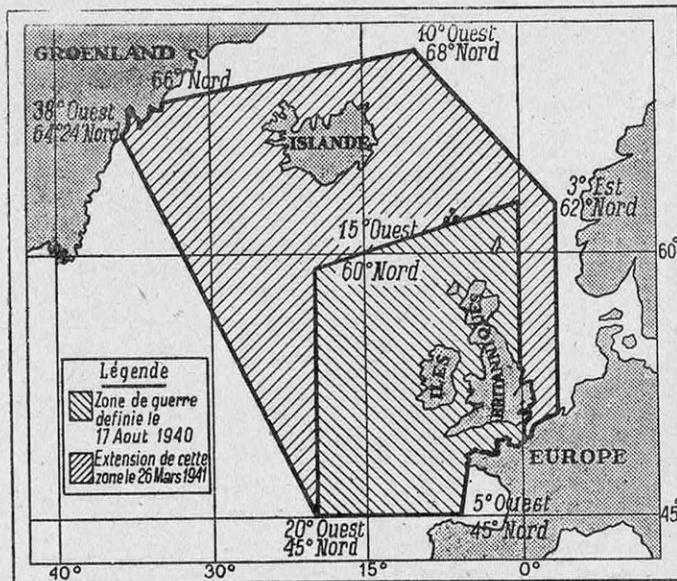


FIG. 5. — LA ZONE DE GUERRE MARITIME DÉFINIE PAR BERLIN LE 26 MARS 1941

La zone précédemment définie (le 17 août 1940) se limitait au méridien 20° ouest. La nouvelle zone s'étend jusqu'au Groenland. Sa limite ouest est un point situé par 64° 24' de latitude nord et 38° de longitude ouest. De là, elle s'étend vers le nord à la limite des eaux territoriales groenlandaises jusqu'au parallèle 66° nord. Elle englobe l'Islande en entier. Vers le sud, elle ne s'étend pas au-dessous du parallèle de 45° (parallèle de Bordeaux).

visée sur le continent américain, et que l'Europe seule l'intéressait. Le 14 mars 1941, après le vote du « prêt ou bail », la Wilhelmstrasse fait savoir à Washington que « tout navire, tout convoi, d'où qu'il vienne, cherchant à gagner l'Angleterre serait torpillé ». Passant aussitôt à l'exécution, l'escadre Ludjens (*Scharnhorst* et *Gneisenau*) vient couler des convois à 800 milles de Terre-Neuve, aux environs du 42° méridien. Pour justifier cette action, le 27 mars 1941, le Reich prenait la décision suivante: « La zone de guerre » allemande qui entourait les Iles Britanniques, et dont les limites au 14 août 1940 ne dépassaient pas le 25° méridien, est, depuis le 27 mars 1941, portée jusqu'aux côtes groenlandaises, mais en s'arrêtant à la

### L'occupation du Groenland : 11 avril 1941

Le 11 avril 1941, Washington avait déjà répondu à la déclaration allemande du 27 mars. La réponse était un accord signé à Washington avec le ministre du Danemark aux Etats-Unis, d'ailleurs désavoué par le gouvernement de Copenhague, plaçant le Groenland, *situé dans l'hémisphère américain*, sous la protection des Etats-Unis. Le prétexte donné était un survol de la côte groenlandaise, le 27 mars, par des avions allemands. La décision de Washington, du 11 avril 1941, apparaissait comme la mesure la plus importante prise dans l'« hémisphère occidental » depuis la décision panaméricaine de La Havane, du 25 juillet 1940.

Bien que, le même 11 avril 1941, Washington ait précisé que les navires américains n'escorteront pas les cargos se rendant en Angleterre, l'occupation

(1) Voir « La fin du *Hood* et du *Bismarck* et la protection du navire de ligne » dans *La Science et la Vie*, n° 287, juillet 1941.

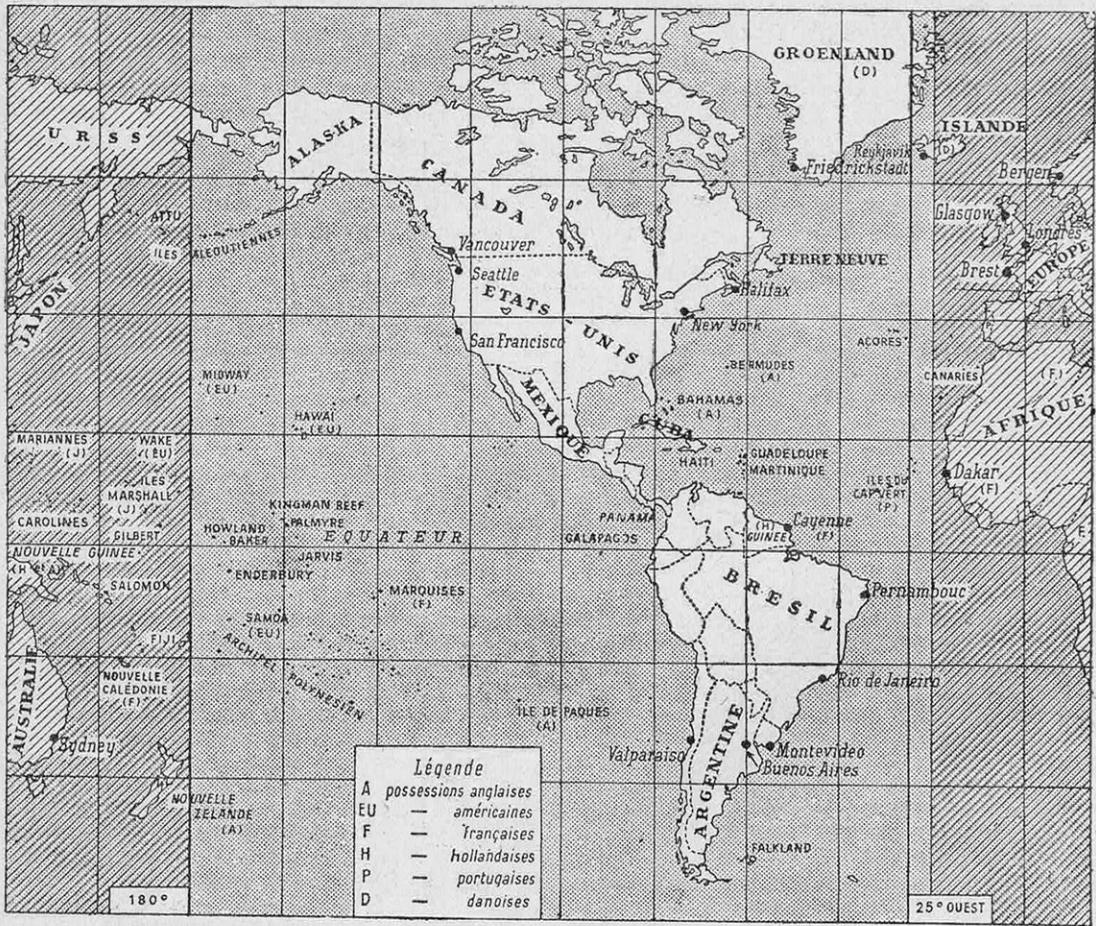


FIG. 6. — CARTE DE L'HÉMISPÈRE OCCIDENTAL TEL QU'IL A ÉTÉ DÉFINI PAR LES ÉTATS-UNIS, ENTRE LES MÉRIDIENS 25° ET 180°

du Groenland permet aux Américains de surveiller et de protéger la route arctique utilisée en été par les convois anglais entre le Groenland et l'Islande. Le danger n'a pas échappé au grand-amiral Raeder qui, le 26 mai 1941, trois jours après que le *Bismarck* eut coulé le *Hood*, avertissait l'opinion américaine que la protection par la marine des États-Unis des convois destinés à l'Angleterre constituerait un « acte de guerre ».

Le 11 avril 1941, Washington décidait, du fait de la prise de Massaouah par les Britanniques, le 9 avril, de ne plus considérer la mer Rouge comme zone interdite aux navires américains.

### La route Groenland-Islande est dans l'hémisphère occidental

La limite de l'hémisphère occidental admise à Washington est aujourd'hui précisée au voisinage du 25° méridien,

méridien qui passe par les îles du Cap-Vert et la côte occidentale de l'Islande. La route maritime arctique, la route qui traverse le détroit de Danemark, du Groenland à l'Islande, de Angmassalik à Reykjavik, se trouve donc incluse, du point de vue de Washington, dans l'hémisphère occidental. Comme cette route se trouve également incluse dans la zone de guerre allemande du 27 mars 1941, la ligne Angmassalik-Reykjavik apparaît donc comme la zone la plus critique entre le Reich et les États-Unis. C'est autour de cette ligne que, d'un jour à l'autre, tant que cette situation subsistera, peut surgir l'incident fatal qui jettera les États-Unis dans la guerre, juridiquement, et au nom de ce que l'on appelle à Washington la « défense de l'hémisphère occidental ».

# LE DOSAGE RIGOUREUX DES RAYONS X BASE DE LA RADIOLOGIE MÉDICALE

par Maurice-E. NAHMIAS

Docteur ès Sciences

*Depuis la découverte des rayons X et des propriétés radioactives de certains éléments chimiques, le problème de la mesure de l'énergie présente dans les rayonnements pénétrants a préoccupé les physiciens d'abord, les médecins ensuite. Les biologistes qui ont étudié les effets des rayons X sur les organismes vivants ne pouvaient attendre pour le faire que les physiciens leur eussent fourni le moyen de rendre leurs observations strictement comparables. Ils ont donc mis au point des méthodes biologiques de dosage. Malheureusement, les propriétés de la matière vivante varient avec d'innombrables facteurs qu'il est malaisé de préciser. Faute de pouvoir chiffrer sans ambiguïté les conditions physiques des expériences, nombre de travaux de radiobiologie apparaissent aujourd'hui dénués de valeur scientifique. La découverte de la radioactivité artificielle et les premières tentatives d'application des neutrons en biologie amènent au premier plan le problème du dosage rigoureux des radiations, sans lequel il n'est pas plus possible de poursuivre un traitement médical rationnel que de conduire des recherches originales dans ce domaine encore si incomplètement exploré.*

## L'émission des rayons X

IL est à peine besoin de rappeler le principe de la technique de production des rayons X. On sait que des électrons, accélérés par une chute de potentiel électrique dans une ampoule vide d'air, et arrêtés ou freinés par une substance quelconque, donnent naissance à de la chaleur et à des rayons X. La chaleur libérée est souvent considérable et peut provoquer la fusion de l'« anticathode » qui intercepte les électrons émis par la cathode. C'est la raison pour laquelle, dans les ampoules à rayons X, les pièces exposées à être trop chauffées sont soigneusement refroidies par des radiateurs à ailettes ou des circulations d'eau ou d'huile.

Les rayons X ainsi produits ont un pouvoir de pénétration et une distribution spectrale (répartition de leur énergie en fonction de la longueur d'onde) différents suivant la tension accélératrice des électrons dans l'ampoule et aussi suivant la nature chimique de l'anticathode.

En règle générale, la tension accélératrice n'a pas une valeur constante. Du fait qu'elle doit atteindre une valeur toujours très élevée (100 000 volts et plus) chez les tubes ordinaires du commerce,

elle ne peut être obtenue qu'à partir de la tension alternative du secteur de distribution par l'intermédiaire de transformateurs doublés de redresseurs. Les rayons X ne sont donc émis que pendant une fraction seulement de chaque période, correspondant à la portion positive de l'onde utilisée par l'anticathode. Lorsque le poste à haute tension servant à l'alimentation redresse les deux alternances de la tension alternative, la durée efficace de production des rayons X se trouve doublée par rapport à un tube n'utilisant qu'une seule alternance. Si l'alimentation est faite en triphasé et qu'on redresse les trois phases, la durée efficace en est encore sensiblement augmentée. Finalement, si après les redresseurs on dispose dans les circuits des condensateurs et des résistances convenables, la tension appliquée à l'ampoule devient parfaitement stable et continue, et on réalise ainsi les conditions idéales pour une émission ininterrompue de rayons X.

Le pouvoir de pénétration de la radiation émise, d'autant plus grand que les rayons sont plus « durs », c'est-à-dire que leur longueur d'onde est plus courte, est fonction de la valeur maximum de la tension aux bornes de l'ampoule. Une for-

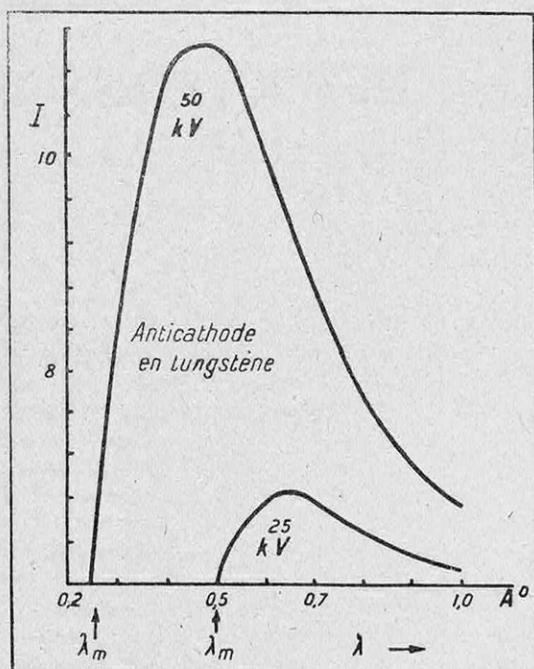


FIG. 1. — LA RÉPARTITION DE L'ÉNERGIE EN FONCTION DE LA LONGUEUR D'ONDE DANS UN FAISCEAU DE RAYONS X

Les deux courbes correspondent à des tensions différentes appliquées à l'ampoule.  $\lambda_m$  représente la longueur d'onde la plus courte (rayonnement le plus pénétrant) présente dans les faisceaux respectifs.

mule simple (formule d'Einstein) donne la longueur d'onde minimum émise par une ampoule soumise à une tension donnée. Il suffit de diviser le nombre 12,5 par le nombre de kilovolts appliqués pour obtenir cette longueur d'onde. Ainsi, avec 100 kV, on a une radiation limite de 0,125 Angstroms de longueur d'onde (1). Bien entendu, le spectre du rayonnement émis par cette ampoule contiendra des radiations plus « molles », c'est-à-dire d'une longueur d'onde plus grande que 0,125 Å, mais il n'en contiendra aucune plus pénétrante, c'est-à-dire de longueur d'onde plus grande, que celle-ci.

Les électrons qui tombent sur l'anticathode sont freinés graduellement par les couches métalliques successives, de telle sorte que chacun passe par des vicissitudes diverses et donne par conséquent naissance à un rayonnement particulier. Le rayonnement global aura une forme analogue à celle de la courbe de la figure 1. Le freinage des électrons étant

fonction de la nature chimique de l'anticathode, le spectre global caractérise en quelque sorte l'élément qui la constitue.

Le phénomène se complique du fait que chaque élément chimique peut être induit de plusieurs manières à émettre des rayons X. On sait que chaque atome se compose d'un noyau entouré d'un certain nombre d'électrons répartis, en règle générale, entre trois couches principales ou niveaux qui sont désignés par les lettres K, L et M. Le niveau qui se trouve le plus près du noyau contient deux électrons qui sont plus difficiles à déplacer au moyen d'électrons libres et accélérés que les électrons des niveaux extérieurs. C'est ainsi qu'il ne faut que 2 kV pour exciter le niveau M du tungstène; il faut 10 kV pour atteindre L et près de 68 kV pour arracher les électrons K. On dit en pratique que tel élément émet son rayonnement M, ou L + M, ou encore K + L + M, suivant la valeur de la tension accélératrice.

Enfin, la répartition de l'énergie dans le rayonnement est aussi fonction de l'azimut, c'est-à-dire de l'angle sous lequel on voit l'anticathode.

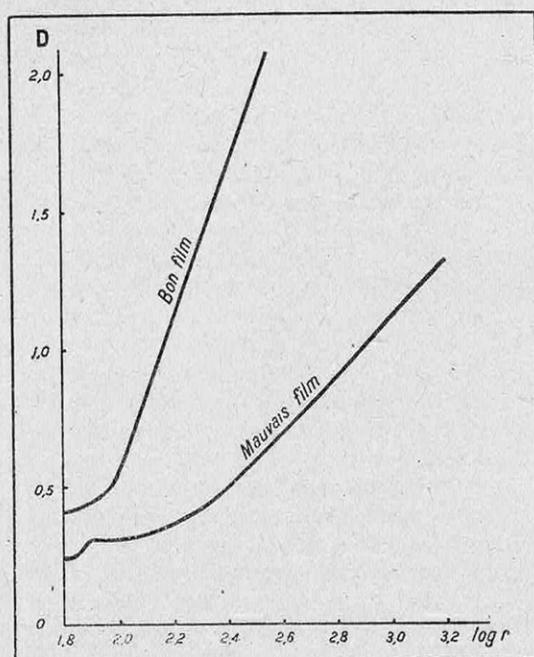


FIG. 2. — DEUX COURBES DE NOIRCISSEMENT DE FILMS RADIOGRAPHIQUES

La densité de noircissement a été portée en ordonnées et le logarithme de l'énergie du faisceau de rayons X en abscisses.

(1) Rappelons que l'angstroem (Å) est une unité de longueur qui vaut un dix-millionième de mm.

## L'absorption des rayons X

On voit que le phénomène de l'émission des rayons X présente une très grande complexité. Du moins peut-on l'analyser théoriquement. C'est une ressource qui fait défaut lorsque l'on considère le rayonnement non plus quand il est émis, mais tel qu'il se trouve immédiatement avant d'être utilisé. Le rayon X traverse en effet successivement les atomes de l'anticathode, ceux du gaz résiduel dans l'ampoule, du verre de celle-ci, de l'air extérieur, du filtre, etc., et enfin la surface extérieure de l'individu avant d'atteindre le lieu qu'il s'agit d'irradier, et où il importe de connaître avec une précision suffisante la quantité et la qualité de l'énergie qui va y être absorbée.

L'absorption des rayons X est régie par des lois simples, lorsqu'il s'agit de rayon-

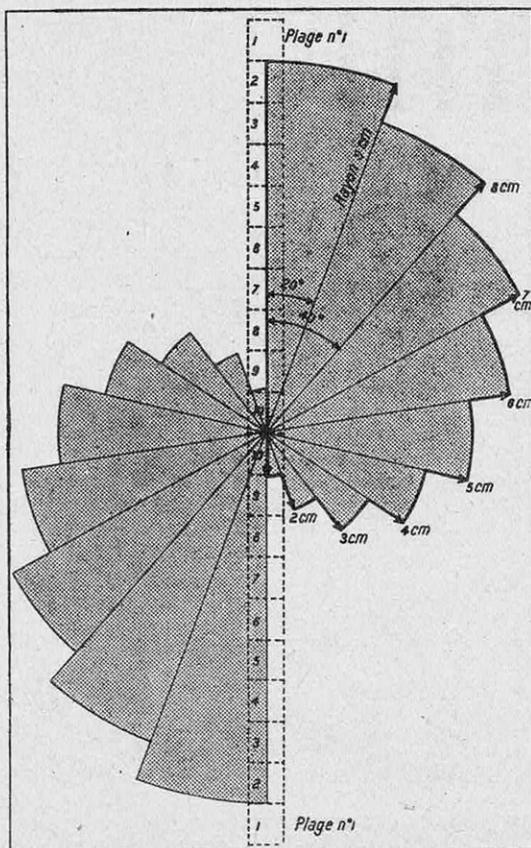


FIG. 3. — SCHÉMA DU DISPOSITIF POUR L'ÉTALONNAGE DES FILMS

La plage 10 n'est jamais irradiée si l'épaisseur du secteur tournant est suffisante pour arrêter complètement les rayons X incidents. La plage 1 est irradiée constamment. Les plages intermédiaires sont irradiées en progression arithmétique en fonction du temps.

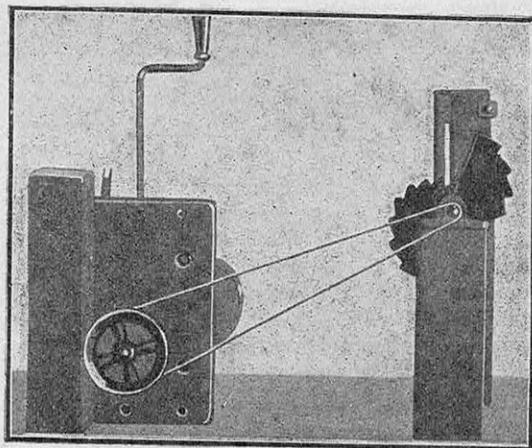


FIG. 4. — APPAREIL A ÉTALONNER LE NOIRCISSEMENT DES FILMS

nements monochromatiques (ou plus exactement monoénergétiques), mais devient théoriquement inextricable lorsqu'on expérimente avec un faisceau hétérogène, comme le sont ceux qu'on utilise couramment dans les applications médicales.

Même dans le cas de radiations monoénergétiques, le coefficient d'absorption subit des variations considérables en fonction de la fréquence, appelées « sauts », et qui sont caractéristiques de la nature chimique de l'absorbant.

On voit à quelle somme de difficultés on se heurte lorsque l'on tente d'étudier l'action biologique de ces radiations; il est indispensable de définir au préalable les caractéristiques physiques des rayonnements mis en œuvre, faute de quoi toute tentative d'interprétation et de généralisation est vouée à l'échec.

## Le noircissement des films radiographiques

Un certain nombre de méthodes de dosage des rayons X (1) ont été mises au point. La plus en vogue, au début du siècle, était la méthode de Villard, fon-

(1) Nous laissons de côté les méthodes de dosage d'ordre biologique. Bien que présentant un intérêt réel, elles sont aujourd'hui pratiquement délaissées au bénéfice des méthodes physiques. Leur difficulté de mise en œuvre tient à la quasi-impossibilité où se trouvent les divers chercheurs de travailler sur un matériel absolument comparable et à la minutie de leur technique. Il est cependant indispensable que les laboratoires de recherches continuent à étalonner les techniques physiques par des réactions biologiques faisant appel à un matériel vivant judicieusement choisi. Les méthodes les plus en vue font intervenir la dose érythème chez l'homme, l'arrêt du développement de certaines levures, ou la stérilisation des œufs d'ascaris.



