

Jun 1941

5 francs

la Science et la Vie



Voir page 457

Des Années d'Expérience...

Des Centaines d'Équipements en circulation...

GAZOGENES 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

PARENTS que préoccupent les études de vos fils et de vos filles par suite d'une santé délicate, d'un retard à rattraper, parce que vous habitez loin d'un grand centre ou aux colonies,

JEUNES GENS ET ADULTES qui désirez compléter votre instruction sans quitter l'emploi qui vous fait vivre, renseignez-vous sur

l'enseignement individuel de **L'ÉCOLE UNIVERSELLE** par correspondance de Paris

grâce à laquelle personne n'est empêché de s'instruire.

Études complètes ou partielles, chez soi, sans dérangement, dépense très réduite. Milliers de succès aux examens et concours publics.

Découpez le bulletin ci-dessous, adressez-le à l'École Universelle, 11 et 12, place Jules-Ferry, à LYON, après avoir marqué d'une croix la brochure qui vous intéresse et inscrit votre nom et votre adresse.

M.....
Rue, n°
à, département

désire recevoir à titre gracieux :

- BROCHURE N° 497.** — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Certificat d'études, Bourses, Brevets, Certificat d'aptitude pédagogique, etc.
- BROCHURE N° 498.** — 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° 499.** — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Études littéraires, Sciences, Droit), Capacité en droit, Professorats (Lettres, Sciences, Langues vivantes, Professorats pratiques), Examens professionnels, P. C. B. Herboriste, Inspection primaire, etc.
- BROCHURE N° 500.** — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES : Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée, Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Assistance, Colonies, etc.
- BROCHURE N° 501.** — TOUTES LES CARRIÈRES ADMINISTRATIVES : France et Colonies.
- BROCHURE N° 502.** — 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° 503.** — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE métropolitaine et coloniale et du GÉNIE RURAL etc.
- BROCHURE N° 504.** — CARRIÈRES DU COMMERCE : (Administrateur commercial, Secrétaire, Correspondancier, Sténo-Dactylo, Représentant, Services de publicité, Expert-comptable, Comptable, Teneur de livres), de l'INDUSTRIE HOTELIERE, des ASSURANCES, de la BANQUE de la BOURSE, etc.
- BROCHURE N° 505.** — ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, VERSIFICATION, CALCUL, DES-SIN, ÉCRITURE, etc.
- BROCHURE N° 506.** — LANGUES VIVANTES (Anglais, Allemand, Italien, Espagnol, Russe, Portugais, Arabe, Annamite, Espéranto), TOURISME (Interprète), etc.
- BROCHURE N° 507.** — AIR, RADIO, MARINE : Pont, Machines, Commissariat, T. S. F., etc.
- BROCHURE N° 508.** — SECRÉTARIAT, BIBLIOTHÈQUES, JOURNALISME (Rédaction, Administration, Direction), etc.
- BROCHURE N° 509.** — ÉTUDES MUSICALES (Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Flûte, Clarinette, Instruments de Jazz; Professorats, etc.
- BROCHURE N° 510.** — 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° 511.** — 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, Modeliste, Professorats, etc.
- BROCHURE N° 512.** — CARRIÈRES FÉMININES dans toutes les branches d'activité.
- BROCHURE N° 513.** — ART DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ : Coiffeuse, Manucure, Pédicure, Masseur, etc.
- BROCHURE N° 514.** — TOUTES LES CARRIÈRES COLONIALES.

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

répondra gracieusement, de façon détaillée, à toutes les personnes qui lui exposeront leur cas particulier.

Adresse en zone libre : 12, place Jules-Ferry, LYON.

Adresse en zone occupée : 59, boulevard Exelmans, PARIS.

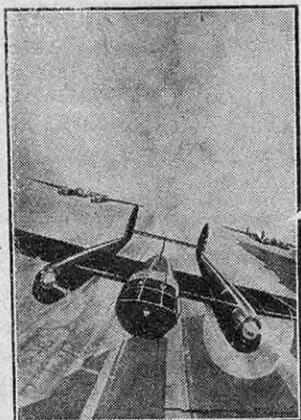
la Science et la Vie

Tome LIX — N° 286

SOMMAIRE

Juin 1941

- ★ Voici les nouveaux avions de combat de la R. A. F. et de la Luftwaffe pour 1941, par Pierre Dublanc 457
- ★ Les enseignements de la bataille navale de la mer Ionienne, par Camille Rougeron 466
- ★ Dans quelle mesure la pêche en mer peut-elle contribuer à notre ravitaillement ? par Jean Labadié 481
- ★ Base de notre nourriture, le pain doit être un aliment vitaminé, par L. Théron et J. Romant 494
- ★ Quel rôle joue l'artillerie de D. C. A. dans la guerre aérienne ? par André Fournier 498
- ★ De Génissiat à la Camargue, où en est l'aménagement du Rhône ? par Charles Brachet 508
- ★ Les A Côté de la Science, par V. Rubor 517



L'aviation peut, dans la guerre moderne, revendiquer le titre de « reine des batailles ». Elle remplit avec succès les missions les plus diverses : destruction d'usines, attaques de navires à la bombe et à la torpille, appui des colonnes blindées, etc... On ne peut concevoir d'opérations décisives sans son intervention massive et sans d'importantes batailles aériennes. Au moment où les longues journées de l'été 1941 vont amener une intensification de la lutte sur tous les fronts, les belligérants annoncent l'entrée en service, à côté des appareils anciens, de nouveaux types d'avions plus puissants, plus rapides et mieux armés. La couverture du présent numéro représente le Focke-Wulf 189, nouvel appareil léger de reconnaissance de la Luftwaffe, qui se distingue par sa curieuse silhouette bifuselée et sa finesse aérodynamique remarquable. (Voir l'article page 457 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 », juin 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.