FIG. 5. — ÉCHELLE DE NOIRCISSEMENT D'UN FILM RADIOGRAPHIQUE OBTENUE PAR LA MÉTHODE DES SECTEURS TOURNANTS

dée sur le brunissement des pastilles de platinocyanure jaune de baryum, en fonction de l'intensité du rayonnement X incident. On utilisa aussi la réduction du sublimé en présence de chlorure d'ammonium, ce qui donne naissance à un trouble blanc de calomel.

Mais dans le domaine des actions chimiques, celle dont l'importance est primordiale est le noircissement des émulsions photographiques. Bien que cette réaction soit inutilisable en tant que

méthode dosimétrique, son emploi intensif en radiologie nous incite à approfondir la question. Nombreux sont les

radiologistes qui décident, au « flair », après quelques radiographies, que telle fabrication ou marque de film est bonne, acceptable ou mauvaise. Rares sont ceux qui peuvent décider en parfaite connaissance de causes, chiffres en main. Pourtant l'essai scientifique (1) est très simple.

Des courbes, telles que celles de la figure 2, sont fort suggestives : le bon film donne des densités de noircissement qui augmentent vite avec l'énergie de la radiation incidente.

Comment les obtenir ?

On découpe une plaque métallique suivant le schéma de la figure 3. Le centre de ce disque est percé d'un trou et fixé ainsi à un axe horizontal autour duquel il peut tourner. Derrière le disque, on place un châssis ajouré suivant une fente de un centimètre de largeur. Le film radiographique, placé entre deux écrans fluorescents et enveloppé de papier inactinique, est enfermé dans le

(1) Il peut aussi bien s'appliquer, avec des modifications évidentes, à des films photographiques destinés à des travaux avec la lumière visible.

châssis (1). Le disque, avec son mécanisme d'entraînement, et le châssis chargé (fig. 4) étant assez loin de l'ampoule, on l'irradie quelques secondes avec un faisceau homogène et parallèle. Après développement, on obtient une échelle

de noircissement comme celle de la figure 5.

Pour un disque de dimensions convenables (20 cm de diamètre), la différence de noircissement entre la première et la dernière page n'est pas grande. Pour en obtenir de plus grandes, on a recours à la méthode des gradins, en utilisant une échelle d'épaisseurs croissantes d'aluminium, séparées par des intervalles en plomb (pour éviter le rayonnement latéral), suivant le modèle de la figure 6 (2). Après irradiation de cette échelle placée

sur un châssis chargé, on obtient un cliché analogue à celui de la figure 7.

On passe sans difficulté de ces clichés

à la courbe de noircissement. Examinées au « densitomètre » (appareil étalonné servant à mesurer les densités de noircissement photographique), les diverses régions des films fournissent les ordonnées. Les abscisses se calculent à partir des indications d'un « dosimètre-intégrateur » (décrit plus loin) intercalé sur le faisceau pendant l'irradiation, compte tenu de la loi connue d'absorption du rayonnement X dans l'aluminium. L'étude de

(1) Tout comme s'il s'agissait de faire une radiographie d'un membre. Les deux écrans servent à renforcer l'effet actinique de la radiation X.

(2) Le poids atomique du métal qui constitue l'échelle ne doit pas être trop différent de celui des éléments qui forment l'ossature humaine. L'effet de filtrage des gradins doit être comparable à celui des os si on veut tirer des conclusions pratiques des courbes sensitométriques (fig. 2 et 8). C'est pour cette raison qu'on choisit l'aluminium.

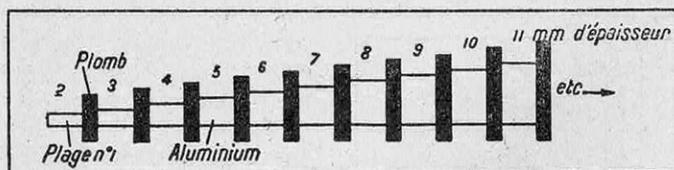


FIG. 6. — SCHÉMA D'UNE ÉCHELLE POUR L'ÉTALONNAGE DES FILMS

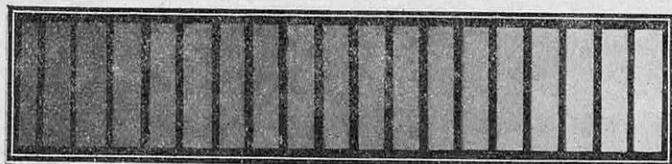


FIG. 7. — ÉCHELLE DE NOIRCISSEMENT OBTENUE PAR LA MÉTHODE DES GRADINS

cette courbe permet, comme le montre la figure 8, de définir la *sensibilité*. Dans la technique radiographique, de même que dans la technique photographique, rien ne vaut une courbe et des chiffres pour couper court à toute discussion oiseuse sur les qualités d'une émulsion. L'acquisition de films de mauvaise qualité peut avoir des conséquences fâcheuses, car elle oblige à déranger plusieurs fois des malades ou des blessés pour obtenir une ra-

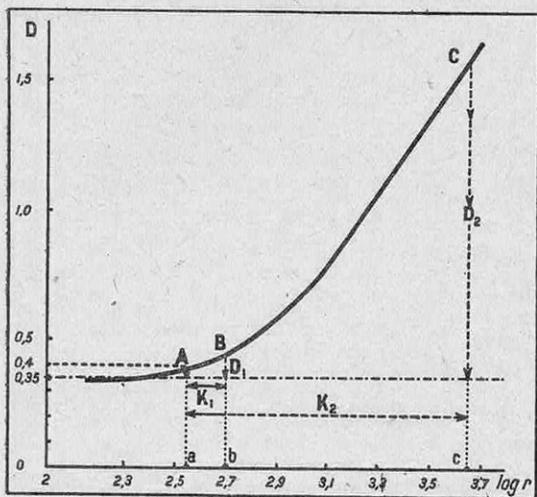


FIG. 8. — COURBE DE NOIRCISSEMENT D'UN FILM RADIOGRAPHIQUE

La ligne horizontale d'ordonnée 0,35 représente le voile du film. Pour définir la *sensibilité*, on prend un point A sur la courbe ayant un noircissement de 0,05 au-dessus du voile ; on appelle *sensibilité* la valeur inverse de l'abscisse a de ce point. Plus la courbe monte vite, plus petite est la valeur de a et plus grande est la *sensibilité* du film. Sur la courbe, on prend deux autres points B et C (tels que  $K_1$  soit de l'ordre de 0,15 et  $K_2$  de l'ordre de l'unité); on appelle alors *cambrure* le rapport des ordonnées  $D_1$  et  $D_2$  de ces points au-dessus du voile;  $D_2$  mesure le contraste.

diographie satisfaisante et retarde d'autant les interventions chirurgicales qui peuvent être nécessaires.

### Le dosage rationnel des rayons X par la méthode « ionométrique »

Différentes méthodes électriques de dosage des rayons X ont été proposées. Citons, à titre d'exemple : l'utilisation du bolomètre capable de mesurer la dose reçue d'après la variation de résistance électrique d'un fil métallique; l'emploi du radiomicromètre de Boys avec lequel c'est une soudure thermoélectrique qui remplit le même rôle; celui d'une cel-

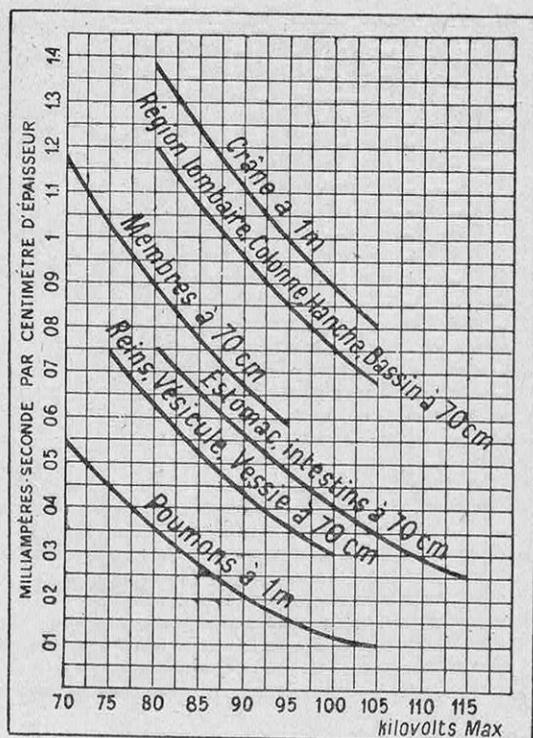


FIG. 9. — QUELQUES EXEMPLES DE TEMPS DE POSE RADIOGRAPHIQUE POUR DIFFÉRENTES RÉGIONS DU CORPS HUMAIN

lule photoélectrique au sélénium, dont les indications demeurent trop dépendantes de la tension appliquée au tube à rayons X. La méthode électrique universellement adoptée aujourd'hui est celle qui consiste à mesurer l'ionisation provoquée dans un gaz par le passage des rayons X.

Les rayons X, en traversant toute matière, solide, liquide ou gazeuse, arrachent des électrons aux atomes qu'ils rencontrent. Ces électrons, aux-

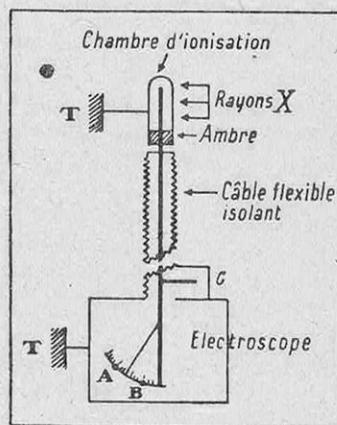


FIG. 10. — SCHÉMA DE PRINCIPE D'UNE CHAMBRE D'IONISATION POUR LE DOSAGE DES RAYONS X

Le passage des rayons X dans la chambre ionise l'air et provoque la décharge de l'électroscope. Le temps de chute de la feuille de A à B permet d'évaluer l'énergie du rayonnement.

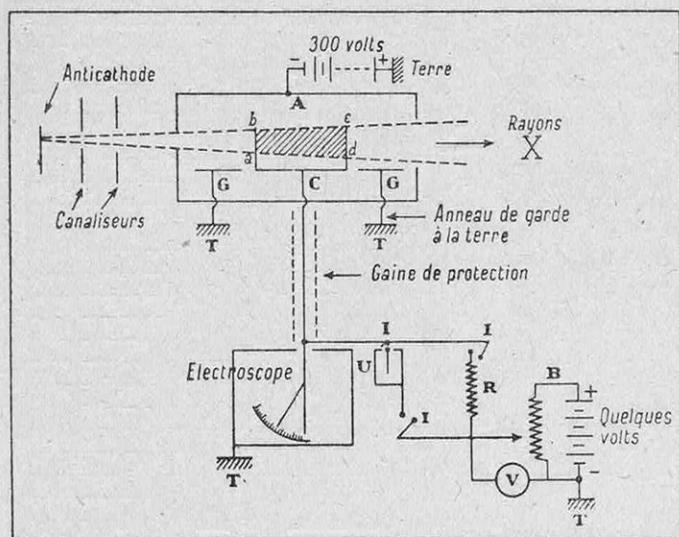


FIG. 11. — LA MESURE DE L'ÉNERGIE D'UN FAISCEAU DE RAYONS X

L'électrode C rassemble les électrons libérés dans le volume a b c d par le passage des rayons X. Les interrupteurs I permettent de brancher sur l'électroscope soit la résistance R, soit la chambre d'ionisation U à source d'uranium scellée.

quels se trouve communiquée une énergie appréciable, déplacent à leur tour d'autres électrons, et ainsi de suite, la chaîne ne s'arrêtant que lorsque le dernier d'entre eux n'a pas une énergie suffisante à communiquer à son voisin. Cette énergie limite est de 35 volts (1). Un projectile matériel ou un « grain d'énergie » (pour les rayons X ou gamma par exemple) dissocie un atome électriquement neutre en un électron (chargé négativement) et un « ion » chargé positivement. Si, dans une enceinte gazeuse bombardée par des rayons X, on dispose une électrode maintenue à un potentiel positif, on observe que les électrons primaires, secondaires, etc., arrachés aux atomes du gaz, iront vers cette électrode, et les ions positifs vers une autre électrode chargée négativement ou simplement mise à la terre.

La figure 11 représente un tel dispositif. La chambre d'ionisation est portée à un potentiel négatif de quelques centaines de volts. Ceci a pour

(1) Ou plus exactement de 35 électrons-volts, énergie qu'acquiert un électron dans une chute de potentiel de 35 volts.

effet de repousser les électrons vers l'électrode collectrice C. La charge accumulée sur cette électrode est compensée par celle, de signe opposé, fournie par le dispositif B. On a ainsi une méthode de « zéro » qui permet, en observant au microscope la feuille de l'électroscope, de mesurer l'ionisation provoquée par le faisceau dans le volume hachuré a b c d. Cette ionisation est indépendante de la qualité des rayons X et ne dépend que de leur énergie.

Cette énergie est rapportée à une unité universellement adoptée, le Roentgen (1) ou r international. Pour contrôler les mesures, il est bon d'avoir à sa disposition dans le système compensateur B (figure 11) une source constante de rayons ionisants constituée par un tube scellé d'uranium. Cette source, étalonnée par ailleurs, servira de

(1) C'est la quantité de rayons X qui, lorsque tous les électrons secondaires sont utilisés et que la radiation diffusée est évitée, produit dans un centimètre cube — à la température et pression normales — un degré de conductibilité qui donne une unité électrostatique, lorsque cette charge est mesurée dans des conditions de saturation.

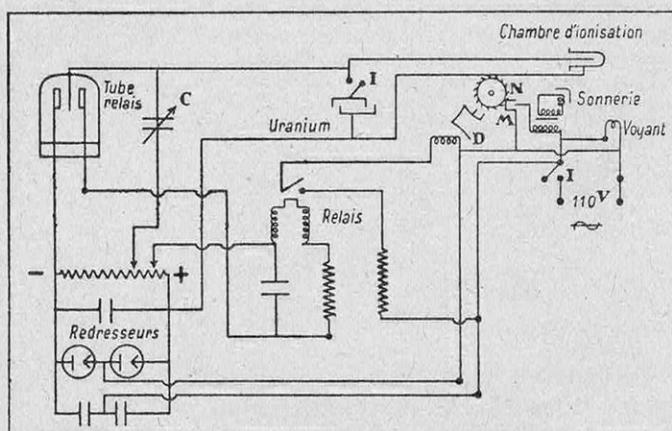


FIG. 12. — SCHÉMA D'ENSEMBLE DU DOSIMÈTRE-INTÉGRATEUR DE MUTSCHELLER

Le courant dû à l'ionisation de la chambre exploratrice produit, à un moment donné, une décharge dans le tube-relais. Cette décharge instantanée est transmise au relais mécanique qui actionne le déclencheur D et fait avancer d'un chiffre le numérateur N. L'aiguille mobile M est munie d'un contact électrique qui déclenche automatiquement la sonnerie quand la dose fixée à l'avance est atteinte. Le condensateur C permet de régler la sensibilité de l'appareil et la source standard d'uranium de contrôler son étalonnage.

temps à autre à étalonner l'appareil de mesures.

Dans les expériences courantes, le dispositif de la figure 10 est suffisant. On charge avec un bâton d'ébonite la feuille de l'électroscope (en déplaçant momentanément le capuchon protecteur C); on place la petite

chambre d'ionisation près de l'endroit à irradier, et on lance les rayons. La feuille de l'électroscope commence à descendre et on chronomètre le temps qu'elle met à aller de la division A à la division B. L'inverse de ce temps est proportionnel à l'énergie du faisceau, car plus le faisceau est intense et plus ce temps de chute est court.

### Le dosimètre intégrateur

La figure 12 représente l'appareil le plus précis actuellement utilisé dans les grands hôpitaux. Le schéma est celui de Mutscheller, de construction américaine, et se distingue par de petites variantes sans grande importance des nombreux autres dispositifs construits sur le même principe. La petite chambre d'ionisation est placée tout près de l'organe à irradier, ou dans une position telle que la correction soit acceptable. Il ne faut pas, en effet, que la mesure au dosimètre donne un chiffre trop différent de celui que le calcul donne pour l'organe irradié, compte tenu de leurs distances respectives à l'ampoule. Il faut éviter aussi le rayonnement diffusé par la peau.

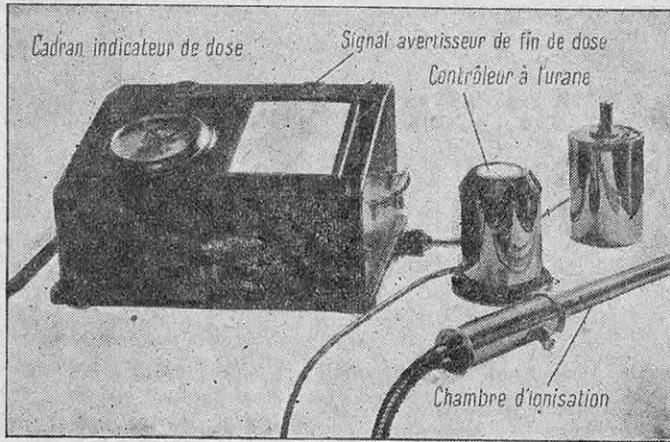


FIG. 13. — LE DOSIMÈTRE INTÉGRATEUR DE STRAUSS

Cet appareil comporte un cadran sur lequel on lit la dose reçue, un signal qui indique quand la dose prescrite est atteinte et un dispositif d'arrêt automatique de l'irradiation. On remarque également le contrôleur à l'urane qui sert à étalonner l'appareil.

électrique. Au début de l'irradiation du malade, on fixe cette aiguille sur le nombre de Roentgen que l'on veut administrer, et lorsque cette dose est effectivement reçue par la chambre, une sonnerie est actionnée automatiquement et le courant interrompu dans l'ampoule. Bien entendu, on tiendra compte des distances et des surfaces pour passer de la dose de la chambre d'ionisation à celle reçue par l'organe.

L'emploi du dosimètre permet seul le dosage *physique* du rayonnement reçu. Il est loin cependant de résoudre entièrement le problème physiologique de l'irradiation. Il restera, en effet, au praticien à déterminer la manière correcte d'administrer une dose déterminée, la durée de l'irradiation présentant une certaine importance.

Mais, ce sont là des problèmes de pratique médicale que nous n'examinerons pas ici. Le rôle du physicien, qui a fourni au médecin une arme nouvelle extrêmement puissante, s'arrête lorsqu'il lui a indiqué le moyen de l'employer avec toute la précision nécessaire.

Maurice-E. NAHMIAS.

Cette chambre peut être aussi utilisée pour explorer en profondeur un « fantôme » d'eau figurant le corps humain.

Le dosimètre de la figure 13 comporte un compteur étalonné en unités Roentgen et porte sur son cadran une aiguille mobile munie d'un contact

# COMME LE NAVIRE OU LE CHAR, L'AVION DE COMBAT SERA BLINDÉ

par Camille ROUGERON

*La construction du navire, du char ou de l'avion soulève un même problème : celui de la répartition du poids entre l'appareil propulseur, l'armement et la protection. Cette répartition peut se faire de bien des façons suivant la mission assignée à l'engin; elle est d'ailleurs en perpétuelle évolution en fonction des progrès de la technique. L'avion avait jusqu'ici compté sur sa seule vitesse et ses manœuvres de dérobement pour échapper à ses adversaires, mais la puissance accrue de l'armement de chasse (16 mitrailleuses sur les appareils de 1941) le forcera sans doute à protéger par un blindage ses organes vitaux (moteur et pilote). La puissance surabondante que lui offriront les moteurs de 2000 ch et plus qui viennent de faire leur apparition le lui permettront facilement. Le blindage, qui avait été introduit sur l'avion d'assaut vers la fin de la guerre 1914-1918 sur l'initiative de quelques pilotes, apparaît aujourd'hui sur les appareils de série, notamment les derniers appareils allemands. Cette innovation entraînera certainement des modifications parallèles de l'armement et de la tactique du combat aérien.*

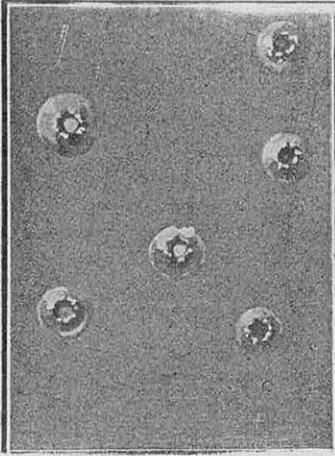
**L**ES premières tentatives de protection de l'avion remontent à la guerre de 1914 et aux débuts de l'aviation d'assaut. On s'aperçut alors que la phase la plus dangereuse de l'attaque n'était pas celle où l'avion se dirigeait sur l'adversaire en l'arrosant de bombes et de balles, mais celle où, revenu de sa surprise et libéré de la menace, l'objectif réagissait en dirigeant le feu de ses armes automatiques sur l'avion qui s'éloignait. Cette observation, que confirmait l'examen des blessures, était exacte dans le cas de l'attaque à très basse altitude, par un avion à faible vitesse qui restait exposé à un feu efficace pendant au moins 10 à 15 secondes après avoir dépassé l'objectif; elle ne l'est plus pour l'avion d'assaut de 1940 attaquant en demi-piqué, ne s'approchant pas de l'objectif à moins de quelques centaines de mètres, et s'éloignant par une manœuvre de dérobement sous grande accélération. Quoi qu'il en soit, elle imposait la nature de la protection, qui devait se rapprocher du dossier blindé. Celui-ci se borna, en fait, à une simple plaque d'acier que quelques pilotes placèrent sur le dossier de leur siège et qui sauva plusieurs fois la vie à certains d'entre eux, et non des moins brillants.

L'idée de la protection de l'avion fut

reprise par le général italien Douhet (1), qui la prévoyait explicitement sur ses « croiseurs aériens ». Mais la proposition ne reçut qu'une forme assez vague et ne fut suivie d'aucune tentative de réalisation. C'est que le « croiseur aérien » tel que le concevait Douhet, surtout avec les moyens techniques de l'époque où il écrivait, était certainement de tous les types d'appareils le moins apte qui fût à recevoir une protection; nous le montrerons dans la suite.

Le mérite des premières applications généralisées revient à l'aviation allemande, qui semble bien les avoir destinées d'abord, à l'imitation des aviateurs français de 1917-1918, à la protection de ses appareils d'assaut. Elles furent étendues ensuite aux bombardiers et aux chasseurs en action au-dessus des Iles Britanniques. Depuis l'emploi des blindages, le nombre d'atteintes nécessaires pour descendre un appareil a beaucoup augmenté; les « Hurricane » et les « Spitfire » n'ont pas trop de leurs huit mitrailleuses. Il faut d'ailleurs ajouter aux résul-

(1) Selon Douhet, l'offensive aérienne devait être confiée à des appareils relativement lents, mais puissamment armés et protégés, qu'il nommait croiseurs aériens. Ces forteresses volantes, hérissées de mitrailleuses et s'appuyant mutuellement de leur feu, auraient, croyait Douhet, rendu la chasse impuissante.



T W 6682  
 FIG. 1. — LA PAROI INTERNE D'UN RÉSERVOIR D'AVION HENDERSON PERCÉE DE BALLES DE MITRAILLEUSES

Une composition élastique prise « en sandwich » entre deux feuilles de métal constitue la paroi de ce réservoir. C'est elle qui obture les trous causés par les balles et empêche le réservoir de fuir. Ce réservoir résiste également à l'écrasement.

temps et appliqué dans plusieurs aviations.

L'aviation britannique n'avait pas les mêmes raisons que l'aviation allemande de s'intéresser à la protection. Elle renonçait aux grosses opérations de bombardement de jour pour s'en tenir à celles de nuit où les pertes sont beaucoup plus faibles. Dans l'attaque des « Stukas » et des bombardiers lourds, les chasseurs britanniques n'avaient guère besoin que d'une protection de l'avant; leur moteur en tenait lieu (1), et, après atterrissage ou retour au sol en parachute, le pilote retrouvait un avion neuf. Cette nécessité d'une protection de l'avant semble avoir été comprise par la R.A.F., et l'on annonçait récemment que les avions de chasse américains « Airacobra », où le moteur, placé derrière le pilote, commande l'hélice par l'intermédiaire d'une longue transmission, seraient munis d'un blindage avant pour la protection du pilote, tout au moins pour ceux destinés à la Grande-Bretagne.

### La protection de l'avion et ses limites

Faut-il une protection? C'est une nécessité qui n'est pas communément reconnue par les auteurs de programmes, mais ceci ne suffit point à la condamner.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 279, novembre 1940.

tats favorables dus au blindage ceux qui tiennent à la protection des réservoirs d'essence par revêtement à auto-obturation dont l'emploi fut généralisé à peu près à la même époque. Mais il ne s'agit pas là d'une création spécifiquement allemande; le réservoir protégé était connu depuis long-

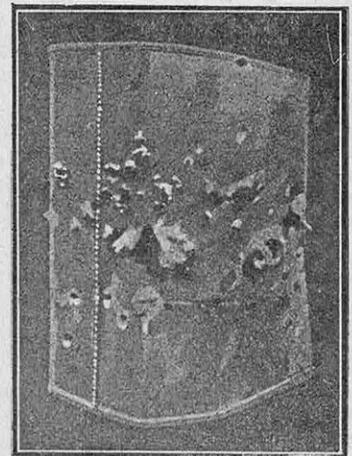
Le blindage sous la forme du char et même du simple casque étaient pareillement des propositions jugées révolutionnaires il y a 25 ans, et, si la protection du navire nous semble aujourd'hui classique au point de paraître une conception rétrograde, on ne doit pas ignorer que Dupuy de Lôme eut besoin de quelques dizaines d'années pour la faire admettre.

Sur l'avion comme sur le char ou sur le navire, la protection est un des facteurs de puissance au même titre que l'armement, la vitesse, le rayon d'action, l'« autonomie »...; rien ne justifie donc l'absence de protection, la protection d'épaisseur nulle. Il n'y a aucune raison pour que dans cette fonction de plusieurs variables qu'est la puissance d'un engin, le maximum corresponde à la valeur nulle d'une des variables.

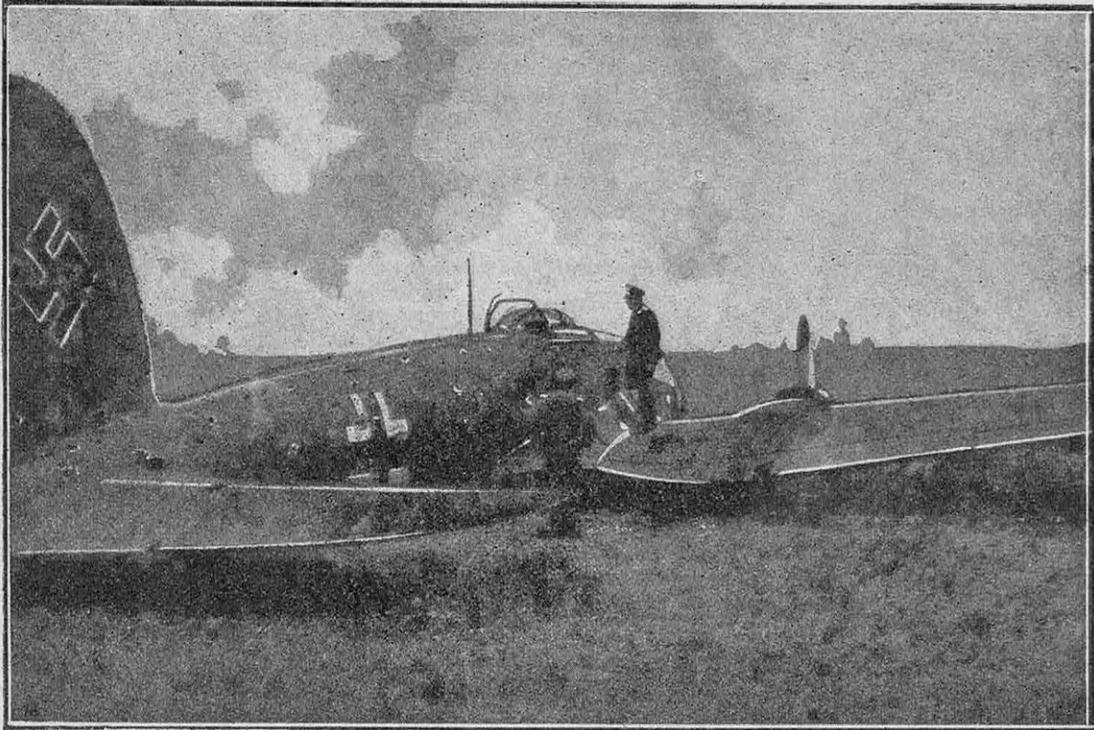
Il y a même une raison très simple pour appliquer une protection directe à l'un des éléments de l'engin: l'homme. C'est que la protection s'est déjà introduite sur l'avion sous bien des formes, double allumage, commandes pneumatiques et mécaniques de tir, doubles circuits et sécurités de toutes sortes qui visent à parer à des éventualités beaucoup moins probables que la mise hors de service d'un pilote ou d'un mitrailleur par le feu.

La résistance propre des divers éléments d'un avion est en effet très variable. La cellule est la partie qui craint le moins des effets du feu; les balles la tra-

versent sans résultat appréciable; les projectiles explosifs de petit calibre, quoi qu'on en ait cru, n'y font guère plus de dégâts. Les moteurs sont plus fragiles; ils résistent cependant à bien des petits éclats, à bien des balles qui ne touchent pas d'organe es-



T W 6683  
 FIG. 2. — 42 BALLES DE MITRAILLEUSES LE TRAVERSANT DE PART EN PART N'ONT PAS FAIT FUIR CE RÉSERVOIR DE LA FABRIQUE ANGLAISE « FIREPROOF TANKS »



T W 6682

FIG. 3. — UN AVION ALLEMAND HE 111 RENTRE A SA BASE AVEC 700 IMPACTS DE BALLES DE MITRAILLEUSES  
*La protection des organes essentiels et notamment du personnel permet à l'avion d'encaisser un nombre de projectiles considérablement accru; cet avion allemand a reçu 700 balles de mitrailleuse au cours du combat, dont un grand nombre de balles explosives.*

sentiel ou même qui, le touchant, ne parviennent pas à le mettre hors de service. L'homme est beaucoup plus fragile; sa chair se laisse perforer avec la plus grande facilité; les os n'ont pas la « résilience » du métal; les organes de rechange manquent; quand il y en a, la douleur, que ne connaît pas la mécanique, en empêche le jeu; on voit très mal d'un œil au moment où un éclat vient de crever l'autre.

Les efforts que le combattant a fait pour se protéger se justifient donc du seul point de vue du rendement maximum de l'outil de guerre. Ce n'était peut-être pas le but visé; le premier homme qui se servit d'un bouclier avait probablement peur des flèches ou de la sagaie, comme les premiers marins qui construisirent un toit sur leurs galères avaient peur du feu grégeois. Ces précurseurs du char et du cuirassé n'en sont pas moins à l'origine d'un des plus grands progrès de l'art militaire. Le combattant a droit à la cuirasse, et du meilleur acier, tout comme le blessé a droit à l'ambulance automobile chirurgicale et au pansement avec sulfamides, du seul point de vue

du taux et de la rapidité des récupérations.

Cette forme du rendement n'est généralement pas appréciée par les auteurs de programmes. Ils n'oublient pas la liaison radio avec le pilote, ou le téléphone de la passerelle au servant de la mitrailleuse qui monte la faction sur la plage arrière du navire, car ils savent que le commandement aura des ordres à donner. Mais ils oublient volontiers la plaque de quelques décimètres carrés qui, dans le dos du pilote ou devant la poitrine du servant, parerait les trois quarts des coups qui leur sont destinés. La sanction ne se fait pas attendre. L'avion de quelques millions et son équipage péniblement formé en quelques années s'écrasent au sol avec le pilote; le servant une fois mis hors de combat par une salve de mitrailleuse, le cargo est aisément envoyé par le fond à la bombe. L'issue d'une guerre peut dépendre de quelques tonnes de métal qu'on aura fait passer, dans un devis de poids, de l'article armement à l'article protection.

Il faut donc de la protection, même sur l'avion. Mais jusqu'à quelle limite?

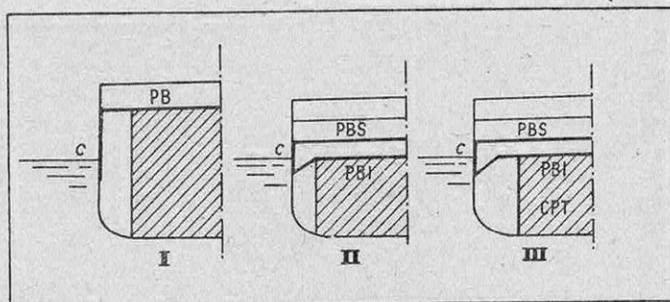


FIG. 4. — EFFET DE LA COMPACTITÉ DE L'APPAREIL PROPULSIF SUR LA QUALITÉ DE LA PROTECTION D'UN NAVIRE

Ces trois schémas, se rapportant à des navires de même déplacement, montrent la différence de protection réalisable suivant la compacité de l'appareil propulsif. Lorsque l'encombrement est très grand (schéma I), on est obligé de relever le pont blindé, donc la hauteur de cuirasse de ceinture, au détriment de son épaisseur et de se limiter à un pont blindé. C'était le cas des premiers cuirassés, notamment de la Gloire; c'est encore celui de la plupart des croiseurs de 6 000 à 10 000 tonnes construits depuis 1918 lorsqu'on a voulu obtenir une vitesse trop élevée ou lorsqu'on a fait passer les conditions d'accès facile des appareils avant les exigences de la protection. Avec l'encombrement du schéma II, on peut réduire la cuirasse de ceinture C à la hauteur minimum exigée par la stabilité après avaries de combat, donc augmenter son épaisseur; on peut en outre monter un pont blindé inférieur PBI qui sert de pare-éclats pour les projectiles ayant traversé la cuirasse de ceinture ou le pont blindé supérieur PBS. C'était la disposition suivie sur presque tous les cuirassés de 1914. Lorsque l'encombrement se réduit à celui du schéma III, on peut compléter cette protection par une cloison pare-torpilles CPT, efficace parce qu'éloignée du point d'explosion de la torpille. C'était la disposition des navires de ligne allemands de 1914, y compris les croiseurs de bataille; c'est la disposition de tous les navires de ligne actuels.

Les premiers degrés de cette protection, les moins coûteux, seront admis aisément. Ce sont ceux dont le rendement est le plus élevé; selon la formule maritime à propos de la vitesse, « ce sont les derniers nœuds qui coûtent le plus cher ». Le casque, le dossier blindé, la tôle mince contre les éclats, et même une cuirasse mince prolongeant le cône d'hélice pour écarter du moteur les balles venant de l'avant, se justifient pleinement.

La difficulté commence lorsqu'on veut préciser le point exact où doit s'arrêter le prélèvement de poids, au bénéfice de la protection, sur les autres facteurs de puissance. La seule règle qu'on puisse formuler autorise le prélèvement tant que sa répercussion sur les autres performances reste faible; elle serait en défaut au voisinage de la répartition optimum, où la fonction ne change guère pour des valeurs assez différentes des variables. Heureusement, les tentatives faites quelquefois en vue de définir une répartition optimum qui serait celle de l'engin de

puissance maximum ont toujours échoué. Il n'y a pas de répartition optimum; la variété dans les matériels de guerre aura toujours raison de l'uniformité. Il y aura donc, dans l'air comme sur terre et sur mer, des avions de protection variée, comme il y a des chars légers, moyens et lourds, des croiseurs légers, des croiseurs de bataille, des cuirassés et même des moniteurs.

### Puissance, légèreté et compacité du moteur d'avion facilitent le problème de la protection

Les plaques de blindage sont lourdes; de là à conclure qu'elles ne peuvent être montées que sur des matériels de gros tonnage, il n'y a qu'un pas, aisément franchi. Et, comme l'avion se prête moins facilement aux gros tonnages que le cuirassé et même que le char, la liaison entre tonnage et protection n'était pas pour faciliter le développement de celle-ci à bord des avions.

En réalité, le tonnage n'est qu'un des facteurs de la protection possible; elle dépend au moins autant de deux autres caractéristiques de l'engin à protéger: la puissance massique, la compacité.

La puissance « massique », c'est-à-dire le nombre de chevaux disponibles par unité de poids, conditionne évidemment le poids de cuirasse qu'on pourra porter. C'est l'insuffisance de puissance massique qui a condamné, ou limité à de très faibles épaisseurs de cuirasse, les tentatives de protection de l'homme, du cavalier ou du char à traction animale. L'énergie musculaire est trop faible pour le transport des blindages; l'homme porte beaucoup moins aisément une cuirasse capable de résister aux armes de jet ou aux armes blanches les plus primitives qu'il ne porte les armes capables de la perforer. S'il fait appel à l'aide du cheval, dont la puissance massique n'est pas plus forte que la sienne, il n'arrive à se protéger un peu mieux qu'en sacrifiant l'homogénéité de protection de l'ensemble; le « coupe-jarrets » avait tôt

fait de jeter à terre un cavalier incapable de se mouvoir sous son armure pesante, et d'en venir à bout par un des défauts de la cuirasse.

La « mécanisation », qui substitue aux muscles des moteurs dont le poids au cheval est plusieurs centaines de fois moindre, transforme complètement les données du problème de la protection. Le moteur à explosion pesant moins d'un kilogramme au cheval ouvre des voies nouvelles qu'on commence à soupçonner pour le char et qui n'ont été aperçues ni sur le navire, mû par des appareils propulsifs surannés, ni sur l'avion. Ce sera un jour un sujet d'étonnement de voir le temps qu'il aura fallu pour blinder un pilote de chasse qui disposait d'un moteur de 1500 ch pour lui seul, quand on hissait sur un cheval de Templier un cavalier dont l'armure pesait le poids d'un homme.

La puissance « volumique » de l'engin à protéger, ou nombre de chevaux disponibles par unité de volume, ou encore

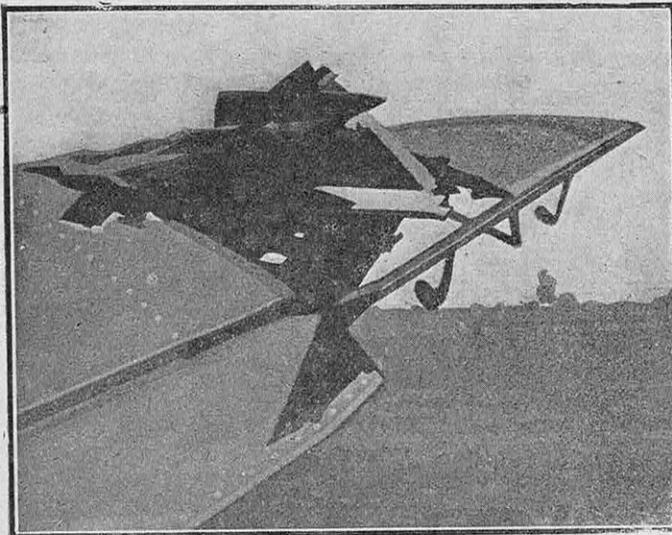


FIG. 5. — EFFET D'UN PROJECTILE EXPLOSIF PERCUTANT SUR UN JUNKERS JU 87

L'appareil, atteint au cours d'une attaque à basse altitude de « Stukas » sur Malte, a pu néanmoins rentrer à sa base. Outre la déchirure très apparente, on remarquera que l'aile droite a été bloqué sous grand angle. Le volet à fente qui occupe la partie centrale de « l'aile double » Junkers n'a pas été touché.

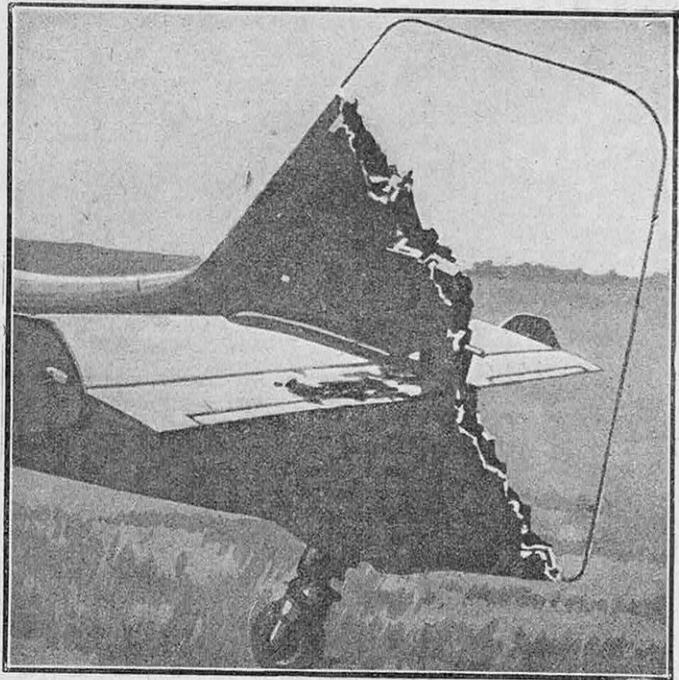
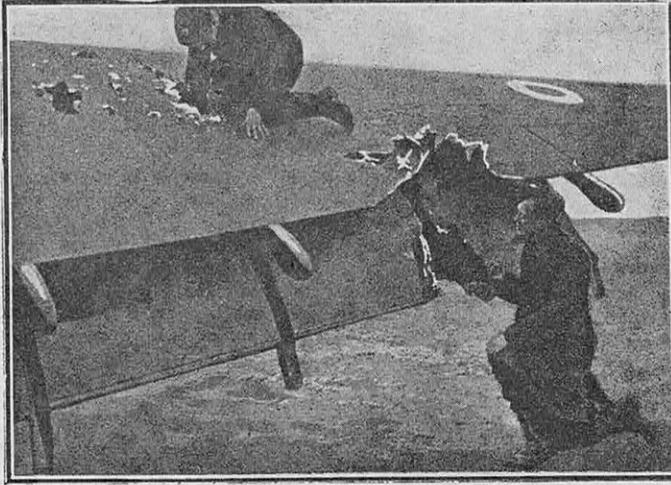


FIG. 6. — LE « STUKA » DONT ON APERÇOIT ICI LE GOUVERNAIL DE DIRECTION, EN GRANDE PARTIE ARRACHÉ, A RÉUSSI A REGAGNER SA BASE GRACE A L'HABILITÉ DE SON PILOTE

plus simplement sa compacité, est tout aussi essentielle en matière de protection. La supériorité du moteur d'avion sur l'appareil propulsif de navire tient plus encore à sa compacité qu'à sa légèreté. Si le moteur à explosion à 1 kg par cheval pèse douze fois moins que les plus récents appareils propulsifs à vapeur de navires de ligne, il est cinquante fois moins encombrant. Ce sera un autre sujet d'étonnement de voir qu'on hésite à protéger aujourd'hui le moteur d'avion, quand on a commencé à protéger l'appareil propulsif de navire à une époque où il était dix fois plus encombrant encore. Cette liaison entre la compacité et la protection a été bien des fois mise en évidence en marine; l'un des progrès les plus nets dans cet ordre d'idées, le remplacement des chaudières à gros tubes de faible puissance unitaire par la chaudière à petits tubes de grosse puissance unitaire et d'encombrement très inférieur, est à l'origine

du croiseur de bataille. Qu'un appareil propulsif de 80 000 ch pesât 35 ou 45 kg par cheval vers 1910, ce n'était pas très important; on n'en était pas à 800 tonnes près sur un navire de 25 000 tonnes. Mais son encombrement était une question essentielle; il fallait pouvoir le



T W 6684

FIG. 7. — UNE AILE DE LOCKHEED HUDSON A SON RETOUR DE RECONNAISSANCE

*Un Lockheed Hudson, après un combat aérien au-dessus de la Norvège est rentré en Ecosse avec les deux ailes atteintes comme le montre la photographie, le réservoir d'essence percé, le fuselage, le moteur de droite et les gouvernes criblés d'éclats obus, un pneu crevé. Il put néanmoins atterrir sans incident.*

loger sous le pont blindé inférieur, et même, comme sur les croiseurs de bataille allemands, entre les cloisons pare-torpilles. Si la plupart des croiseurs légers construits à la suite des accords de Washington sont si mal protégés, ce n'est pas seulement parce qu'il restait peu de disponible pour la cuirasse, après avoir embarqué des machines aussi puissantes et aussi lourdes, c'est surtout parce que des machines aussi encombrantes montaient beaucoup trop haut pour qu'on pût les revêtir d'une cuirasse de ceinture épaisse.

Bien entendu, le tonnage de l'engin protégé a, lui aussi, son importance. La liaison entre l'épaisseur de protection possible et le tonnage tient à ce que, sur des matériels semblables, le poids total croît comme le volume, et le poids de protection, pour une épaisseur donnée de blindage, seulement comme la surface (1). Si le cuirassé de 35 000 tonnes peut être revêtu d'une cuirasse plus

(1) C'est-à-dire comme la puissance  $2/3$  du volume.