VOICI LES NOUVEAUX AVIONS DE COMBAT DE LA R. A. F. ET DE LA LUFTWAFFE POUR 1941

par Pierre DUBLANC

Le retour des longues journées d'été amènera en 1941, comme ce fut le cas l'an dernier, une intensification de la guerre sur terre, sur mer et dans les airs, et particulièrement des combats aériens, et l'on peut s'attendre prochainement à des opérations sinon décisives, du moins menées sur une échelle beaucoup plus vaste qu'au cours des mois derniers. L'aviation, chez tous les belligérants, a mis l'hiver à profit pour réparer les pertes occasionnées par les durs combats de l'été et de l'automne 1940; de nouvelles grandes batailles aériennes s'annoncent. Quels appareils y verrons-nous figurer? Les types d'avions en service depuis le début des hostilités continuent à équiper les unités tactiques, mais dans les nouvelles séries qui sortent actuellement, ils ont été améliorés et poussés. A côté de ces appareils rajeunis apparaissent ceux qui les remplaceront peu à peu et que la puissance accrue de leurs moteurs a permis de doter de performances, d'un armement et d'une protection nettement supérieurs.

L'ANNÉE 1940 a vu apparaître, dans les armées de l'air respectives, un certain nombre d'appareils nouveaux. C'est ainsi que, dès les premiers mois de l'an passé, la Luftwaffe sortit en série le Junkers 88 (« Stuka ») (1) bimoteur) et développa le Messerschmitt 110, apparu à l'automne 1939. A l'automne 1940, elle développa le Heinkel 113 et le Dornier 215 (2), ce dernier équipé de moteurs D. B. 603 de 1 500-1 700 ch. Les Heinkel 111 et Messerschmitt 109 bien connus continuent leur service, mais avec des moteurs Daimler-Benz D. B. 601 poussés à 1 500 ch. Dès le début de l'année 1941, on voit entrer en scène le fameux corsaire océanique, le Focke-Wulf « Kurier ».

Du côté de la Royal Air Force (3), l'année 1940 n'a vu sortir comme nouveautés que le Boulton Paul « Defiant » et le Blackburn « Roc », deux chasseurs à tourelle quadruple. Pour les autres types d'avions, on s'est contenté de pousser les

modèles existant en 1939, qui étaient excellents, surtout pour la chasse : le « Hurricane » nouveau modèle, équipé d'un moteur Rolls-Royce « Merlin » poussé à 1 300 ch, est passé à 575 km/h, et la nouvelle version du « Spitfire », dénommée Mark III, dotée du moteur Rolls-Royce « Griffin » de 1 600 ch, frise aujourd'hui le 640 km/h. Les bombardiers « Wellington » et « Whitley », renforcés par des moteurs plus puissants, font encore aujourd'hui assez bonne figure. Mais, derrière eux apparaissent, au printemps 1941, leurs successeurs, les « Tornado » et « Thunderbolt », les « Whirlwind », les « Beaufort » et « Beaufighter », les « Botha » et « Fulmar », les « Stirling » et les « Manchester », appareils de construction spécifiquement britannique et qui seront d'ailleurs complétés au cours de l'année 1941 par l'appoint des récents avions de construction américaine (1) livrés à la Royal Air Force.

**Les sans-soupapes « Taurus »
et « Hercules » succèdent au « Pegasus »
et au « Mercury »**

Les nouveaux types d'avions britanniques de 1941 résultent d'un accroissement

(1) Rappelons que l'appellation générique « Stuka » désigne dans l'armée de l'air allemande les appareils de bombardement en piqué (Stuka est la contraction de Sturz-Kampfflugzeug : avion de piqué et de combat).

(2) Voir, pour les appareils en service au début de la guerre, *La Science et la Vie*, n° 269, novembre 1939.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 272, février 1940.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 284, avril 1941.

considérable de la puissance motrice.

Ils sont « dessinés » autour des plus récents moteurs :

— les Bristol « Taurus » et « Hercules » de 1940, pour les moteurs à refroidissement direct ;

— les Rolls-Royce « Griffin » et « Vulture » et le Napier « Sabre » de 1941, pour les moteurs refroidis par liquide.

Le « Taurus » est un 14 cylindres sans soupapes (distribution par tiroirs) de 24,2 litres de cylindrée et mis au point par Bristol en 1940. Sa puissance indiquée était, l'an dernier, de 1 065 ch à 2 600 tours. Grâce à l'absence des soupapes, son maître couple est particulièrement faible par rapport à la puissance : 1,17 m de diamètre, soit un cercle d'une surface de 1,07 m² pour une puissance de 1 065 ch, ce qui correspond à 10 ch de puissance par décimètre carré de surface frontale.