épaisse que le cuirassé de 10 000 tonnes, c'est que les surfaces à protéger ne sont pas multipliées dans le rapport 3,5, mais seulement 2,3. Pour une même fraction du déplacement consacrée à la protection, les épaisseurs de blindage seront augmentées de 52 %. Cette loi condamne le « cuirassé de poche », surclassé par le navire de ligne de 35 000 tonnes, tout comme le 35 000 tonnes est surclassé par les 45 000 en construction ou les navires de tonnage encore supérieur qui pourront suivre (1).

Il est aisé de préciser le rôle respectif du tonnage et de la compacité dans les possibilités de protection. Doubler le tonnage en consacrant la même fraction à la protection, c'est, en reprenant le raisonnement que l'on vient de faire, augmenter de 25 % l'épaisseur de blindage. Doubler la compacité, c'est-à-dire réduire de moitié le volume à protéger en conservant le tonnage et la fraction qu'on en applique à la protection, c'est réduire la surface à protéger dans un rapport qui permet d'augmenter de 58 % l'épais-

seur de blindage. On s'explique ainsi que l'avion puisse compenser son inaptitude à atteindre les gros tonnages par la compacité de son moteur et de ses aménagements.

On s'explique de même l'illusion de Douhet, lorsqu'il attendait une protection intéressante de ses « croiseurs aériens » du seul fait de leur tonnage. Si le croiseur aérien avait été conçu sur la formule du monoplace monomoteur de 2 000 ch (2), avec les 12 à 16 armes axiales qu'on envisage aujourd'hui pour des appareils de cette puissance, on aurait certainement pu en protéger efficacement au moins le pilote et le moteur. Mais, sous la forme du quadrimoteur de même puissance totale, avec une demi-douzaine d'armes de défense et autant d'hommes à bord, le quadrimoteur, eût-il été de

(1) Les Etats-Unis seraient sur le point de mettre en chantier des navires de ligne de 60 000 tonnes.

(2) Le nouvel avion de chasse anglais Hawker « Tornado » est équipé d'un moteur Rolls-Royce « Vulture » d'environ 2 000 ch; son armement comporterait 8 mitrailleuses et 3 canons automatiques de 20 mm, ou 12 mitrailleuses.

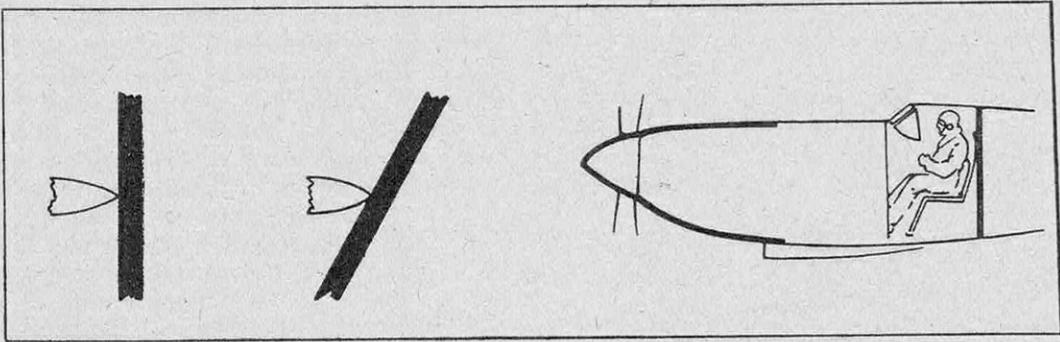


FIG. 8. — BLINDAGES PLANS OU BLINDAGES ENVELOPPANTS ?

Lorsqu'on connaît la direction d'arrivée des projectiles, il y a toujours avantage à incliner le blindage. Pour une même surface protégée, normalement à la direction du projectile, l'augmentation d'efficacité de la plaque l'emporte sur son augmentation de surface. C'est l'explication des cuirasses de ceinture inclinées des navires de guerre qui ont commencé à apparaître avant 1914 sur des blockhaus de cuirassés allemands, pendant la guerre de 1914-1918 sur les ceintures des croiseurs de bataille britanniques et qui sont aujourd'hui employées sur tous les navires de ligne. Dans le cas du moteur d'avion de chasse, la protection par blindage incliné contre les balles venant de l'avant est bien préférable à la protection par une cloison axiale : la cloison obligerait à avancer l'hélice; le blindage enveloppant protège le moteur contre les éclats; le bénéfice de l'inclinaison est plus grand dans le cas de la balle que dans celui du projectile de rupture à fort angle ogival, qui ricoche moins facilement. La forme conique de la surface blindée ne peut pas s'appliquer à la protection arrière du pilote, car la direction d'arrivée des balles est connue moins exactement que celles de l'avant, provenant d'une tourelle sur laquelle pique le pilote. Elle peut s'écarter de l'axe de quelques dizaines de degrés, ce qui est favorable au ricochet sur l'une des moitiés du cône, mais très défavorable sur l'autre moitié. Il n'est même pas évident que le siège enveloppant soit plus efficace que la cloison plane à poids donné, si, le fuselage n'étant pas blindé contre les éclats, on ne vise pas à réduire le poids de cet élément du blindage. En fait, sur le Messerschmitt Me 109, l'aviation allemande combine le siège enveloppant et une cloison blindée.

20 tonnes, était encore plus difficile à protéger que l'avion de chasse ou d'assaut à moteur de 600 ch, qui, du moins, groupait, étroitement serrés derrière son moteur, les différents organes à protéger.

### La protection des différents organes de l'avion

Sur l'avion, le personnel, les moteurs, les armes, la cellule, sont des organes de fragilité très différente, exposés à des attaques variées par les éclats de gros obus fusants de D.C.A., les projectiles explosifs percutants de petit calibre, les balles de mitrailleuses.

Contrairement à ce qu'on pourrait déduire d'un examen sommaire, la cellule est de beaucoup l'élément le plus résistant. On s'imagine quelquefois que le mode d'action le plus dangereux du projectile de D.C.A. de gros ou moyen calibre est l'effet de souffle, qui disloquerait voilure, fuselage et gouvernes. En fait, l'expérience montre que le mode d'action le plus efficace est celui des éclats, sur l'avion comme sur l'homme ou sur tout autre objectif non protégé. Mais la cellule n'est guère gênée par les éclats qui

la traversent sans grand effet. Il est rare qu'ils touchent quelque organe essentiel dans cet ensemble de commandes, de tuyautages, de circuits électriques qui tapissent les parois; c'est qu'il y a beaucoup de place autour. Et, même s'ils le touchent, le plus souvent ils ne le mettent pas hors d'usage; le câble perd quelques torons, le tube s'écrase et suinte, l'isolement du circuit tombe, et l'avion vole tout de même. L'expérience en a été faite bien des fois sur les navires de guerre où des milliers de fils téléphoniques, de tuyautages de porte-voix, de câbles de télépointage sillonnent les parties non protégées du navire et où tout cet ensemble, haché par les éclats, fonctionne encore suffisamment et, en tout cas, plus longtemps que les hommes qui l'utilisent.

Des projectiles que la cellule d'un avion reçoit d'un autre avion, elle n'est guère sensible aux balles de mitrailleuses; les appareils qui rentrent criblés de balles en témoignent. Le cas des projectiles explosifs percutants de canons automatiques est différent; l'argument principal donné en faveur du canon était précisément l'extension de la zone dangereuse à tout l'avion, quand seuls le personnel

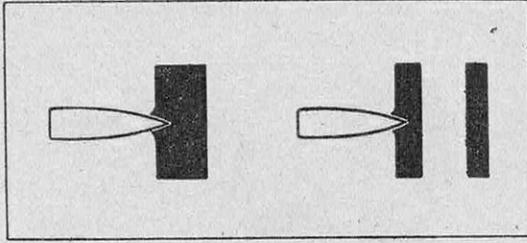


FIG. 9. — ALLÈGEMENT DE LA CUIRASSE PAR DÉDOUBLEMENT

Il n'y a pas en général intérêt à remplacer une cuirasse par deux ou plusieurs de même épaisseur totale, car l'énergie absorbée par la perforation d'une plaque varie (formule de Jacob de Marre) comme la puissance 1,4 de l'épaisseur. C'est même cette loi, non soupçonnée à l'époque, qui retarda l'adoption du blindage sur les navires : faute d'une plaque épaisse, on fit l'expérience réclamée par Dupuy de Lôme sur un feuilletage de tôles rivées ensemble et on conclut à l'inefficacité de la cuirasse, même contre les boulets sphériques. Les inventeurs de protections plus ingénieuses que la plaque unique ont essayé de bien des façons d'échapper aux conséquences de cette loi ; emploi de deux plaques cimentées l'une et l'autre dont la plus mince, placée devant, faisant sauter la coiffe du projectile, écartement des plaques dans l'espoir que le projectile culbuterait après la traversée de la première, interposition d'alliages légers ou de matériaux divers entre les plaques pour faciliter ce résultat (on se heurte dans ce cas à cette autre loi qui veut que la résistance de la plaque soit d'autant plus forte, à poids égal, que sa densité est plus élevée). La dernière annonce faite à ce sujet se rapporte à un blindage américain pour avions, formé d'un mélange de plaques de caoutchouc et d'acier.

et les moteurs avaient à craindre de la mitrailleuse. Les brèches ouvertes dans de vieilles charpentes d'avion par l'explosion d'un seul projectile de 20 mm paraissaient concluantes, et leurs photographies contribuèrent beaucoup à l'adoption du canon. Quelques années plus tard, les photographies des bombardiers italiens atteints par les canons Oerlikon des troupes du Négus étaient déjà moins impressionnantes, et le canon de 20 mm effraie beaucoup moins encore aujourd'hui.

C'est que les charpentes se sont considérablement renforcées dans l'intervalle. Entre l'aile épaisse de 1930, chargée à 60 kg au mètre carré, souvent semi-cantilever, entoilée ou à revêtement non travaillant, de résistance convenable pour le seul vol horizontal, et l'aile semi-épaisse de 1940, chargée à 175 kg au

mètre carré, cantilever, à revêtement travaillant, calculée au coefficient acrobatique, il y a une grosse différence de résistance à l'explosion. Quelques grammes d'explosif ne provoquent plus les écrasements de membranes et les amples décollements de tôles que l'on observait autrefois.

D'autre part, l'influence d'une brèche dans la cellule, et même dans la voilure, ne doit pas être exagérée. Ce ne sont pas des trous de quelques décimètres carrés qui obligeront un avion à atterrir quand il supporte très bien l'effet autrement puissant de l'ouverture d'un volet d'intrados.

Les moteurs ne sont sensibles qu'aux éclats moyens ou gros. Toute la masse des petits éclats à grande vitesse en lesquels se fragmente le corps des projectiles à forte teneur d'explosif est arrêtée par la moindre paroi métallique, comme elle l'est par un casque. Seul le gros éclat, ou l'explosion à très courte distance, sont efficaces, mais ils sont rares. On retrouve, à plus petite échelle, les résultats obtenus en marine, l'arrêt des éclats des projectiles à forte teneur d'explosif par le premier des obstacles rencontrés, la supériorité des projectiles de rupture à 2 ou 3 % seulement d'explosif dont les gros éclats d'ogive perçaient les éléments successifs des cloisonnements serrés. Il n'est pas sûr que le type de projectile communément adopté en D.C.A. soit le meilleur et que l'obus à balles, la paroi épaisse ou la fragmentation préparée n'en relèveraient pas l'efficacité. En tout cas, les obus actuels ne sont guère dangereux contre les moteurs.

A plus forte raison, le moteur n'a-t-il rien à craindre du projectile explosif de

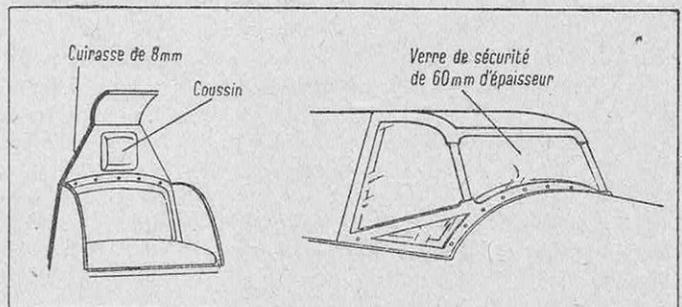


FIG. 10. — DEUX ORGANES DE PROTECTION DU MESSERSCHMITT ME 109 : LE SIÈGE, LE PARE-BRISE

Le siège blindé des derniers Messerschmitt Me 109 protège le pilote, et indirectement le moteur, par une tôle de 8 mm, se prolongeant sous forme d'un couvre-nuque et d'un couvre-tête. Le pare-brise comporte une glace avant de verre spécial de 60 mm d'épaisseur.

petit calibre. La fusée instantanée, extra-sensible, choisie pour que l'obus éclate à la traversée du premier élément rencontré, serait-ce une simple toile, provoque la pulvérisation du corps sur un cône d'hélice, une tôle de capotage... L'obus explosif qui atteint le moteur est certainement, en moyenne, beaucoup moins efficace que la balle pleine de même poids.

Le seul danger sérieux pour le moteur est la balle de mitrailleuse; encore vaut-il mieux qu'elle ne soit pas incendiaire, ce qui lui enlève une grande part de sa puissance de perforation.

Le personnel est de beaucoup le plus exposé aux éclats des projectiles fusants. Le casque, la combinaison de vol, le parachute, le protègent heureusement d'une grande partie de ceux-ci. Mais la protection naturelle la plus efficace est la construction entièrement métallique. L'équipage ne doit pas juger des blessures auxquelles il échappe d'après le seul nombre des éclats qui viennent amortir leur force vive dans les tôles qui l'entourent. Bien des éclats retenus aujourd'hui par une extrémité d'aile ou l'arrière d'un fuselage auraient traversé plusieurs épaisseurs d'une construction bois et toile pour blesser mortellement un homme. Parmi les nombreuses raisons de l'inefficacité de

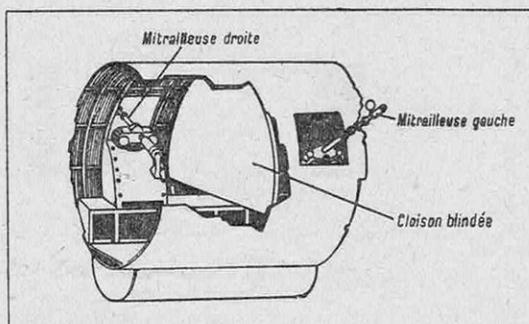


FIG. 12 — POSTE BLINDÉ DE MITRAILLEUSES D'UN HEINKEL 111 K

Les derniers modèles de Heinkel 111 K comportent deux mitrailleuses en fuselage séparées par une cloison blindée.

l'artillerie éloignée, l'évolution des méthodes de construction des charpentes d'avions n'est pas la moindre. L'aviateur de 1941 peut franchir des barrages beaucoup plus denses que l'aviateur de 1918. On ne s'étonnera pas que les spécialistes de la D.C.A. aient oublié ce facteur dans leurs supputations et conservé dans leurs règlements les mêmes caractéristiques de barrages : avaient-ils prêté l'attention voulue à l'évolution, beaucoup plus visible cependant, de la vitesse et du plafond ?

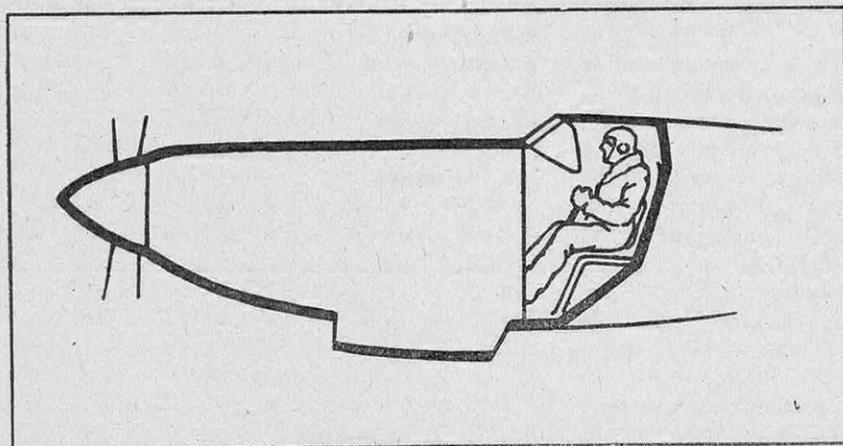


FIG. 11. — LA PROTECTION COMPLÈTE D'UN MONOPLACE

La protection complète contre les éclats des projectiles explosifs, les balles et les projectiles percutants comprendrait : 1) un blindage prolongeant le cône d'hélice, d'épaisseur décroissante à mesure qu'il se rapproche de l'axe, assurant l'homogénéité de protection contre les balles dans la direction de l'axe, et surabondant contre les éclats; 2) un siège blindé, d'épaisseur constante sur la nuque et le dos et d'épaisseur décroissante sous les jambes, protégeant le pilote et le moteur contre les balles venant de l'arrière; 3) un élément de fuselage légèrement blindé, du raccordement avec le siège jusqu'au moteur; 4) des glaces épaisses de développement réduit; 5) une protection de radiateur par décomposition en trois éléments dont l'un recevrait la protection du moteur. L'ensemble du blindage prendrait à son compte les efforts supportés par le bâti-moteur et l'avant du fuselage.

Si l'éclat, relativement lourd, de projectile fusant est le plus souvent peu dangereux, que dire de la poussière d'éclats du projectile explosif de petit calibre? Elle est arrêtée par le moindre obstacle, et l'éclat léger, à supposer qu'il atteigne l'homme, a tous les inconvénients du projectile de masse trop faible, même si sa force vive est surabondante. De plus, la fusée instantanée provoquant l'explosion à la traversée du premier obstacle rencontré est aussi défavorable à l'ef-

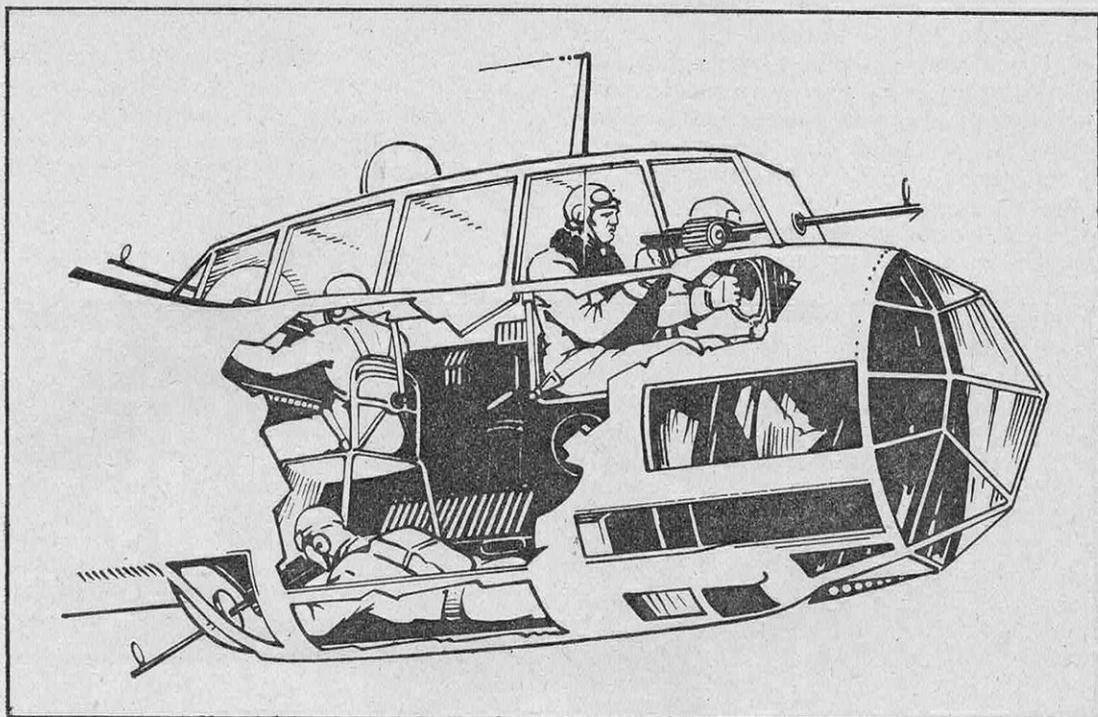


FIG. 13. — DISPOSITION INTÉRIEURE DU DORNIER DO 215

*La concentration des trois postes de défense du Do 215 autour du pilote a permis une protection légère de cet ensemble, un peu mieux que si le personnel était réparti dans le fuselage. Mais la concentration est limitée par l'exigence d'une défense arrière, et la recherche d'une visibilité étendue. Aussi la protection obtenue est encore assez faible.*

fet sur l'homme qu'à l'effet sur le moteur; elle joue le rôle d'une protection pour l'homme situé sur le prolongement de la trajectoire.

Pour l'équipage comme pour le moteur, le danger le plus sérieux est donc la balle de mitrailleuse. Sa puissance de perforation est surabondante pour tous les obstacles qu'elle rencontrerait avant de l'atteindre, sauf le moteur. Aux faibles distances du combat aérien ou du tir de défense contre avion en vol rasant, sa force vive d'environ 400 kgm dépasse de beaucoup ce qui est nécessaire pour tuer un homme; 10 à 15 kgm suffisent en moyenne pour la blessure mortelle. Mais l'aviation n'a pas la ressource du pistolet-mitrailleur à faible vitesse initiale qui a permis à l'infanterie de mettre fin à ce gaspillage dans les combats à courte distance; il lui faut, pour la justesse du tir sur objectif mobile, une vitesse initiale surabondante du point de vue effet sur l'objectif. L'aviation n'a d'ailleurs, pas plus que l'infanterie, la ressource de conserver la vitesse initiale élevée et de réduire le calibre; les deux facteurs de la force vive, masse et vitesse, ne sont pas inter-

changeables et la réduction de calibre de certains fusils d'infanterie jusqu'à 6,5 mm a donné des mécomptes; la « puissance d'arrêt » notamment, c'est-à-dire la rapidité de mise hors de combat, est insuffisante. Moins encore que le fantassin, l'aviateur ne peut admettre la blessure mortelle « à retardement »; la mise hors de combat de l'adversaire avant qu'il vous ait touché vous-même est, en vol, une question essentielle.