Le Bristol « Hercules » est un 14 cylindres de plus forte cylindrée (38,7 litres) et développant 1 390 ch.

Le « Hercules » dérive du « Perseus » (9 cylindres, 25 litres, volume de chaque cylindre 2,77 litres), tandis que le « Taurus » dérive de l'« Aquila » (9 cylindres, 16 litres, volume de chaque cylindre 1,77 litre), l'« Aquila » et le « Perseus » étant des moteurs d'essai et de transition.

En 1941, la technique anglaise des moteurs à refroidissement direct paraît donc délibérément orientée sur le « sans-soupapes » à tiroir à 14 cylindres. Le « Taurus » et l'« Hercules » de 1941 sont, en fait, les successeurs des « Pegasus » et des « Mercury » de 9 cylindres de 1939.

Le « Taurus » et le « Hercules » équiperont notamment le Bristol « Beaufort », le Blackburn « Botha », le Blackburn « Roc » et les plus récentes versions du Vickers Armstrong « Wellington ».

Du « Merlin » au « Vulture »

Du côté des moteurs refroidis par liquide, les plus récentes productions de Rolls-Royce sont le « Griffin » et le « Vulture ».

Le « Griffin » serait un 12 cylindres en V, de plus forte cylindrée que le « Merlin », son prédécesseur.

Voici d'ailleurs la lignée des 12 cylindres de Rolls-Royce au cours de ces dernières années :

— le « Kestrel », de 1931, de 21,2 litres de cylindrée, soit 1,75 litre par cylindre,

dont la puissance était à l'époque de 550 ch ;

— le « Merlin » de 1937, de 27 litres de cylindrée, soit 2,25 litres par cylindre, dont la puissance était en 1938 de 1 030 ch ;

— le « Griffin », de 1941, dont les 1 500 ch doivent correspondre vraisemblablement à 34 litres de cylindrée, c'est-à-dire 2,8 litres par cylindre.

L'accroissement de cylindrée unitaire a été relativement tardif chez Rolls-Royce, puisqu'il a attendu 1940 pour dépasser les 2 litres par cylindre, alors que Daimler-Benz, avec son D. B. 600, réalisait, dès 1938, un 12 cylindres de 33,9 litres, Junkers un « Jumo 210 » de 35 litres et Hispano-Suiza, dès 1937, avec son 12 Y, un 36 litres (3 litres par cylindre). Mais Rolls-Royce se méfiait des difficultés de refroidissement inhérentes aux cylindrées de gros alésage et il savait que l'on peut tirer plus de « chevaux au litre » d'un petit cylindre que d'un gros. Aussi, parallèlement au « Griffin » de 12 cylindres, s'orientait-il vers un 24 cylindres, de très faible cylindrée unitaire, le « Vulture ».

Le « Vulture » est un 24 cylindres en X, constitué par deux « Kestrel » (12 cylindres en V) opposés par le carter. La cylindrée du « Vulture » est donc de deux fois 21,25 litres, soit 42,5 litres ; le volume de chaque cylindre est donc le même que pour le « Kestrel » (1,75 litre).

La puissance du « Vulture » atteindrait 2 000 ch, ce qui correspondrait pour ce 24 cylindres à une puissance de près de 47 ch au litre, tandis que celle du « Griffin » dépasserait à peine les 40 ch au litre. Ces chiffres démontrent l'avantage de la petite cylindrée unitaire. Ajoutons que le maître-couple d'un 24 petits cylindres en X est relativement plus faible que celui d'un 12 cylindres en V de même cylindrée.

Les nouveaux moteurs « Griffin » et « Vulture » équiperont, entre autres, le bimoteur de chasse Westland « Whirlwind », le monoplace Hawker « Tornado » et le bimoteur bombardier Avro « Manchester ».

Dans la catégorie des 24 cylindres, la maison Napier a mis au point un moteur « Sabre », qui donnerait 2 400 ch à 3 000 tours/minute. Il se distingue des moteurs en H précédents de Napier en ce qu'il est refroidi par liquide, alors que le Napier « Dagger » était à refroidissement direct. L'adoption du refroidissement

dissement par liquide permettra à ce moteur de fonctionner à grande altitude (15 000 m).

Le « Sabre » équipe le dernier né des chasseurs anglais, le Hawker « Typhoon ».

Le « Typhoon » et le « Tornado » monoplaces de plus de 2 000 ch

Les deux moteurs les plus puissants construits actuellement en Angleterre, le

— 2 canons d'aile de 20 mm (Hispano-Suiza);

— 1 canon de 20 mm dans le moteur, tirant par le moyeu de l'hélice.

Qu'il s'agisse de la version « multimitrailluses » (12) ou de la version mixte canons et mitrailleuses (3 et 8), on peut considérer que, par rapport au « Spitfire » et au « Hurricane » (1), le « Tornado » et le « Typhoon » présentent un armement accru de 50 %.

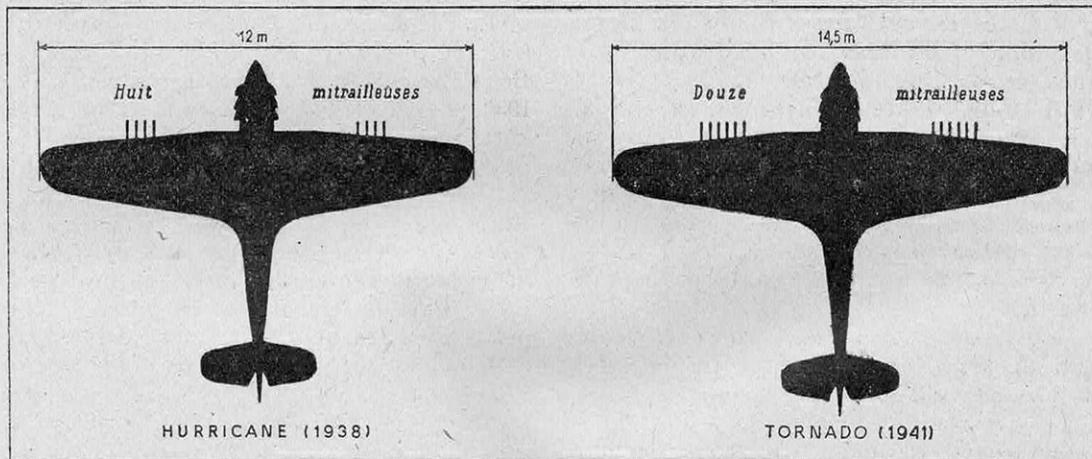


FIG. 1. — COMPARAISON DU « HURRICANE » DE 1938 ET DU « TORNADO » DE 1941.

Pour une puissance motrice double (2 000 ch au lieu de 1 030 ch), le poids du « Tornado » a été multiplié par 1,7, mais la charge alaire n'a été multipliée que par 1,1 et cela pour des raisons impérieuses de vitesse d'atterrissage. Les dimensions de l'appareil ont donc dû s'accroître : envergure multipliée par 1,2 et surface par 1,4. La vitesse a augmenté dans le rapport 1,2 (675 km/h au lieu de 536 km/h) et l'armement dans le rapport 1,5 (12 mitrailleuses au lieu de 8).

« Sabre » et le « Vulture », ont donné naissance à deux appareils remarquables : le Hawker « Typhoon » et le Hawker « Tornado ».

Le « Typhoon », à moteur « Sabre », atteindrait une vitesse de plus de 640 km/h et un plafond de 13 000 à 15 000 m. Sa vitesse ascensionnelle est considérable. Il serait armé de 2 canons de 20 mm et de 8 mitrailleuses logées dans l'aile.

Le plus puissant des récents Rolls-Royce, le « Vulture », monté sur un monoplace de chasse, a donné le Hawker « Tornado ».

Sa vitesse dépasserait les 685 km/h et son armement serait de 12 mitrailleuses d'aile.

D'après certains renseignements, une autre version du « Tornado » comporterait l'armement axial fixe légèrement différent :

— 8 mitrailleuses d'aile (Browning de 7,9 mm);

Du « Hurricane » au « Tornado »

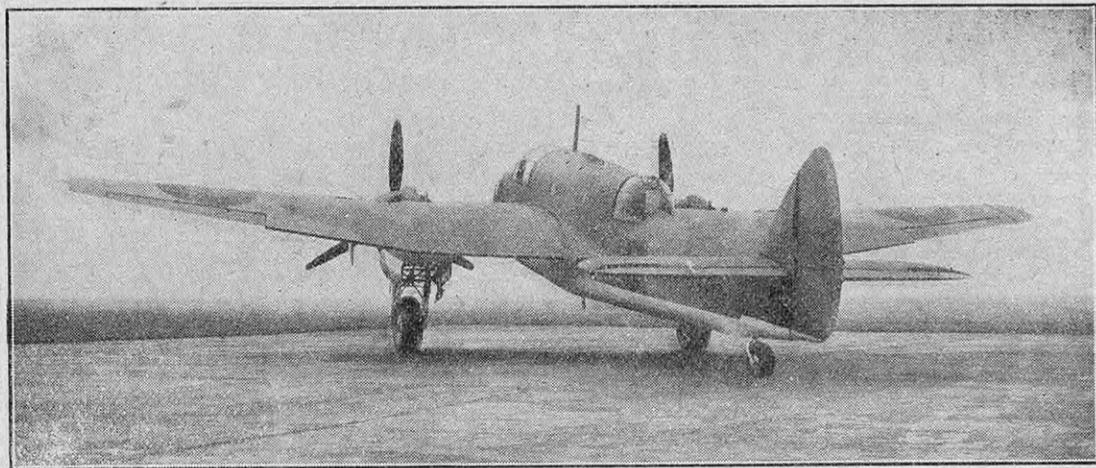
La comparaison du « Hurricane » et du « Tornado » peut se résumer comme suit :

- puissance augmentée de 100 %;
- poids augmenté de 70 %;
- surface portante augmentée de 40 %.

La charge alaire est ainsi portée de 115 à 130 kg au mètre carré, augmentation faible, car il fallait conserver au « Tornado » sensiblement la même vitesse d'atterrissage que celle que possède le « Hurricane ».