Cette revue rapide de la fragilité des différents organes à protéger justifie l'ordre dans lequel on commence à le faire.

La protection de la voilure est inutile, et c'est heureux, car elle échappe aux lois de la similitude; elle serait aussi difficile à réaliser sur le gros avion que sur le petit, puisque sa surface, dont dépend la vitesse d'atterrissage, doit être considérée comme proportionnelle au tonnage. La seule protection possible est celle que donne naturellement le revêtement travaillant et qui croît d'ailleurs légèrement avec le tonnage.

Le moteur est assez peu sensible aux formes d'attaque autres que la balle de mitrailleuse dès qu'il est revêtu d'une

tôle légère destinée surtout à abriter des éclats ses accessoires les plus fragiles. La protection par blindage contre la balle de mitrailleuse demande pas mal de poids; elle ne doit être recherchée pour le moment que dans les directions les plus dangereuses, l'avant et l'arrière, séparément ou simultanément, suivant les cas.

reté, la compacité, la puissance constamment accrues des moteurs, elle doit prendre une extension d'autant plus rapide qu'elle a pas mal de retard à combler dès le départ. Inversement, les exigences propres aux appareils protégés influenceront puissamment sur l'évolution technique, accentueront l'intérêt de certaines formules, notamment celle du mo-

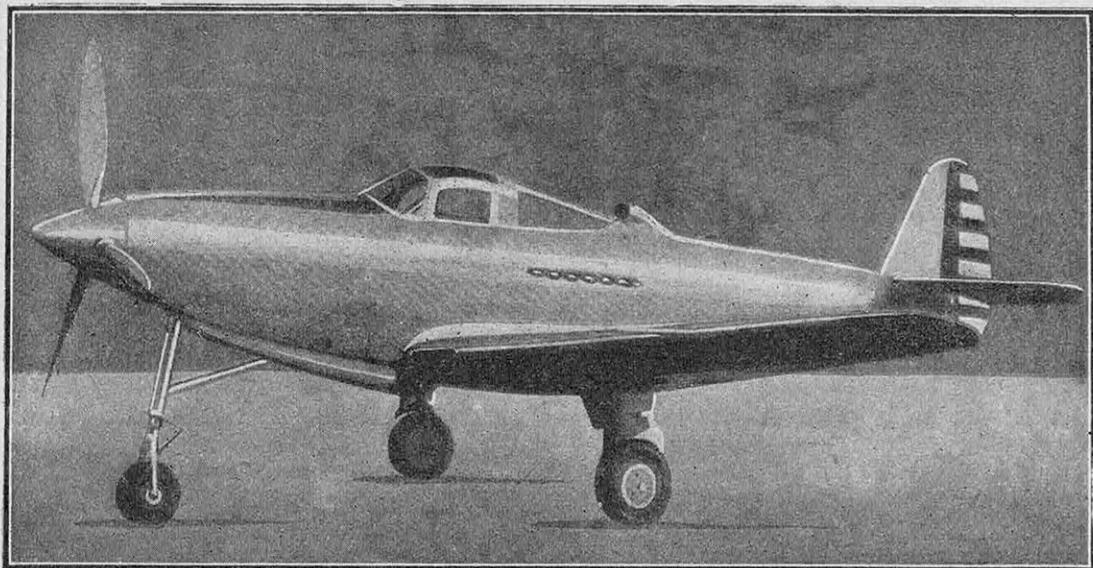


FIG. 14. — L' « AIRACOBRA », L'UN DES AVIONS DE CHASSE AMÉRICAINS DU PROGRAMME DES « 400 MILLES A L'HEURE »

« L'Airacobra » est un chasseur dont le moteur est placé derrière le pilote et commande l'hélice par une longue transmission. La présence du moteur au voisinage immédiat du centre de gravité diminue le moment d'inertie autour de l'axe vertical et de l'axe transversal et facilite ainsi la rapidité des évolutions (virages, cabré, piqué); le nom d' « Airacobra » rappelle cette faculté. Mais, à cet emplacement, le moteur ne protège pas le pilote; d'où l'addition d'un blindage sur les avions de ce type qui seraient livrés à la R.A.F. La question est d'ailleurs complexe. Dans un combat entre avions de chasse, les appareils du type de l' « Airacobra » sont avantagés, car ils ne sont pas exposés à être atteints par l'avant et le pilote jouit de la protection du moteur situé à l'arrière. C'est le contraire dans le combat contre des bombardiers. On peut donc concevoir, ou bien une cloison blindée sur l'arrière du moteur augmentant la protection arrière dans le premier cas, ou bien un nez de fuselage blindé pour le deuxième cas, ou même la combinaison de ces deux blindages. C'est le début des nombreuses spécialisations ou changements de tactique qui résulteront du développement de la protection.

Le personnel, très sensible à toutes les formes d'attaque, doit être protégé par tôle mince contre les éclats, soit par des sièges enveloppants, soit par le renforcement des revêtements métalliques. Il serait très désirable qu'il soit protégé simultanément contre les balles provenant des directions les plus dangereuses qui sont, suivant le cas, l'avant ou l'arrière:

### Vers l'avion blindé

La protection ne s'en tiendra certainement pas à ces premiers débuts. Facilitée par le développement naturel de la technique aérienne, notamment par la légè-

nomoteur et du moteur à très grand nombre de cylindres, et obligeront à des solutions nouvelles.

Le moteur de très grande puissance sera à la fois la condition et l'aboutissement de cette évolution. Ce n'est pas qu'il faille attendre de nouvelles augmentations de puissance unitaire avant de se décider à l'introduction du blindage; il s'imposait depuis dix ans, dès les premières réalisations de moteurs à encombrement réduit, tels que les Hispano 12 X et 12 Y. Mais la protection est encore plus aisée sur les dernières versions du DB-601 allemand qui, pour le même en-

combremment, donneront plus de 1 500 ch. Elle sera plus efficace encore sur les moteurs de 24 cylindres en X ou en H qui commencent prudemment vers 2 000 ch, mais qui atteindront bien les 3 000 ch, à l'exemple des moteurs de 12 cylindres dont ils dérivent. Elle sera tout à fait intéressante lorsque entreront en service les moteurs annoncés de 42 cylindres en étoile et en six plans qui donneront 4 000 ch, et qui ne sont peut-être qu'une étape sur la route du moteur à 72 cylindres en huit plans qui paraît être le plus apte à franchir, le premier, le cap des 10 000 ch.

Du seul point de vue du rendement aérodynamique, il est probable que de tels monstres attendraient longtemps avant de voir le jour et les techniciens prudents ne manqueraient pas de leur opposer le rendement des moteurs plats noyés dans l'aile. Mais, du point de vue protection, le monstre est économique. Si, à la guerre, « il n'y a que le colossal qui paie », jamais la formule ne s'est mieux appliquée qu'au moteur sous blindage. Les premiers groupes à turbines de 40 000 ch par ligne d'arbres sont une idée de technicien hardi, mais qui savait compter; c'est pour les avoir inaugurés qu'un *Hood* tenait encore très bien sa place à 25 ans d'âge. Et, lorsqu'ils ont tourné pendant 20 ans, on s'aperçoit que leur transposition sur une *Normandie* ou une *Queen Mary* est parfaitement payante. A la vitesse des progrès de l'aviation, on peut prédire qu'il ne faudra pas attendre vingt ans pour franchir l'Atlantique avec des moteurs à 42 cylindres.

Les exigences de la protection transformeront l'avion comme le moteur. Ce sont elles qui élimineront le plus rapidement cette vieille formule du multimoteur multiplace où l'équipage s'enfle à mesure des capacités de logement, où les tourelles poussent jusqu'à l'extrémité arrière du fuselage et où les baies vitrées sans cesse

développées rappellent autant un avion de combat qu'une passerelle de paquebot ressemble à un blockhaus de navire de guerre. La « forteresse volante » de demain ne dispersera pas ses cylindres le long de l'envergure; elle les groupera devant le pilote pour le protéger; elle les protégera eux-mêmes par un blindage. L'effectif de l'équipage ne sera pas fixé d'après la puissance totale des moteurs, comme il fallait le faire à l'époque où la puissance dépendait de la capacité de pelletage des équipes de chauffeurs et de soutiers: une frêle jeune fille conduit aujourd'hui très bien les cent chevaux enfermés sous le capot d'une voiture. Dans les missions particulièrement complexes, comme il est moins facile de multiplier les activités simultanées d'un cerveau que les cylindres d'un moteur, il faudra se résoudre à embarquer deux ou trois hommes à bord. Mais, du moins, les serrera-t-on étroitement l'un contre l'autre sous la protection d'un blindage commun; s'il faut des armes ou des instruments en bout d'aile et de fuselage, les télécommandes et les correcteurs de parallaxe sont là pour les actionner.

L'entrée en ligne d'un facteur nouveau apportera un peu de variété dans la technique aérienne que la pratique de l'avion « toutes missions » et du « chasseur-bombardier » risquait de rendre monotone. Une gamme de protections variées multipliera les types d'avions; des solutions nouvelles, comme celles de l'« Airacobra » à moteur central, y trouveront des justifications imprévues. Ce n'est pas la fin de l'avion « toutes missions » pour si peu; tous les avions seront « toutes missions », comme la vedette lance-torpilles, employée à la chasse au sous-marin ou à la protection contre avions, qui navigue de conserve avec le cuirassé que le malheur des temps condamne à l'escorte des convois.

Camille ROUGERON.

# LE MATÉRIEL MODERNE D'ACCOMPAGNEMENT D'INFANTERIE

par V. RENIGER

*Les armes automatiques à tir rapide de l'infanterie, excellentes pour arrêter une attaque en rase campagne ou dans le combat rapproché, demeurent cependant inopérantes contre un ennemi retranché, les nids de résistance rencontrés au cours d'une progression, contre les avions et les chars. Aussi est-elle dotée, en vue de compléter ou de remplacer dans une certaine mesure l'action de l'artillerie, d'un « matériel d'accompagnement » assez divers composé de mortiers à tir courbe, de canons dont les projectiles sont susceptibles de traverser les plus forts cuirassements des chars d'assaut, de canons automatiques à obus instantanés dont un seul est capable de mettre en danger un avion, même si aucune de ses œuvres vives n'est atteinte. Ainsi l'infanterie, si elle est pourvue en quantité suffisante de ce matériel moderne, dispose aujourd'hui de moyens variés et puissants qui peuvent lui assurer une certaine autonomie dans l'attaque et la défense.*

**A** CÔTÉ d'armes individuelles (fusils, pistolets, grenades, etc...), et d'armes automatiques (1) de petits calibres (pistolets mitrailleurs, fusils-mitrailleurs, mitrailleuses), l'infanterie dispose actuellement d'armes plus puissantes que l'on désigne généralement sous le nom de « matériel d'accompagnement d'infanterie », véritable matériel d'artillerie légère permettant aux fantassins d'accomplir eux-mêmes certaines missions.

Le matériel d'accompagnement comporte essentiellement les mortiers de tranchée, les canons antichars et les canons automatiques tirant des projectiles explosifs contre avions et des projectiles perforants contre chars légers.

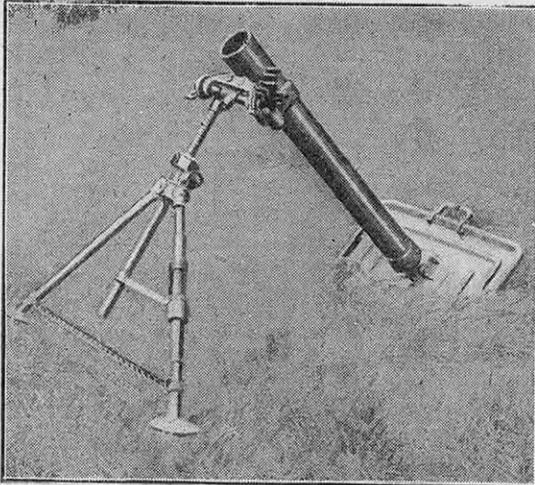
## Les mortiers de tranchée

Ce sont des matériels légers à tir courbe dont le calibre varie entre 47 et 81 mm et le poids entre 10 et 80 kg environ. Pour faciliter leur transport à dos d'hommes, les mortiers, dont le poids dépasse une vingtaine de kilogrammes, sont conçus de façon à pouvoir se décomposer rapidement en fardeaux de 20 à 30 kg. Il en existe deux modes de réalisation : mortiers à tube lisse tirant des projectiles empennés, et mortiers à tube rayé tirant des projectiles à tenons. Dans les deux cas, le projectile est introduit par la bouche. La première formule est ac-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 285, mai 1941.

tuellement la plus répandue; elle permet de réaliser le poids minimum; elle autorise un tir précis jusqu'aux angles de tir voisins de 90°; de plus, l'usure du tube est pratiquement nulle. Les mortiers rayés, dont l'exemple typique est le « Minenwerfer » léger allemand de la dernière guerre, sont plus lourds à cause du poids supplémentaire du frein hydraulique de recul et du récupérateur; ils ne permettent, en outre, un tir précis que jusqu'à un angle de tir de 75° environ; au delà, le projectile stabilisé par giration cesse d'être tangent à la trajectoire à partir du sommet de celle-ci et tombe sur le culot.

Les mortiers de petits calibres de l'ordre de 47 mm tirent des projectiles explosifs dont l'effet équivaut à celui des grenades à main. La portée maximum est inférieure à 1 000 mètres. Les mortiers de 81 mm tirent des projectiles dont l'efficacité est comparable à celle du projectile classique d'artillerie de campagne de 75 mm. La portée maximum est de l'ordre de 3 000 mètres et atteint parfois 5 000 mètres. La mission principale de ces engins est de combattre les nids de résistance, tels que les mitrailleuses échappées à la préparation d'artillerie apparaissant brusquement lors d'une progression d'infanterie. A ce moment, l'artillerie amie se trouve trop loin pour qu'on puisse lui indiquer l'emplacement



T W 6534

FIG. 1. — LE MORTIER BRANDT DE 81 MM EN BATTERIE AVEC TERRASSEMENT

Le point d'appui est constitué par la plaque de fonte située à l'extrémité du tube. Etant montée sur une rotule, elle peut également servir, en la posant à plat sur le sol, pour la mise en batterie sans terrassement.

de ces obstacles et, même si elle en était informée, son tir serait trop dangereux pour l'infanterie amie avancée.

Comme mortier type à tube lisse, on peut signaler le mortier Brandt de 81 mm en service dans l'armée française et dans plusieurs armées étrangères.

Notons en passant que les Allemands ont, il y a quelques années, remplacé leur ancien « Minenwerfer » léger par un mortier à tube lisse genre Brandt, mais plus lourd.

Le mortier de 81 mm (fig. 1) comporte essentiellement un tube-canon dont l'extrémité inférieure en forme de sphère est engagée dans l'alvéole d'une plaque de base en tôle soudée et dont l'extrémité su-

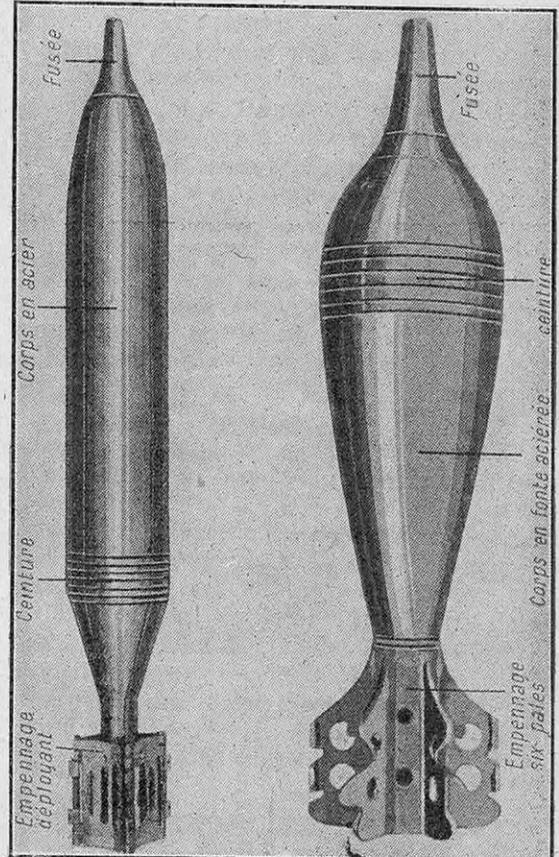


T W 6539

FIG. 2. — TRANSPORT DU MORTIER BRANDT DE 81 MM A DOS D'HOMMES

périeure est supportée par un affût-bipied permettant de donner au tube l'orientation convenable. La réaction au départ du coup est transmise au sol par la plaque de base.

Le matériel pèse en tout 57 kg et peut être facilement transporté par trois hommes (fig. 2). Le projectile normal (fig. 4)



T W 6540

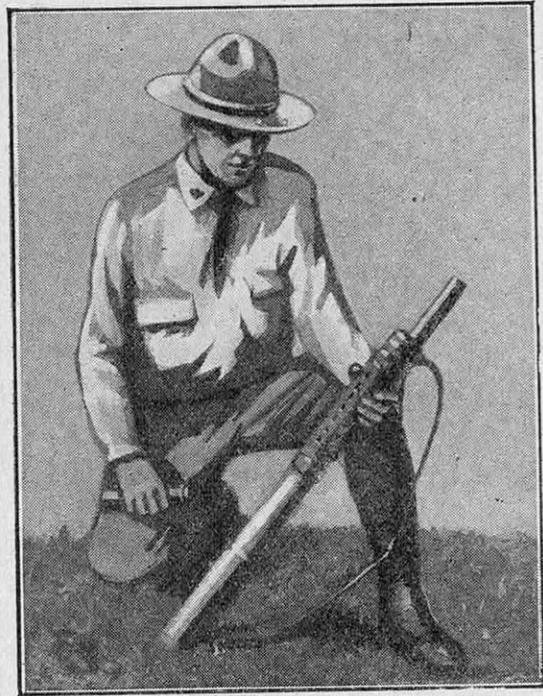
FIG. 3 ET 4. — PROJECTILE NORMAL (A DROITE) ET A GRANDE CAPACITÉ (A GAUCHE) DU MORTIER BRANDT DE 81 MM

Les deux projectiles ne sont pas représentés à la même échelle.

en fonte aciérée pèse en ordre de tir 3,3 kg, dont 0,450 kg d'explosif, et son efficacité est comparable à celle d'un projectile classique de 75 mm. La stabilité sur la trajectoire est assurée par un empennage constitué par une queue perforée vissée à l'arrière du corps du projectile et munie d'ailettes en tôle, soudées électriquement par points. Le projectile est introduit dans le tube par la bouche. La charge propulsive est contenue, d'une part, dans une cartouche de chasse introduite dans la queue et, d'au-

tre part, par des charges d'appoint dites « relais », placées entre les ailettes (six au maximum). A la fin de la descente du projectile dans le tube, l'amorce de la cartouche vient frapper un percuteur fixe faisant une petite saillie sur le fond de la culasse, les gaz de poudre crèvent le carton de la cartouche en face des trous de la queue perforée et pénètrent dans la chambre à poudre en allumant les relais. Grâce à cet artifice, on arrive à réaliser une bonne combustion de la poudre, malgré la faible densité de chargement; la cartouche est emportée par le projectile, de sorte qu'après le départ du coup le tube est prêt à recevoir un autre projectile. La cadence de tir est très élevée pour un matériel de ce calibre et atteint 20 coups à la minute. On fait varier la portée en agissant, d'une part, sur l'angle de hausse — 45° pour la portée maximum (3 000 m), 90° pour la portée nulle — et sur le nombre de relais.

Pour la destruction des nids de mitrailleuses abrités, on se sert du projectile à grande capacité (fig. 3) contenant 2 kg d'explosif et dont l'efficacité est comparable à celle d'un projectile d'artillerie classique de 105 mm. La portée maximum de ces projectiles pesant près de 7 kg n'est que de 1 100 mètres. La stabilité en est assurée par un empennage déployant dont les ailettes sont verrouillées au repos et se déverrouillent automatiquement au départ du coup; après

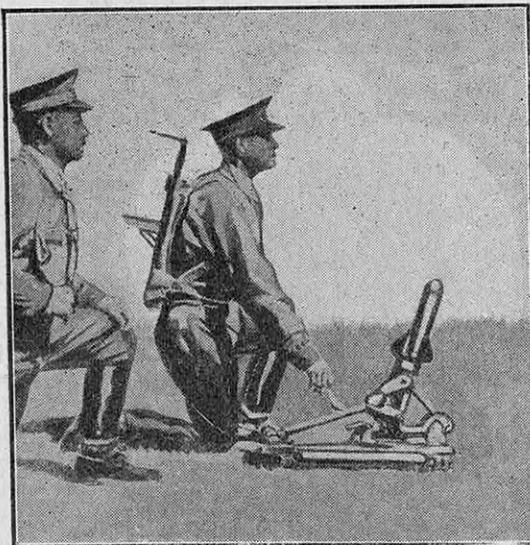


T W 6542

FIG. 6. — MORTIER A MAIN DE 52 MM DE L'AMERICAN ARMAMENT CORPORATION

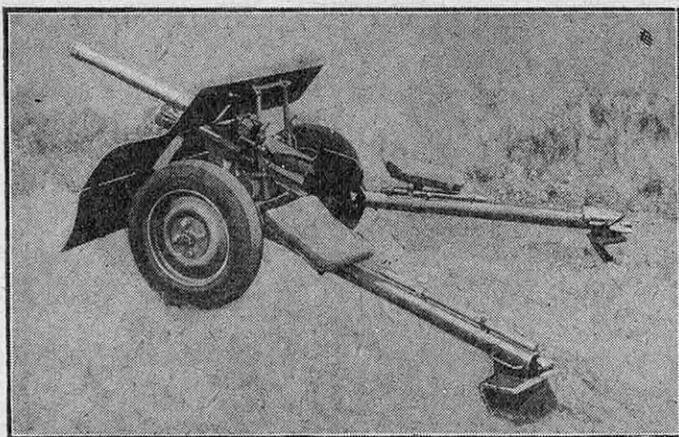
la sortie du tube, elles se déploient au delà du maître couple du projectile sous l'effet de ressorts spéciaux. Les projectiles sont amorcés au moyen de fusées percutantes : le projectile normal est employé généralement contre le personnel à l'aide d'une fusée instantanée provoquant l'explosion dès le premier contact avec le sol et avant toute pénétration; le projectile à grande capacité est utilisé surtout contre les abris à l'aide d'une fusée à retard provoquant l'explosion après l'arrêt du projectile dans le sol. Il existe, en outre, toute une gamme de projectiles spéciaux : projectiles fumi-gènes, éclairants, de signalisation, etc...