L'encombrement frontal d'un moteur à 24 cylindres en X est un peu moindre que deux fois l'encombrement du moteur à 12 cylindres en V dont il dérive, par suite de la suppression du fond de carter. Il y a donc une légère amélioration du « maître-couple à la pénétration » et, par suite, de la finesse aérodynamique du groupe motopropulseur.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 272, fév. 1940.



T W 9069

FIG. 2. — LE BOMBARDIER BIMOTEUR BRITANNIQUE BRISTOL « BEAUFORT »

Le Bristol « Beaufort » est dérivé du fameux Bristol « Blenheim » dont il diffère par ses dimensions plus grandes, par la puissance accrue de ses moteurs (deux moteurs « Taurus » de 1 065 ch au lieu de deux moteurs « Mercury » de 840 ch), et par un meilleur dégagement du champ de tir de sa tourelle quadruple arrière. Comme lui, il peut être employé aux missions les plus variées : bombardement en piqué, reconnaissance, chasse de nuit, attaque des navires à la torpille, etc. Sa vitesse dépasse 500 km/h.

Quant au volume du fuselage tracé autour du moteur, il se trouve, en gros, multiplié par 2,8 par rapport au « Hurricane », ce qui améliore considérablement la disposition de l'habitacle, et en même temps la protection du pilote par le moteur. Il y a également gain en volume intérieur des ailes et, par suite, gain de place disponible. Le coefficient d'accroissement est de 2,8 par rapport au « Hurricane », accroissement qui permet, en outre, d'augmenter la capacité en munitions de l'armement logé dans les ailes, en particulier d'y loger les bandes ou même les tambours d'approvisionnement des canons d'aile.

Ajoutons à cela un gain relatif sur la capacité en combustible (le rapport d'accroissement de volume étant de 2,8 pour un accroissement de puissance de 2). D'où amélioration de l'autonomie.

Les monoplaces monomoteurs de 2000 ch « Tornado » et « Typhoon » de la R.A.F. apparaissent comme des engins redoutables. On peut supposer que la Luftwaffe réalisera des monomoteurs de chasse similaires, à moins qu'elle affirme en 1941 sa préférence au destroyer *bimoteur*.

Le destroyer bimoteur « Whirlwind »

Bien que fidèles à la formule du monomoteur monoplace, les Britanniques ont essayé de répliquer au remarquable destroyer bimoteur allemand Messerschmitt 110. Le Westland « Whirlwind »,

bimoteur Rolls-Royce « Griffin » ou « Vulture », serait un destroyer de 650 km/h, équipé en multicanon, probablement quatre Hispano-Suiza de 20 mm dans l'axe du fuselage. Aucun autre détail n'a été publié sur les caractéristiques de ce nouvel avion de la R.A.F.

Du « Blenheim » au « Beaufort » et au « Beaufighter »

Le Bristol « Blenheim », bombardier léger dont le prototype remonte à 1934-1935, avait donné lieu, en 1939, à une version bimoteur de combat, le « Blenheim » *bomber fighter*, équipé de quatre mitrailleuses axiales sous fuselage, en sus du jumelage en tourelle de défense arrière, ceci en attendant la sortie, en 1940, du Bristol « Beaufort », bimoteur « Taurus » de 1 065 ch, et équipé en outre d'une tourelle quadruple Boulton-Paul (1), à l'arrière de l'habitacle. Sa vitesse était de 500 km/h. Ce bimoteur était primitivement destiné aux reconnaissances offensives du « Coastal Command » (y compris le lancement de torpilles). Au cours de l'hiver 1940-1941, il s'est révélé comme particulièrement adapté à la chasse de nuit. Le chasseur à tourelle quadruple, qu'il soit bimoteur ou monomoteur, paraît mieux adapté à la chasse de nuit qu'au combat de jour type 1941.

Dans ce but, Bristol a réalisé une version bimoteur spécialement armée et des-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 284, avril 1941.

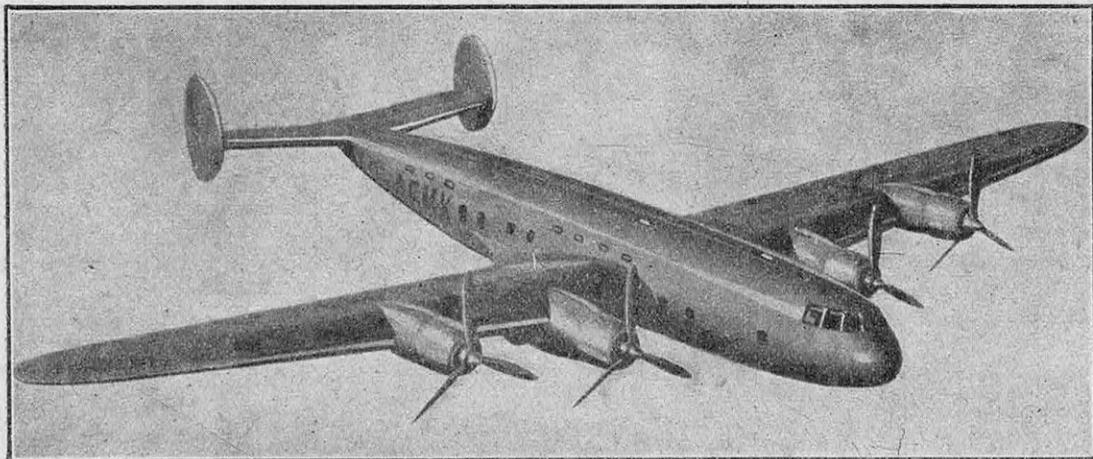


FIG 3. — LE BOMBARDIER GÉANT ANGLAIS SHORT « STIRLING » SERAIT DÉRIVÉ DE L'AVION COMMERCIAL SHORT 14/38

La maquette ci-dessus représente le Short 14/38 dont le prototype fut construit en 1939. Le Short 14/38 est un appareil transatlantique et substratosphérique. Dans sa version commerciale, sa cabine pouvait contenir six passagers et quatre hommes d'équipage. Il était équipé de quatre moteurs Bristol « Hercules » de 1 275 ch, son poids était de 32 tonnes, sa vitesse maximum de 530 km/h et son rayon d'action de 5 400 km.

tinée à remplacer le « Blenheim » de 1939 : le « Beaufighter », de 580 km/h, et qui serait équipé de 8 mitrailleuses axiales ou de 4 canons pour tirer vers l'avant et d'une tourelle quadruple pour tirer vers l'arrière ou le travers. Ce sera sans doute un similaire redoutable du fameux « destroyer » allemand Messerschmitt 110.

L'Avro « Manchester » et le Short « Stirling »

Pour le bombardement de jour, la R.A.F. a remplacé, en 1941, les Armstrong-Whitworth « Whitley », bimoteurs Rolls-Royce « Merlin » de 1 030 ch, par des Avro « Manchester », bimoteurs Rolls-Royce « Griffon » de 1 500 ch ou « Vulture » de 2 000 ch. On peut estimer leur vitesse entre 550 et 600 km/h. Quant au Short « Stirling », c'est, semble-t-il, un quadrimoteur analogue aux forteresses volantes américaines et équipé de quatre Bristol « Hercules » de 1 375 ch. D'un poids de 32 tonnes, il a 37 m d'envergure, 27 m de long, 167 m² de superficie. Sa vitesse de croisière est de 443 km/h, son plafond de 8 900 m et son rayon d'action de 5 400 km. Cet avion a fait ses débuts le 22 février 1941. Il a donc devancé les « Boeing » B. 17 C commandés en Amérique. Il est vraisemblable toutefois qu'en 1941 la politique anglo-américaine des constructions aéronautiques aboutira à réserver, de plus en plus, les usines des Iles Britanniques aux avions légers, chasseurs monomoteurs ou bimoteurs,

pour spécialiser la construction d'outre-Atlantique dans les quadrimoteurs capables de gagner par la voie des airs les aéroports des Iles Britanniques.

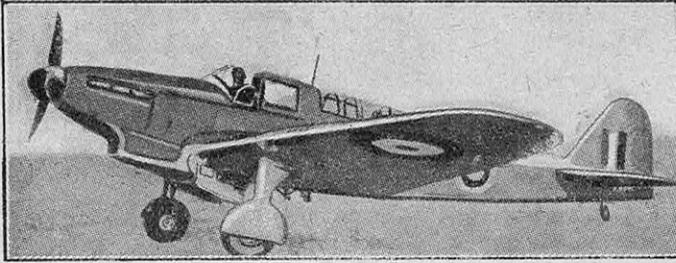
Le « Fulmar » et le « Botha » de l'aviation navale

Pour l'aviation navale, les Britanniques mettent en service, en 1941, deux types d'avions intéressants :

- le monomoteur Fairey « Fulmar »,
- le bimoteur Blackburn « Botha ».

Le Fairey « Fulmar » est une amélioration du Blackburn « Roc », biplace de chasse. Equipé d'un moteur Rolls-Royce « Merlin » poussé à 1 200 ch, le « Fulmar » porte huit mitrailleuses d'ailes, comme le « Hurricane », pour le tir vers l'avant, et une tourelle quadruple Boulton-Paul pour le tir vers l'arrière. Ses performances ne sont pas connues, mais on peut estimer sa vitesse à 550 km/h au moins. Cet avion est « atterrissable » sur pont de porte-avions. Il est équipé d'ailes repliables et peut être catapulté avec train rentré.

Quant au Blackburn « Botha », bimoteur « Taurus », c'est, semble-t-il, le successeur de l'Avro « Anson » de 1937. Il supplée le « Beaufort » comme avion torpilleur bimoteur. Ses performances n'ont pas été publiées. Le « Botha » de 1941 indique, dans l'aviation britannique, une tendance à utiliser comme torpilleurs, en sus du monomoteur de porte-avions genre Fairey « Albacore », des bimoteurs



T W 9070

FIG. 4. — LE CHASSEUR BIPLACE ANGLAIS DE L'AÉRONAUTIQUE NAVALE FAIREY « FULMAR »

Equipé d'un moteur Rolls-Royce « Merlin II » de 1 100 ch, sa vitesse serait supérieure à 500 km/h. Il est armé de 8 mitrailleuses montées fixes dans les ailes comme le « Spitfire » et le « Hurricane » et d'une tourelle quadruple Boulton Paul, comme le « Defiant ».

terrestres basés sur les côtes. Il est certain que l'occupation par les forces allemandes, en 1940, des côtes hollandaise, belge et française de la Manche, a dû inciter les Britanniques à reviser leur doctrine sur l'aviation de torpillage, pour laquelle la formule « monomoteur » de porte-avions avait eu jusqu'ici la faveur.