Le « Minenwerfer » léger allemand en service pendant la dernière guerre est beaucoup plus lourd. D'un calibre de 76 mm, donc à peu près équivalent au point de vue de l'efficacité au mortier que nous venons de décrire, il pèse en batterie 275 kg; il est décomposable en sept fardeaux. C'est un canon léger à tube rayé de conception classique avec un affût sur roues, un frein de recul hydraulique et un récupérateur pneumatique, mais, pour simplifier, sans culasse mobile, l'introduction du projectile se faisant par la bouche. Il tire un projectile explosif à tenons de 4,7 kg à 1 300 m au maximum. L'angle de tir varie de 0 à 75°; c'est



T W 6541

FIG. 5. — LE MORTIER DE TRANCHÉE SAMAIA DONT L'EMPENNAGE COIFFE LE CANON



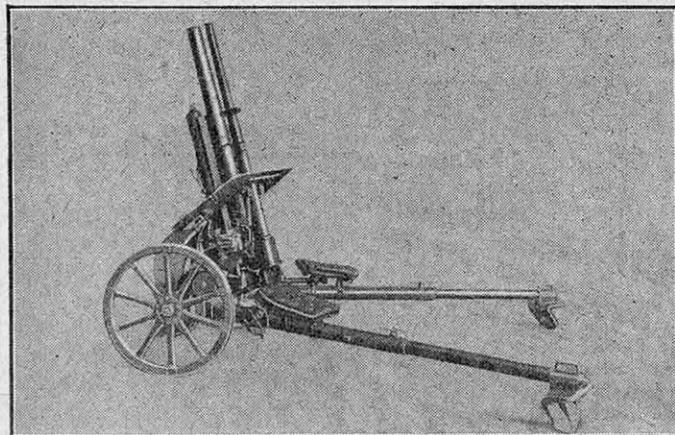
T W 6535

FIG. 7. — CANON ANTICHAR BOFORS DE 37 MM EN POSITION DE TIR

done un matériel pouvant effectuer également le tir tendu.

La figure 5 montre le petit mortier Samaia dans lequel l'empennage du projectile vient coiffer le canon. Cette formule permet de lancer un projectile de calibre supérieur à celui du canon, mais à des distances relativement modestes à cause du faible parcours de propulsion. Pour un projectile de 70 mm environ, le poids du matériel n'est que de 40 kg, décomposable en deux fardeaux.

La figure 6 représente un petit mortier américain de 52 mm (American Armement Corporation), ne comportant qu'une plaque de base et un tube; le pointage se fait à la main. D'un poids en ordre de tir de 8 kg, il tire un projectile explosif empenné de 1,5 kg à 550 m-



T W 6536

FIG. 8. — CANON D'ACCOMPAGNEMENT COMBINÉ BOFORS EN POSITION DE TIR

Cette arme comprend à la fois un tube lisse de 81 mm et un tube rayé de 37 mm. Elle peut donc servir soit comme mortier, soit comme antichar.

tres. Ce matériel peut être avantageusement employé par la police, par exemple, pour disperser les foules à l'aide de projectiles lacrymogènes.

### Les canons antichars

Leur mission essentielle consiste à combattre les chars d'assaut. On peut également s'en servir contre le personnel en tirant des projectiles explosifs. Suivant le poids du char à combattre, le calibre de ces canons varie de 13,2 mm à 47 mm. Dans les petits calibres, jusqu'à 25 mm, ce sont généralement des canons automatiques conçus parfois de façon à pouvoir être employés pour tir contre avions.

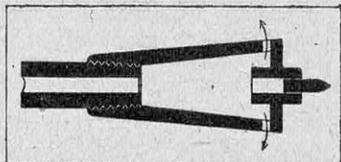


FIG. 9. — COUPE SCHEMATIQUE D'UN FREIN DE BOUCHE

*L'échappement d'une partie des gaz de poudre par les orifices latéraux produit une réaction vers l'avant qui diminue le recul.*

Nous en parlerons plus loin. Au-dessus de 25 mm, ce sont généralement des canons semi-automatiques dans lesquels l'introduction à la main de la cartouche entraîne automatiquement la fermeture de la culasse, la percussion et l'éjection de la douille. Les divers mouvements sont commandés par un ressort bandé au recul.

Le canon antichar doit pouvoir perforer la cuirasse du char qu'il est chargé de combattre, notamment la cuirasse frontale qui est la plus épaisse, à une distance de 1 000 m et sous une incidence de 20° ou, mieux, 30° (l'incidence est l'angle formé par la trajectoire du projectile au point d'impact avec la normale à la plaque de blindage).

Dans le cas des chars légers de 3 t environ, dont l'épaisseur maximum de blindage ne dépasse généralement pas 10 mm, le canon de 20 mm suffit largement.

Dans le cas des chars moyens de 20 t environ, dont le blindage avant atteint

30 mm, il faut un canon d'au moins 25 mm, tirant un projectile plein de 320 g avec une vitesse initiale de 800 m/s. Si l'on préfère employer les projectiles de rupture explosifs, on prendra un canon de 37 mm tirant un projectile de 800 g avec une vitesse initiale d'au moins 700 m/s.

Enfin, pour combattre les chars lourds pesant 50 t et davantage, dont le blindage avant est de l'ordre de 50 mm, il faut un canon d'au moins 47 mm, tirant un projectile plein de 1,5 kg avec une vitesse initiale minimum de 850 m/s.

Pour tirer avec des projectiles de rupture explosifs, on prendra de préférence un calibre supérieur.

La figure 7 montre le canon antichar

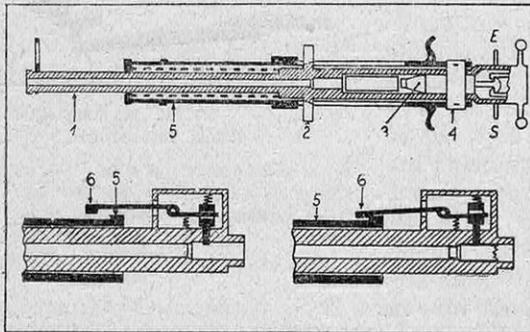


FIG. 10. — SCHÉMA DE LA CULASSE DU CANON AUTOMATIQUE OERLIKON DE 20 MM

Le canon 1 avec ses tourillons 2 est fixe. La culasse 3 est portée par la clavette 4 solidaire du manchon 5 entourant le canon, poussée vers l'avant par le ressort de fermeture. Lorsqu'on appuie sur la détente, la culasse est libérée comme d'habitude et l'ensemble culasse-manchon se porte en avant. Pendant ce mouvement, une nouvelle cartouche est extraite du chargeur et introduite dans le canon. Un peu avant la fin de course se produit la percussion, de sorte que l'énergie de mouvement de l'ensemble culasse-manchon agissant à l'encontre de la pression des gaz de poudre retarde l'ouverture de la culasse. Ainsi la pression qui règne à l'intérieur du tube tombe à une valeur raisonnable au moment où commence l'extraction de la douille dont les parois côté culot doivent être assez résistantes pour la supporter. Un dispositif spécial permet d'éviter les incidents dus à la rupture éventuelle des douilles. En tir normal, l'extrémité 6 du levier passe sans encombre au-dessus de la saillie 5. Lorsqu'une partie de douille reste dans la chambre à poudre, le levier reste baissé et l'extrémité 6 s'accroche à la saillie 5, en empêchant ainsi la fermeture de la culasse. La détente E sert au tir coup sur coup, celle marquée S au tir automatique.

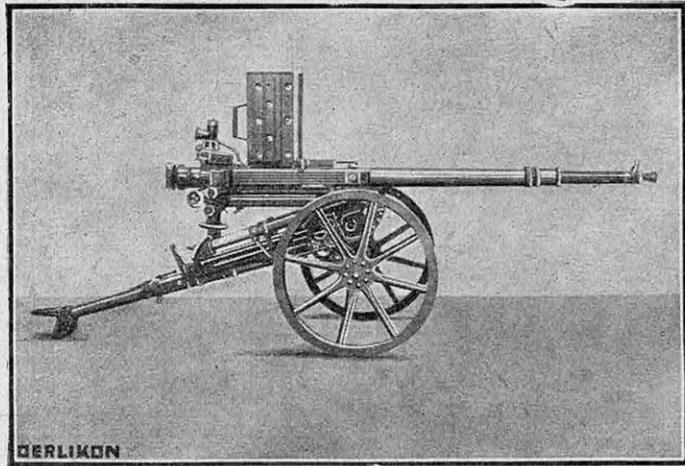


FIG. 11. — CANON AUTOMATIQUE OERLIKON DE 20 MM EN POSITION DE TIR SUR ROUES

suédois Bofors de 37 mm, monté sur roues en tôle emboutie munies de bandages increvables; il comporte un frein de bouche (fig. 9), un frein de recul hydraulique avec récupérateur à ressort et une culasse semi-automatique à coin. Le matériel pèse en batterie 385 kg et tire un projectile de rupture de 700 g avec une vitesse initiale de 800 m/s, ce qui est largement suffisant pour combattre les chars moyens jusqu'à une distance de 1 000 m.

Le frein de bouche présente l'avantage de réduire la réaction encaissée par le frein de recul hydraulique, ce qui décharge l'affût et rend le matériel plus stable au tir. La diminution de la réaction peut atteindre 50 %.

La figure 8 montre une formule originale de matériel combiné, à la fois mortier à tube lisse et canon antichar à tube rayé 81/37, développée par Bofors. Ce matériel comporte un frein de recul hydraulique et un récupérateur à ressort. La culasse à coin est commune aux deux tubes.

Le tube de 81 mm tire un projectile empenché de 4,1 kg avec une vitesse maximum de 320 m/s à 6 000 mètres. La portée minimum correspondant à la vitesse initiale minimum de 68 m/s, pour un angle de hausse de 80°; elle est de 160 mètres.

Le tube de 37 mm tire un projectile de rupture de 700 g avec une vitesse initiale de 800 m/s à 7 100 m.

Le poids du matériel en batterie est de 450 kg.

Certains techniciens militaires estiment que cette combinaison n'est pas particulièrement indiquée, car le matériel devient compliqué et lourd. De plus, au

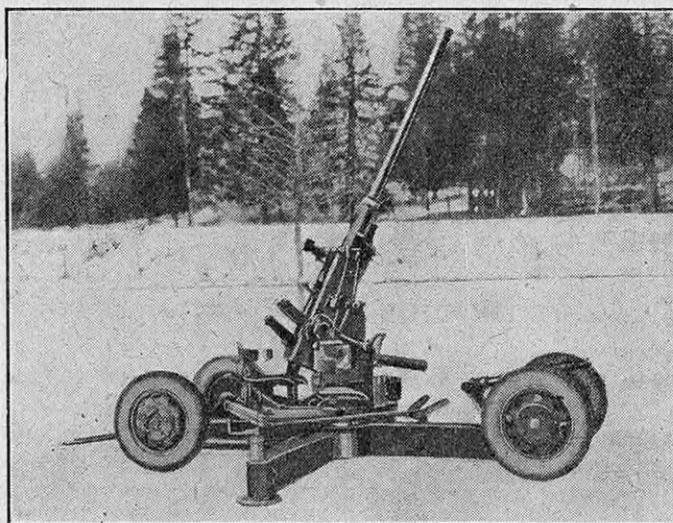


FIG. 12. — CANON AUTOMATIQUE DE D. C. A. BOFORS DE 40 MM  
EN POSITION DE TIR

T W 6538

point de vue tactique, l'emploi du tube lisse se fait dans des conditions de combat entièrement différentes de celles dans lesquelles on a recours au tube rayé antichar.

### Canons automatiques

Ce sont les matériels destinés surtout à la défense contre avions et pouvant servir accessoirement contre les chars de combat. La figure 11 représente le canon automatique Oerlikon de 20 mm en position de tir sur roues.

Le poids en ordre de tir est de 195 kg, dont 65 kg pour le tube et 30 kg pour le dispositif accessoire de tir contre avions.

La cadence de tir est de 200 coups/minute; elle est de 120 coups/minute en comptant le temps de rechargement du magasin. Le canon tire un projectile explosif de 128 g, dont 10 g environ d'explosif, un projectile perforant plein à ceinture de 148 g et un projectile perforant explosif de 141 g contenant 3 g environ d'explosif.

La vitesse initiale est de l'ordre de 850 m/s. Le projectile explosif est muni d'une fusée extra-sensible percutant même sur une toile d'avion.

Le projectile de rupture explosif est amorcé à l'aide d'une fusée de culot. Le plafond pratique de tir contre avion est de 2 000 mètres environ.

Le projectile perforant plein perce à 500 mètres le meilleur blindage de 20 mm d'épaisseur sous 20° d'incidence et à 1 000 mètres une épaisseur de 13 mm. C'est suffisant pour mettre hors de combat les chars légers jusqu'à plus de 1 000 mètres et les chars moyens faiblement protégés jusqu'à 500 mètres.

L'alimentation en cartouches se fait par chargeurs de 15 coups, le poids de la cartouche complète étant de 250 g.

La construction du canon est très simple du fait de l'absence de verrouillage de la culasse. C'est une conception plutôt osée pour un calibre de cette importance, d'au-

tant plus que la pression maximum au départ du coup atteint 3 200 kg/cm<sup>2</sup>; toutefois, dans la pratique, le matériel s'est toujours très bien comporté, à condition de surveiller de près la qualité des douilles.

La figure 10 montre schématiquement la culasse du canon Oerlikon de 20 mm. La construction en est due à l'ingénieur allemand Becker.

Le canon automatique Bofors de 40 mm est représenté (fig. 12) en position de tir contre avion.

Le matériel pèse en batterie 1 950 kg et tire un projectile explosif de 1 kg à 850 m/s. Le plafond pratique est de 4 000 mètres environ et la cadence de tir 120 coups/minute. La portée maximum atteint 11 000 mètres. La cartouche complète pèse 2 kg.

Le canon comporte un frein de recul hydraulique, un récupérateur à ressort, une culasse automatique à coin et un magasin de 8 coups avec chargeurs à 4 cartouches.

Le matériel d'accompagnement d'infanterie complète son armement propre armes individuelles et armes automatiques à tir rapide. Il lui permet de mener à bien le combat offensif et défensif lorsque l'artillerie ne peut lui apporter toute son aide.

V. RENIGER.

# LA FRANCE SERA DOTÉE D'UN RÉSEAU D'AUTOROUTES A GRAND RENDEMENT

par Édouard BORNECQUE

## Le problème des autoroutes

**L**A route a pris son développement actuel à la suite d'une longue évolution : il y a cent ans, lors de l'avènement de la voie ferrée, on pouvait se demander si cette nouvelle venue n'allait pas tuer la circulation routière. Mais l'aube du xx<sup>e</sup> siècle vit surgir les premières automobiles et revivre les routes. La grande guerre, par l'utilisation massive de tous les moyens de locomotion, leur rendit toute leur valeur et les dressa à nouveau en face de la voie ferrée. Le chemin de fer, cependant, avait une grande supériorité sur la voie routière : s'il était un instrument lourd et compliqué, il était affecté à un seul moyen de locomotion. Il fallait donc affecter la route, ou au moins certaines d'entre elles, au seul trafic automobile dont l'écoulement était encore paralysé par les piétons, les cyclistes et le trafic hippomobile. Leur vaine résistance devait faire naître une législation spéciale en faveur de la circulation automobile dans certains pays. La spécialisation de la route, déjà entrevue en 1901 par les Etats-Unis avec leur route pour automobiles de Long Island, fut effectuée en Italie, dès 1922, par les « autostradas », inventées par l'ingénieur Piero Puricelli.

L'« autostrada », large chaussée en ciment, évoquant les voies romaines dalées, devait redonner au transport des voyageurs et des marchandises toutes les possibilités, en permettant un choix entre la voie routière spécialisée et la voie ferrée d'après leurs avantages respectifs. Le transport, s'il n'est pas troublé par la nuit ou le mauvais temps sur le rail, l'est au contraire par les mêmes facteurs sur la route, même spécialisée. Par contre, la lourde masse des trains peut, dans un conflit, être particulièrement vulnérable, alors que la souplesse des convois automobiles leur assure une meilleure protec-

tion. Enfin, si la route, malgré sa spécialisation actuelle, ne dispose pas encore d'un appareillage commercial (grues, hangars, etc...) qu'elle est en train de se donner dans de rares pays, comme la voie ferrée, elle va néanmoins plus loin qu'elle et n'a pas besoin de longues manœuvres compliquées pour un déplacement puissant, souple et rapide en même temps.

La nouvelle jeunesse, la supériorité relative acquises actuellement par la voie routière devraient donc lui permettre de doubler et d'épauler la voie ferrée, au lieu d'être traitée par elle en ennemie.

Quoi qu'il en soit, la route est maintenant un puissant facteur commercial, puisqu'en 1938, elle représentait pour notre pays un trafic correspondant à un chiffre d'affaires total de 4 milliards 200 millions de francs. Par contre, le véhicule automobile, tant par sa petitesse que par sa légèreté de construction, résiste beaucoup moins aux chocs que le wagon sur la voie ferrée, et, même pour les camions, les accidents sont plus fréquents qu'en chemin de fer ; c'est ainsi que, de 1928 à 1937, notre pays a connu 46 400 accidents mortels qui ont causé la mort de 48 810 personnes. Pendant le seul premier trimestre de 1938 se sont produits 10 390 accidents qui ont provoqué au total 1 661 morts. Une grosse partie des accidents mortels provient de la faute des conducteurs, un peu moins de la faute des passants et très peu de l'état de la route et des conditions atmosphériques. En Allemagne, d'après les statistiques officielles, il a été constaté, au cours de l'année 1937, 266 394 accidents qui ont fait 7 365 morts et 174 209 blessés.

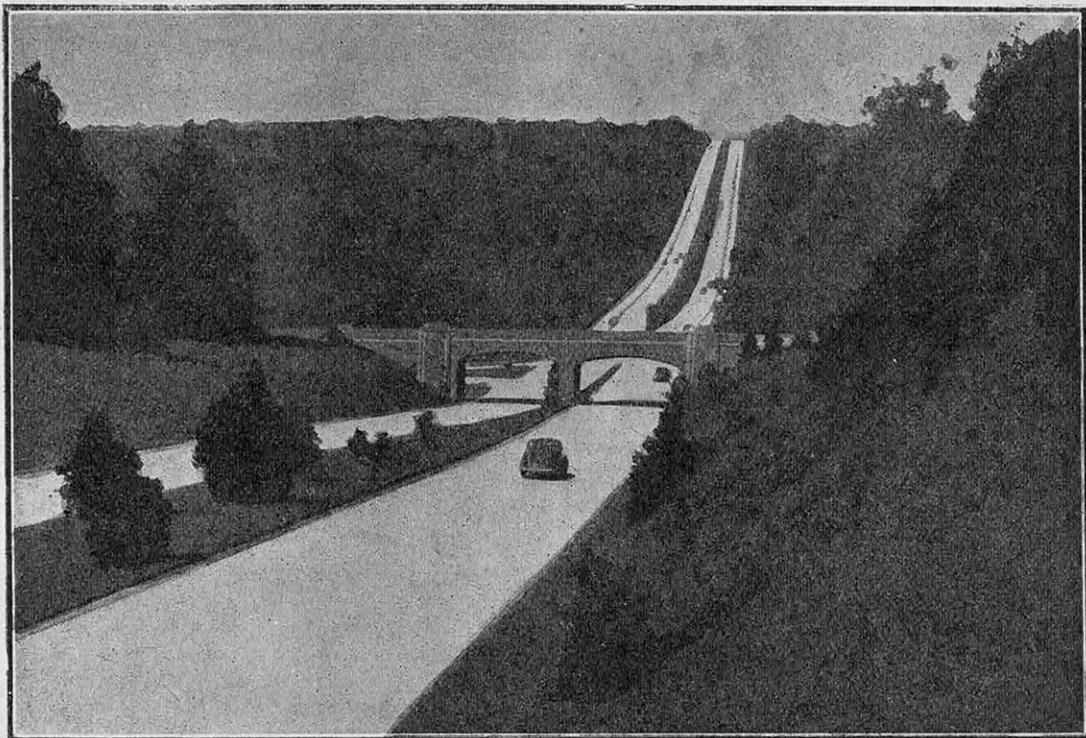
En Amérique, le nombre des véhicules qui atteint 28 millions, avec 45 millions de conducteurs, doit faire prévoir un plus grand nombre d'accidents : le nombre des morts a atteint 38 000 en 1936, ce qui égale presque le chiffre d'une division, alors qu'en France, il égale à peu

près l'effectif de deux régiments pour une année.