Nouveaux avions de combat allemands : Focke Wulf 187, Messerschmitt 115 et Heinkel 119

Pour la Luftwaffe, c'est surtout 1940 qui fut l'année des nouveaux avions de combat. Citons le Heinkel 113, le Junkers Ju 88 (développé en série dans sa version définitive type 40 de « Stuka » bimoteur), le Dornier Do 215 et le Focke-Wulf « Kurier » quadrimoteur. L'année 1941 trouve en service actif ces mêmes avions. Les plus récents sont dotés de moteurs plus poussés, mais il s'agit de types dérivés des moteurs de 1939.

Les moteurs allemands

La technique allemande, en effet, s'est contentée, en 1940, de pousser à fond l'avance technique qu'elle avait acquise dès 1938-1939 par la réalisation des moteurs Daimler DB. 601 et Junkers 211.

Du DB. 601 au DB. 603 et au DB. 605

Rappelons que ces deux moteurs sont des 12 cylindres en V inversé, à injection directe d'essence (1) et de grosse cylindrée unitaire :

Le « DB 601 » présente une cylindrée de 33,9 litres, soit 2,8 litres par cylindre.

Le « Jumo 211 » a une cylindrée de 35 litres, soit 2,9 litres par cylindre, alors que leur contemporain britannique, le Rolls-Royce « Merlin » se contente de

2,25 litres par cylindre.

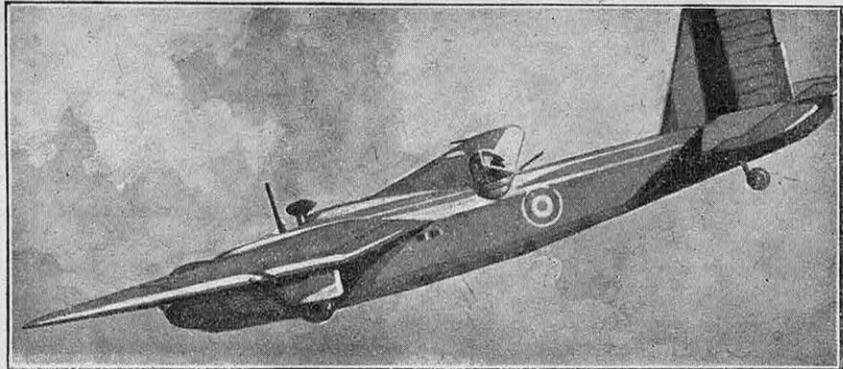
En 1939, le DB. 601 A développait 1 150-1 175 ch à 2 400 tours. Dans sa version la plus récente, en service, le DB. 601 (type S) atteint 1 200-1 300 ch et équipe les chasseurs Heinkel 113 (2).

Une autre version plus poussée encore, mais plus lourde, est le DB. 603, réalisé en 1940, qui fournirait 1 500-1 700 ch et équipe les récents Dornier 215 (vitesse : 540 km/h).

Pour 1941, on annonce le DB. 605. Cette fois, il s'agit d'un 24 cylindres de 2 000 ch, vraisemblablement constitué par l'accouplement de deux DB. 601 c'est-à-dire totalisant 67,8 litres de cylindrée. Par ailleurs, l'injection directe

(1) L'injection directe d'essence supprime les carburateurs et, par suite, le danger de givrage de ces appareils. Elle permet, en outre, un taux de compression un peu plus poussé.

(2) La largeur du D. B. 601 n'est que de 74 cm. Ce moteur est remarquable par son extrême compacité.



T W 9073

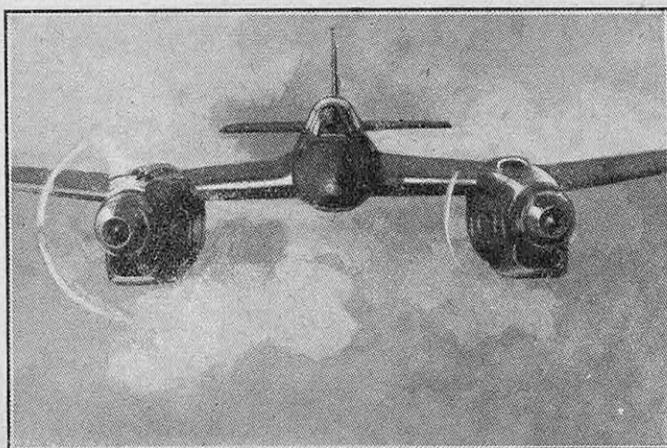
FIG. 5. — LE BLACKBURN « BOTHA » DE L'AVIATION CÔTIÈRE ANGLAISE

Cet appareil serait équipé de deux moteurs Bristol « Taurus » à refroidissement direct de 1 065 ch. Il a été construit pour l'aviation côtière et pourra être utilisé soit comme bombardier, soit comme avion torpilleur, soit comme poseur de mines. Son armement comprend entre autres une tourelle de combat. Le « Botha » serait l'arme de défense contre les sous-marins.

d'essence a été, en 1940, généralisée sur tous les moteurs allemands, y compris les moteurs en étoile refroidis par l'air (B.M.W. et Bramo). Elle semble avoir détrôné le Diesel.