**La première voie spéciale pour automobiles : la route américaine de Long Island**

C'est précisément aux Etats-Unis, où la locomotion automobile, dès le début du siècle, s'est développée plus vite que

réalisé des super-routes, routes « express » ou highways couvrant de vastes rubans de 60 à 90 m de large et dont les premières et les plus célèbres ont été réalisées entre New York et New Haven dans le Connecticut, New York et Jersey City, et dans le Michigan, autour de Détroit. Celles-ci sont des voies de 60 mètres de large, avec une bande médiane de 24 mètres



T W 9755

FIG. 1. — L'AMÉRIQUE EST LE PAYS DE L'AUTOMOBILE : UN « HIGHWAY » AMÉRICAIN

*Aux Etats-Unis, les transports routiers concurrencent, très efficacement, même sur de très longues distances, les transports par rail. Les grands parcours ont été aménagés en « highways », larges chaussées à deux voies réservées aux véhicules automobiles, et qui sont des routes internationales, puisqu'elles s'étendent jusqu'à l'Alaska à travers le Canada.*

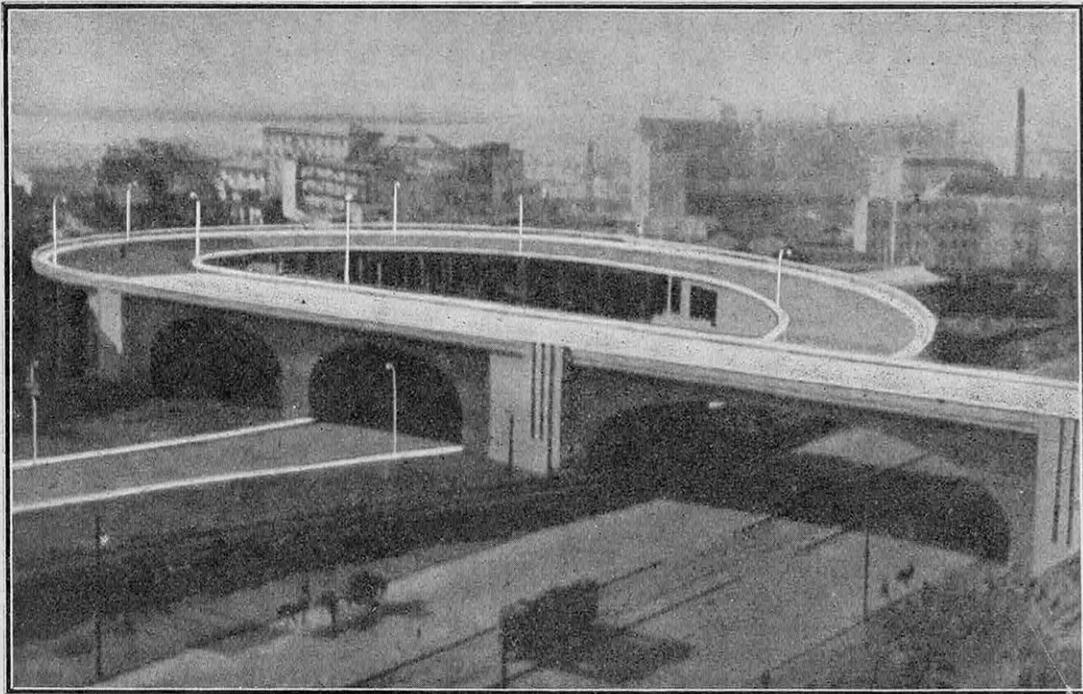
sur notre continent, qu'a été construite la première voie pour automobiles, au Parc de Long Island. Cette chaussée, construite en 1904 pour servir de piste à l'occasion de la première course de la Coupe Vanderbilt, a une longueur de 20 km et a été entretenue depuis lors par une association privée en tant que route exclusivement réservée aux automobilistes. Son usage était destiné à ceux qui acquittaient les taxes de la Société. Cette route, qui est encore en service, supporte facilement un trafic s'écoulant à une vitesse de 65 km à l'heure sur une distance le long de laquelle on ne rencontre pratiquement aucun croisement.

Depuis ce moment, les Etats-Unis ont

pour le transport rapide par rail et une bande de 6 mètres pour les transports routiers à grande vitesse. A l'extérieur de ces voies pour express sera ménagée une zone de sécurité de 15 mètres et une chaussée de 6 mètres pour le trafic local et le garage. Ces voies pourront maintenant bénéficier de certains droits d'extraterritorialité, comme la route Etats-Unis-Alaska par le Canada et Etats-Unis-Panama par le Mexique (routes panaméricaines).

**Les « autostradas » italiennes, premières voies spéciales à péage d'Europe.**

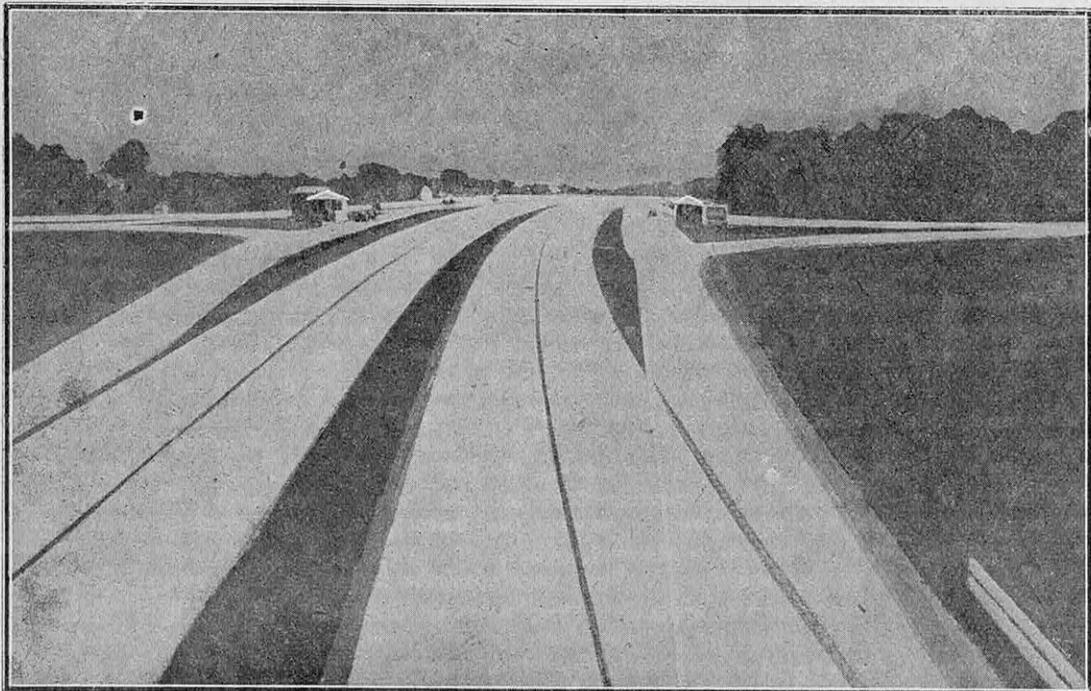
Les voies spéciales pour automobiles ne devaient apparaître en Europe qu'en



T W 9751

FIG. 2. — UN OUVRAGE D'ART DE L' « AUTOCAMIONALE » GÈNES-VALLÉE DU PO

Cette rampe hélicoïdale de 50 m de rayon compense la différence de niveau entre la gare routière (à droite) et les quais du port (quais est au fond, quais ouest vers la gauche).



I W 9704

FIG. 3. — CROISEMENT D'UNE ROUTE ET D'UNE « AUTOBAHN » ALLEMAND

L'Allemagne dispose aujourd'hui de 10 000 km de ces chaussées de ciments où les véhicules peuvent sans danger se déplacer à la vitesse de 150 km/h. Les « Autobahnen » seront, une fois la paix revenue, un puissant instrument d'échanges. Dans la guerre, il n'est pas besoin de souligner leur importance stratégique.

1922, quatre ans après la Grande Guerre. A ce moment, un jeune ingénieur, Piero Puricelli, frappé de l'état des routes imparfaitement adaptées à la circulation automobile, proposa la construction d'une voie spéciale pour automobiles pour réunir la ville de Milan aux lacs Majeur, de Côme et de Varèse. Cet aménagement fut confié à la Société Anonyme Autostrada, société privée. Pour résoudre le problème financier posé par la construction de la voie, on décida de faire payer un droit de péage, dont le principe devait être repris pour l'autoroute française du Puy de Dôme. Cette voie, qu'on pouvait comparer à une voie de chemin de fer sans rails et sans gare, avait, comme elle, un règlement de circulation spécial. Il interdisait, notamment, l'accès de l'autostrada « à toute personne, chose ou animal ». Pour faire respecter les dispositions adoptées pour la circulation de la voie nouvelle, on nomma un corps de fonctionnaires absolument nouveau, habitant dans des « cantonnières », semblables aux maisons de garde-barrières et qui étaient chargés de vendre les billets, d'assurer la police de l'autostrada, puis de mettre en action un système de signaux de jour et de nuit, destinés à assurer la sécurité du trafic automobile.

Cette première autoroute européenne, d'une longueur de 85 km et d'une largeur de 11 à 14 m, connu, dès son début, une circulation journalière de près de deux mille véhicules; mais les deux sens de circulation n'étaient pas séparés, comme sur les Autobahnen allemands qui devaient apparaître ultérieurement, par une bande de verdure médiane.

Des voies analogues furent réalisées successivement : les Autostradas des côtes, les voies Naples-Palermo, Rome-Ostie, Milan-Bergame, Turin-Milan, Bergame-Brescia, toujours confiées à des sociétés privées.

### Les « Autobahnen » allemandes

Les conceptions reprises et améliorées par les services allemands du docteur Todt, devaient aboutir à la création d'un puissant instrument d'échanges économiques. L'Allemagne a décidé d'aménager un réseau d'« Autobahnen », parce que les devis comparés établis dans ce pays ont montré que, pour les grandes voies, la construction d'autoroutes revenait meilleur marché que la transformation complète des grandes routes avec sup-

pression des passages à niveau. En affirmant cette conception au 8<sup>me</sup> Congrès international de la Route, à la Haye, en 1938, le délégué allemand, M. Richard Auberlein spécifiait à juste titre qu'en débarrassant les routes pour automobiles de la circulation des piétons, des cyclistes et des voitures attelées, en évitant les passages à niveau, on réduit forcément les causes les plus importantes d'accidents et, par là même, on supprime des pertes du patrimoine national qui se chiffrent par des millions tous les ans.

Aussi bien, si les routes pour automobiles sont prévues en premier lieu pour le trafic rapide, on peut admettre en Allemagne sur ces voies le trafic plus lent (tracteurs et trains routiers).

L'« Autobahn » se présente sous la forme d'une chaussée avec deux voies à sens unique, l'une pour la circulation montante, l'autre pour la circulation descendante, séparées par une bande de verdure ou une plantation. De chaque côté de cette bande de verdure, large de 5 mètres environ, s'étendent deux pistes, pistes de marche et dépassement, qui ont toutes deux la même largeur, soit 3,75 m (total 7,50 m). On a pu aussi envisager la liaison des « Autobahnen » avec des cycloroutes.

La nécessité d'aménagement rapide de ces voies nouvelles a donné naissance à une législation spéciale, réduisant considérablement non seulement les pouvoirs des piétons, mais encore ceux des riverains et ceux des autorités locales. C'est ainsi que la loi du 18 décembre 1938 donne à la Reichsautobahnen-Gesellschaft (Société allemande des autoroutes), à qui a été confiée, comme en Italie, l'exploitation des « Autobahnen », un droit général d'expropriation et d'occupation : entre la notification par écrit adressée aux propriétaires ou ayant droit, des parcelles qui doivent être occupées, et la prise de possession, il suffit d'un délai de dix jours pour la propriété non bâtie et de trois mois pour la propriété bâtie.

En face des conceptions italiennes sur les autostradas, allemandes sur les « Autobahnen » et américaines sur les « highways », la conception française, très originale, est parfaitement adaptée à la situation de notre pays. La situation du trafic automobile y est très particulière : en effet, le nombre des véhicules par kilomètre de route est beaucoup moins élevé que dans les pays considérés et

surtout le nombre des agglomérations dépassant 500 000 habitants, pôles de circulation, y est infime. En dehors de l'agglomération parisienne, on ne rencontre que les agglomérations marseillaise et lyonnaise atteignant et au delà le chiffre envisagé, alors qu'en Allemagne, par exemple, ce nombre est beaucoup plus élevé.

On peut s'expliquer dès lors les hésitations de l'Administration Centrale en 1930 — alors que notre réseau de routes de 40 000 kilomètres, en voie d'élargissement, suffisait largement aux besoins de la grande circulation — devant des projets de routes spéciales pour automobiles d'intérêt touristique.

Ce fut donc dans le cadre restreint du département que fut aménagée, en 1929, la première route spéciale à péage pour automobiles existant dans notre pays et qui resta la seule de son genre. Les recettes obtenues dans l'exploitation du chemin de fer du Puy de Dôme étant insuffisantes, on avait proposé la suppression de la voie ferrée et la substitution à la traction à vapeur d'une exploitation pour automobiles. La voie devait donc être enlevée sur toute l'étendue de la ligne. De plus, le concessionnaire offrait de construire, à ses frais, du bas jusqu'au sommet du Puy de Dôme, sur la plate-forme actuelle de la voie dont il avait la disposition jusqu'en fin de concession, une route accessible à toutes les voitures automobiles. En contre-partie, il demandait la perception d'un droit de péage sur toutes les voitures particulières empruntant la voie spéciale. Longue de 6 km, d'une largeur de 6,50 m, compor-

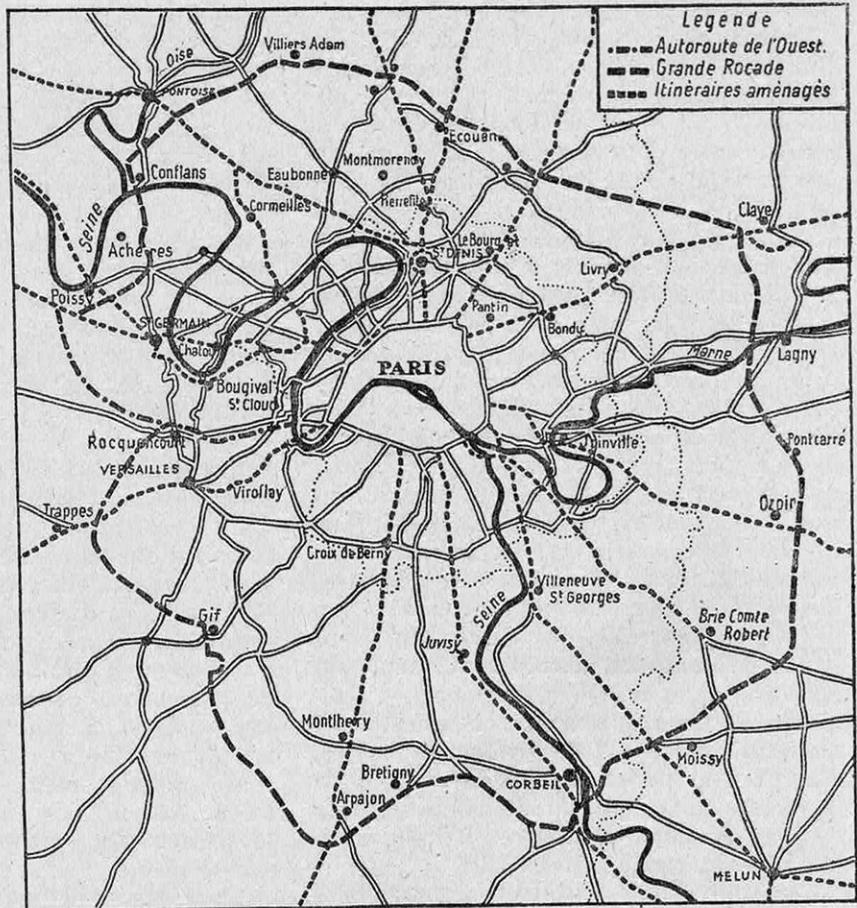


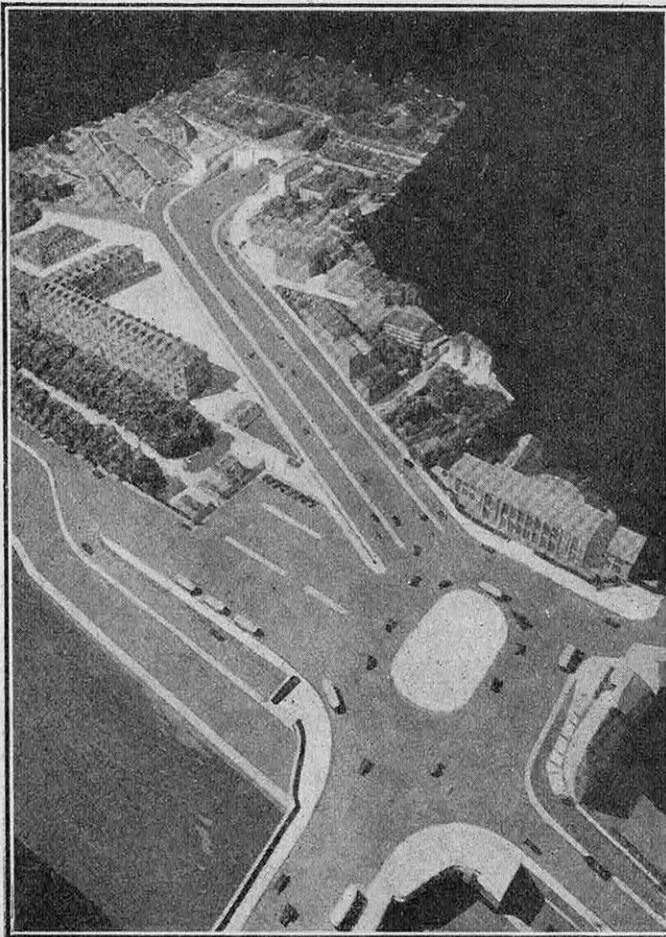
FIG. 4. — LE RÉSEAU DES AUTOROUTES DESTINÉES A DÉCONGESTIONNER LA BANLIEUE PARISIENNE

tant par places des refuges pour le stationnement des voitures en panne, elle fut construite sur la plate-forme de l'ancienne voie ferrée désaffectée.

C'est seulement cinq ans après que devaient apparaître les autoroutes françaises d'Etat, aux abords de Paris, Lyon, Marseille, en vue de leur desserte, complétées, en rase campagne, par de grands itinéraires réunissant ces villes-capitales.

### Les autoroutes françaises de Paris

C'était par le décongestionnement de l'agglomération parisienne qu'on devait commencer. En dehors de sa situation de centre nerveux du pays, il fallait songer que la région parisienne, telle qu'elle avait été définie par la loi du 11 mars 1932 « sur le plan d'aménagement de la région parisienne », comprenait près du sixième de la population française sur une étendue qui est à peine le 1/100 de la France. On y trouvait plus de 400 000 automobiles, dont 92 000 poids lourds, soit le cin-



T W 9750  
 FIG. 5. — L'AUTOROUTE DE L'OUEST  
 AU DÉPART DE SAINT-CLOUD

L'avenue du Palais, élargie à 40 m, constituera une voie à trois chaussées réservées respectivement à la circulation urbaine, à la circulation à grande distance, l'autre enfin à l'accès au parc de Saint-Cloud. On remarque au fond le tunnel par lequel s'amorce l'autoroute.

quième de tous les véhicules automobiles. A cette densité de population correspond une densité très grande de constructions établies sans plan d'ensemble qui complique les problèmes de la circulation. On verra qu'il en devait être

FIG. 6. — LA TRAVERSÉE DU DOMAINE  
 DE MARLY PAR L'AUTOROUTE DE  
 L'OUEST

Cette branche de l'autoroute de l'Ouest, qui relie le carrefour de Rocquencourt à la route de Mantès, est construite sur la plateforme d'une ancienne voie ferrée.



T W 9756

de même à Lyon et à Marseille.

C'est sous l'empire de ces considérations que le plan d'aménagement de la région parisienne fit application, pour la première fois en France, de la notion de spécialisation de certaines voies routières, en prévoyant deux catégories de routes, les unes pouvant être réservées à la circulation automobile et soumises à une réglementation spéciale, et les autres attribuées à la circulation générale.

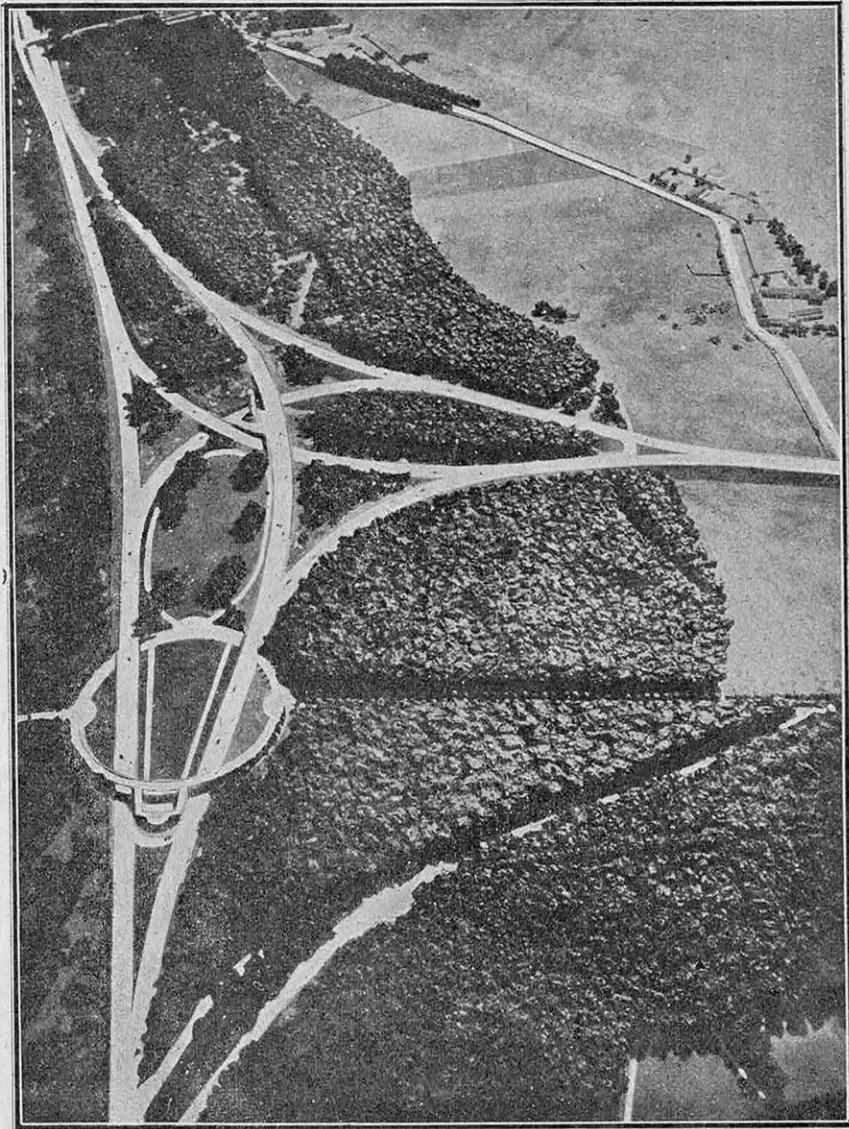
C'est ainsi que fut envisagée la construction de quatre autoroutes destinées au décongestionnement de Paris, *l'Autoroute de l'Est*, partant du Bois de Vincennes, passant par Villiers-sur-Marne, après avoir longé l'hippodrome du Tremblay et se divisant en deux branches, l'une vers Vitry-le-François, l'autre sur Provins et Troyes; — *l'Autoroute Nord*, autoroute du Bourget, vers la R.N. 17 en direction de Lille, Reims, Châlons-sur-Marne; — *l'Au-*

*toroute Sud*, partant de la porte d'Italie, entre les routes d'Orléans et d'Arpajon, vers la Méditerranée; — *l'Autoroute Ouest*, partant de Saint-Cloud vers Rocquencourt, où elle se divise en deux branches, l'une vers la Normandie, l'autre vers la Bretagne; — enfin, *l'Autoroute circulaire* reliant, à 30 km de Paris, les extrémités des quatre radiales.

En raison des énormes frais d'expropriation à engager, et malgré une législation d'expropriation assouplie, l'autoroute circulaire et l'autoroute de l'Ouest devaient être réalisées en premier lieu. L'autoroute circulaire sera longue de 250 km et large de 40 m, avec de larges zones de servitudes non *aedificandi* et ses travaux commencent actuellement.

*L'Autoroute de l'Ouest* est terminée en grande partie, notamment entre Saint-Cloud et Rocquencourt, et ce tronçon sera inauguré prochainement. D'une largeur de 30 mètres environ, elle commence en face du pont de Saint-Cloud élargi, en empruntant l'avenue du Palais élargie à 40 mètres avec trois chaussées de circulation séparées : circulation urbaine à droite, circulation à grande distance au milieu, accès au parc de Saint-Cloud à gauche.

L'avenue du Palais monte sur quelques centaines de mètres vers le parc de Saint-Cloud, puis passe dans le sous-sol du



T W 9753

FIG. 7. — LE CARREFOUR DE ROCQUENCOURT SUR L'AUTOROUTE DE L'OUEST

Comme on peut s'en rendre compte par cette maquette, la route moderne est une « route à trois dimensions », puisqu'elle comporte plusieurs étages. Des ouvrages d'art du genre de ceux de Rocquencourt ont pour but d'éviter les croisements à angle droit et l'introduction dans le trafic principal de la route de véhicules provenant des routes secondaires et qu'un virage trop brusque force à ralentir.

domaine de Saint-Cloud par un souterrain de 830 mètres, comme ce sera le cas à Lyon sous la colline de la Croix-Rousse. À cet endroit, elle est d'une largeur de 15 mètres, apte à recevoir une circulation horaire de pointe évaluée à 5 000 voitures, chiffre correspondant à quatre ou cinq fois le maximum horaire actuellement constaté sur les différentes routes nationales conduisant de Paris à Versailles et à Saint-Germain.

En sortant du parc de Saint-Cloud, la

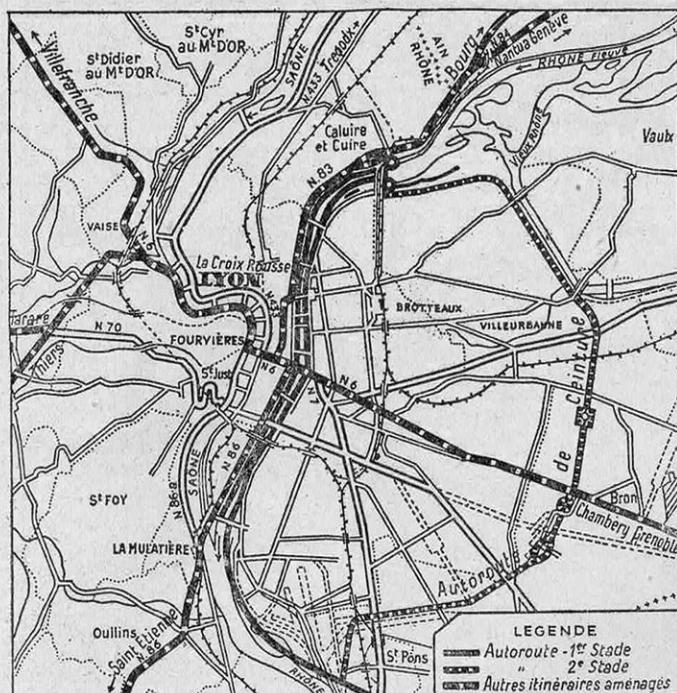


FIG. 8. — LES AUTOROUTES DE LA RÉGION LYONNAISE, CARREFOUR INTERNATIONAL

voie traverse une autre partie du domaine de l'Etat avec la forêt des Fausses-Reposes jusqu'au nord de Rocquencourt : à ce point, elle se divise en deux branches, dont l'une traverse le domaine de Marly pour aboutir sur la route de Mantes (R. N. 190) après Chambourcy, vers la Normandie, et l'autre sur la route de Chartres (R. N. 10) entre Saint-Cyr et Trappes, vers la Bretagne et la vallée de la Loire.

Il est remarquable qu'en dehors de l'avenue du Palais à Saint-Cloud, la voie n'ait traversé aucune agglomération, mais seulement des dépendances du domaine forestier, ce qui évite de très gros frais d'expropriation, et on s'explique, dès lors, que cette autoroute ait pu être construite la première.

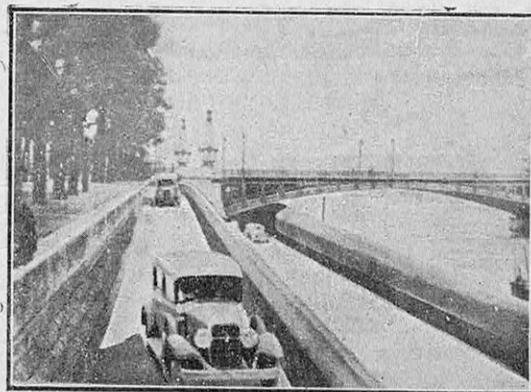
### Les autoroutes de Lyon

C'est la même situation générale que l'on retrouve à Lyon, comme d'ailleurs à Marseille. Le département du Rhône était, en 1939, le troisième de France, avec la Seine-et-Oise, du point de vue du tonnage quotidien des véhicules par kilomètre de route : 4 310,6, puisque le nombre des automobiles en circulation dans le Rhône, qui atteignait le chiffre de 56974 en 1933, dépassait 80000 en 1939.

Les autoroutes de Lyon ont été con-

gues suivant trois grands axes. *Un faisceau Nord-Sud*, sur la rive droite du Rhône, vers Bourg, Genève, Saint Etienne et Vienne, d'une capacité de 2000 à 4000 véhicules par jour, et dont le décret du 29 août 1938 décide qu'il sera desservi par des autoroutes aménagées sur les bas ports du Rhône, le long des deux rives de ce fleuve, abandonnées par la navigation depuis l'amont de Lyon jusqu'à l'aval de cette agglomération. Ce seraient des autoroutes à sens unique d'une largeur de 7,50 m chacune, le sol de la chaussée d'un bas port étant consacré à un sens de circulation, le second à un autre sens. Il s'agit là de l'utilisation des dépendances du domaine fluvial, tout comme on avait vu, sur l'autoroute de l'Ouest, l'aménagement des dépendances du domaine forestier.

*Un deuxième faisceau Nord-Ouest*, en jonction avec le Nord, Paris et le Massif central, part directement de Vaise, convergeant sur les quais de la Saône pour aboutir sur le Rhône, en passant sous la colline de la Croix-Rousse par un tunnel-autoroute à double sens, d'une capacité de 96 000 véhicules par jour, avec une chaussée à quatre voies de 12 mètres de largeur. Il sera prolongé par une « route spéciale » qui ne sera pas ouverte à la circulation automobile sur la rive droite du Rhône, entre la sortie du tunnel et le pont Saint-Clair.



T W 9754

FIG. 9. — L'UTILISATION DES BERGES DU RHONE A LA TRAVERSÉE DE LYON PAR LE FAISCEAU D'AUTOROUTES NORD-SUD DE LA RÉGION LYONNAISE

Enfin, le faisceau de circulation Sud-Est, comprenant les routes desservant les Alpes et le Sud-Est, sera emprunté par une autoroute à double sens entre le pont Pasteur et la montée des Clochettes à Saint-Pons, utilisant, en fer à cheval, à l'ouest de Lyon, un boulevard de ceinture en construction, depuis le Rhône à l'amont jusqu'à la R. N. 7 à l'aval. En réalité, ce boulevard existe déjà sur la plus grande partie du trajet, puisqu'il s'agit du chemin d'intérêt commun n° 83.

### Les autoroutes de Marseille

Les voies spéciales des Bouches-du-Rhône, dont on ne peut parler chronologiquement qu'en troisième lieu, puisque leur construction vient à peine de commencer, ont pour but de dégager les sorties de Marseille. Ce département était, en effet, le deuxième de France au point de vue du tonnage quotidien des véhicules par kilomètre de route : 4 719,4.

Marseille compte plus d'un million d'habitants, ce qui en fait la seconde ville de France, avant Lyon et Bordeaux. C'est en même temps un très grand port, appelé à un développement inouï dans les échanges d'avenir du couple Europe-Afrique.

Aussi, tant au point de vue de la circulation qu'à celui des échanges économiques, on s'est préoccupé du décongestionnement de cette agglomération en préparant quatre grandes autoroutes d'évacuation vers Marignane, Aix-Salon, Aubagne et Cassis par la Gineste.

Le pourtour de l'étang de Berre lui-même, gigantesque centre industriel, serait relié à Marseille par des autoroutes, des routes et des métros.

Une nouvelle gare sera, en attendant, construite à Mirabeau, elle-même dotée d'une autoroute desservant les installations du port, et se prolongeant, par la trouée projetée plus haut, jusqu'à l'aéroport de Marignane.

### Les grands itinéraires ou semi-autoroutes réunissant les villes capitales : Paris, Lyon, Marseille

On voit donc déjà apparaître, aux abords des villes-capitales, d'immenses

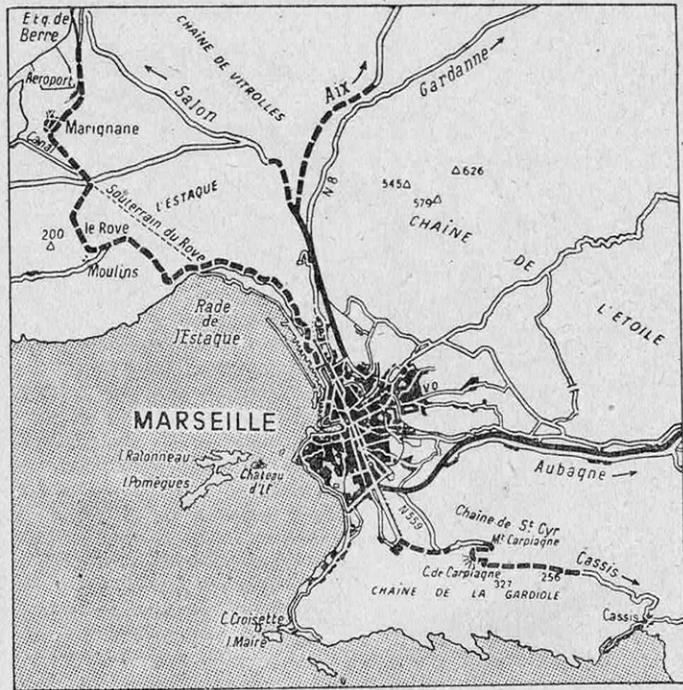


FIG. 10. — LES FUTURES AUTOROUTES DE L'AGGLOMÉRATION MARSEILLAISE

trouées, pour la desserte propre de ces villes et dotées d'un domaine administratif propre : servitudes, dépendances administratives, etc..., car il faudra empêcher la formation de nouvelles agglomérations à la faveur de la distribution du carburant et des autres installations commerciales surgies sur le parcours des autoroutes. Mais il faudra réunir entre elles les villes-capitales. C'est là qu'apparaîtront les grands itinéraires ou semi-autoroutes, routes nationales élargies, doublées de cycloroutes et de chaussées pour piétons, et actuellement en construction. La circulation sur ces grands itinéraires souffrait particulièrement des conditions défectueuses dans lesquelles s'effectue la traversée des localités petites et moyennes : occupations abusives des trottoirs rejetant les piétons sur la chaussée, stationnement de véhicules, foires et marchés, création de sens uniques, interdiction de dépasser certaines vitesses très faibles ou de doubler, toutes interventions des autorités locales qui contrarient les besoins de la circulation à grande distance : les localités seront donc contournées par des déviations.

Ainsi aboutit-on au divorce de la voie à grande circulation et de l'agglomération, et la voie routière apparaît-elle de plus

en plus apparentée à la voie ferrée, avec ses propres dépendances administratives ; sur les déviations envisagées seraient considérablement réduits les droits des maires, des riverains et des piétons, spécialement en vue d'empêcher, comme sur les autoroutes, la formation de nouvelles agglomérations.

Précisément, comme sur les voies de chemin de fer, apparaîtront sur les autoroutes des services publics de transport très rapides, qui rapprocheraient encore plus la voie ferrée de la voie routière.

Il faudra, pour éviter les encombrements, drainer l'afflux des véhicules de transport public, dont les formes seront certainement beaucoup plus imposantes que celles des véhicules actuels, vers des *gares routières*. Il semble, heureusement, que, sur ce point, nous n'aurons pas à nous inspirer de l'étranger, puisqu'il existe déjà quelques gares routières dans notre pays, quoique très rares, notamment à Vichy et à Nice.

Quel sera l'avenir des voies routières nouvelles devant la complication de plus en plus grande de leurs dépendances ?

On a souvent parlé des formes inédites

de véhicules auxquelles ces voies donneront lieu et pourront révolutionner la technique, mais il faut souligner aussi, ce qu'on oublie souvent, qu'elles donneront naissance à une législation nouvelle, qui bouleversera bien des habitudes acquises, et accordera enfin à l'automobiliste la place à laquelle il a droit, sur des voies qui seraient bien à lui et qui seraient clôturées.

Les autoroutes annoncent l'avènement des systèmes routiers futurs, où des chaussées distinctes seront réservées aux différentes catégories de véhicules, du camion jusqu'à la bicyclette.

En tout cas, pour notre pays, elles ont préparé une distinction très harmonieuse, bien adaptée au caractère particulier de notre circulation, entre les grands itinéraires et les voies spéciales pour automobiles. Ces voies ne sont ni des autostrades, ni des Autobahnen, ni des highways, mais des autoroutes, dont la conception réduira le nombre des accidents et favorisera les échanges économiques.

Edouard BORNECQUE.

**BULLETIN D'ABONNEMENT** (288)

Nom (en majuscules) et prénoms : .....

Adresse : .....

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

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

**TARIF DES ABONNEMENTS**  
**A " LA SCIENCE ET LA VIE "**

**FRANCE ET COLONIES**

Envois simplement affran-	{ 1 an.....	55 fr.
chis.....	{ 6 mois.....	28 fr.
Envois recommandés.....	1 an.....	65 fr.

**ÉTRANGER**

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

Envois simplement affran-	{ 1 an.....	100 fr.
chis.....	{ 6 mois.....	52 fr.
Envois recommandés.....	{ 1 an.....	120 fr.
	{ 6 mois.....	65 fr.

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an.....	90 fr.
chis.....	{ 6 mois.....	46 fr.
Envois recommandés.....	{ 1 an.....	110 fr.
	{ 6 mois.....	56 fr.

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats-cartes ou chèques postaux de préférence. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

**" LA SCIENCE ET LA VIE "**

Rédaction et Administration : actuellement : 22, rue Lafayette, Toulouse (H<sup>e</sup>-G)  
Chèques Postaux : Toulouse 184.05

# L'École Universelle a été créée pour vous

et pour tous ceux qui ne peuvent suivre un enseignement oral ou de rythme normal. L'ÉCOLE UNIVERSELLE a résolu toutes les difficultés de résidence, d'âge, de santé, de retard. Elle permet de s'instruire en conservant son emploi. Ses COURS PAR CORRESPONDANCE s'adaptent à chaque cas particulier et étendent à tous la possibilité d'entreprendre ou de continuer des études complètes dans toutes les branches du savoir.

Documentez-vous sans tarder sur ce célèbre enseignement individuel qui permet de faire CHEZ SOI, aux moindres frais et dans le minimum de temps, toutes les études, avec le maximum de chances de succès.

Les élèves de l'ÉCOLE UNIVERSELLE ont remporté des

## DIZAINES DE MILLIERS DE SUCCÈS AU BACCALURÉAT

et des dizaines de milliers de succès aux BREVETS, LICENCES, CONCOURS DES GRANDES ÉCOLES, des GRANDES ADMINISTRATIONS.

Ecrivez dès aujourd'hui à l'ÉCOLE UNIVERSELLE, 12 place Jules-Ferry, LYON, qui vous adressera gratuitement, par retour du courrier, celle de ses brochures qui vous intéresse :

- BROCHURE N° 960.** — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Certificat d'études, Bourses, Brevets, Certificat d'aptitude pédagogique, etc.
- BROCHURE N° 961.** — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de mathématiques spéciales incluse, Examens de passage, Diplôme de fin d'études secondaires, Baccalauréats, etc.
- BROCHURE N° 962.** — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats (Lettres, Sciences, Langues vivantes, Professorats pratiques), Examens professionnels, P. C. B., Herboriste, Inspection primaire, etc.
- BROCHURE N° 963.** — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES : Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Assistance, Colonies, etc.
- BROCHURE N° 964.** — TOUTES LES CARRIÈRES ADMINISTRATIVES : France et Colonies.
- BROCHURE N° 965.** — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS : Ingénieur (diplôme d'Etat), Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de chantier, Contremaître, etc.
- BROCHURE N° 966.** — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE métropolitaine et coloniale et du Génie rural, etc.
- BROCHURE N° 967.** — CARRIÈRES DU COMMERCE : (Administrateur commercial, Secrétaire, Correspondancier, Sténo-dactylo, Représentant, Services de publicité, Expert-Comptable, Comptable, Teneur de livres), de l'INDUSTRIE HOTELIÈRE, des ASSURANCES, de la BANQUE, de la BOURSE, etc.
- BROCHURE N° 968.** — ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, VERSIFICATION, CALCUL, DES- SIN, ÉCRITURE, etc.
- BROCHURE N° 969.** — LANGUES VIVANTES (Anglais, Allemand, Italien, Espagnol, Russe, Portugais, Arabe, Annamite), TOURISME (Interprète), etc.
- BROCHURE N° 970.** — AIR, RADIO, MARINE : Ponts, Machines, Commissariats, T. S. F., etc.
- BROCHURE N° 971.** — SECRÉTARIATS, BIBLIOTHÈQUES, JOURNALISME (Rédaction, Administration, Direction, etc.).
- BROCHURE N° 972.** — ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Flûte, Clarinette, Instruments de jazz, Professorats, etc.
- BROCHURE N° 973.** — ARTS DU DESSIN : Dessin pratique, Anatomie artistique, Dessin de Mode, Illustration, Composition décorative, Aquarelle, Gravure, Peinture, Fusain, Pastel, Professorats, Métiers d'art, etc.
- BROCHURE N° 974.** — MÉTIERS DE LA COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, de la BRODERIE : Petite main, Seconde main, Première main, Vendeuse, Retoucheuse, Coupeur, Coupeuse, Modéliste, Professorats, etc.
- BROCHURE N° 975.** — CARRIÈRES FÉMININES dans toutes les branches d'activité.
- BROCHURE N° 976.** — ART DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ : Coiffeuse, Manucure, Pédicure, Masseur, etc.
- BROCHURE N° 977.** — TOUTES LES CARRIÈRES COLONIALES.

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

## ÉCOLE UNIVERSELLE

12 place Jules-Ferry, LYON

59 boulevard Exelmans, PARIS

Des Années d'Expérience...

Des Centaines d'Équipements en circulation...

# GAZOGÈNES FRANCE "940"

(Brevetés en France et à l'Étranger)

HOMOLOGATION DÉFINITIVE 526

CLASSE B : CHARBON DE BOIS — CLASSE C ANTHRACITE



## GÉNÉRATEURS D'ACÉTYLÈNE FRANCE " 940 "

HOMOLOGUES



BREVETS, PROCÉDÉS ET SYSTÈMES

**RENE IANDELLI**

Constructeur Agréé par l'État N° 521



Bureau d'Études et Service Commercial :

18, Avenue de Valescure, 18

**SAINT RAPHAËL** (Var)

TÉLÉPHONE

4.51, 4.55



Agents dans toute la France et les Colonies



NICE, 21, boul. Frank-Pilatte  
 TÉLÉPHONE 61.14  
 (Pendant la guerre)  
 PARIS, 152, Avenue Wagram  
 TÉL. WAGRAM 27.97

# Cours sur place ou par correspondance

*Par correspondance*

*Sur place et par correspondance*

## INDUSTRIE

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

## PONTS & CHAUSSÉES ET GENIE RURAL

ADJOINT TECHNIQUE ET INGÉNIEUR ADJOINT.

## COMMERCE - DROIT

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

## AGRICULTURE

AGRICULTURE GÉNÉRALE, MÉCANIQUE ET GÉNIE AGRICOL.

## SECTION SCIENCES

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

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

## MARINE MARCHANDE

Les nouvelles constructions prévues pour la Marine Marchande ainsi que son futur développement et les nouveaux statuts qui sont prévus en font une carrière des plus intéressantes pour les jeunes gens.

On peut être admis à partir de 13 ans dans les cours préparatoires, à 16 ans dans le cours d'Aspirant. Les examens officiels d'Élève Officier ont lieu à 17 ans.

**Examens officiels préparés à l'École :** Entrée dans les Écoles de Navigation, Brevet d'Élève-Officier (Pont, Machines, T.S.F.), Brevets de Lieutenants, d'Officiers-Mécaniciens et d'Officiers Radios.

## MARINE ET ARMÉE

ÉCOLES DE MAISTRANCE

Ces écoles vont ouvrir. Prochain Concours prévu pour juillet prochain.

Les deux écoles (Pont et Machine) seront installées à Toulon. La préparation de ce concours est recommandée à tous les bons élèves de l'Enseignement Primaire Supérieur des Lycées. Les Ecoles de Sous-Officiers, Elèves-Officiers de l'Armée sont réouvertes.

## AVIATION CIVILE

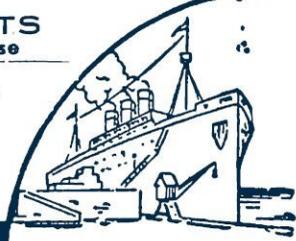
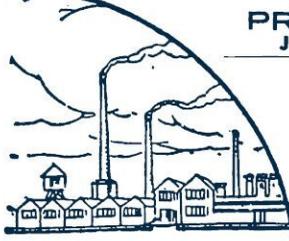
Brevets de Navigateurs aériens. Concours d'Agents techniques et d'Ingénieurs Adjointes Météorologistes, Opérateurs Radioélectriciens (concours 21 juillet).

### PROGRAMMES GRATUITS

Joindre un timbre pour toute réponse

Inscriptions par correspondance à toute époque

Sur place, cours de vacances pour les sections navigation.



CEYBE, Publicité.