Du Jumo 205 au Diesel de 2 000 ch

On se souvient que, dès 1934, la firme Junkers avait réalisé un Diesel, le « Jumo 205 », à 6 cylindres en ligne et



T W 9071

FIG. 6. — LE « DESTROYER » ALLEMAND FOCKE WULF F. W. 187
Voir la disposition de l'armement fig. 7.

à pistons opposés (ce qui équivaut en réalité à 12 cylindres). En 1939, ces Diesel équipaient les hydravions Dornier Do 18 et Blohm und Voss Ha 139. Mais le « Jumo 205 », de très faible cylindrée (16,6 litres), avec ses 700 ch, développait une puissance

insuffisante pour les avions modernes. Son successeur, en 1941, est le « Jumo 206 », un 6 cylindres à pistons opposés, de

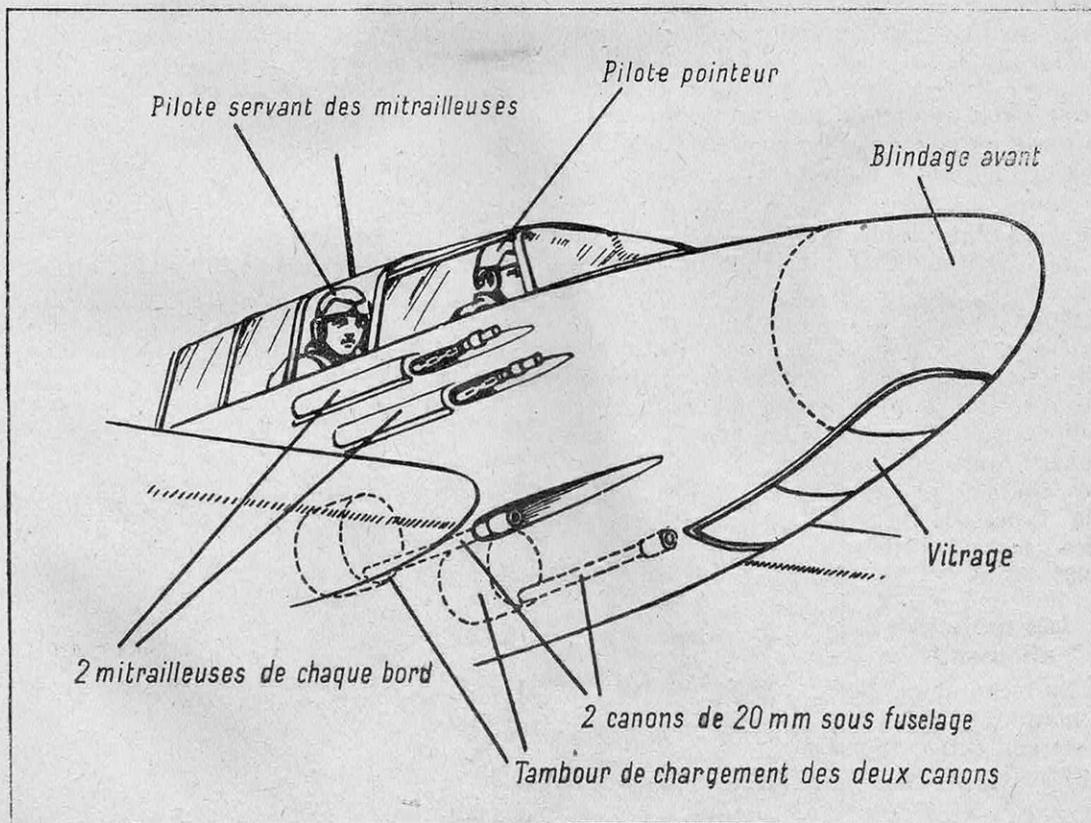


FIG. 7. — LA DISPOSITION DE L'ARMEMENT DU NOUVEAU DESTROYER ALLEMAND FOCKE-WULF 187.

Dans le fuselage étroit, le pilote pointeur et le pilote observateur sont assis l'un devant l'autre, protégés par le blindage conique dans le nez du fuselage. Le plancher de la cabine comporte un vitrage facilitant l'observation. L'armement comprend uniquement des armes axiales fixes, à l'exclusion de toute arme tirant vers l'arrière : 2 canons sous le fuselage et 4 mitrailleuses dont 2 de chaque côté dans les parois du fuselage. L'approvisionnement de ces armes est assuré par le second pilote.

25 litres de cylindrée, et qui développe 1 050 ch, en rétablissant à l'altitude de 6 000 mètres. On annonce en outre un Diesel à 24 cylindres disposés en croix, développant 2 000 ch, et dont l'encombrement frontal serait particulièrement faible : un mètre à peine. Le Diesel allemand n'a donc pas dit son dernier mot. Distancé au départ dans la course à la puissance motrice, il semble devoir rattraper les moteurs à essence au cap des 2 000 chevaux qui marquera l'été 1941.

En attendant, la Luftwaffe utilise surtout, au cours du premier semestre 1941, les types réalisés en 1940.

Toutefois, trois nouveaux venus sont annoncés pour 1941 : le Focke-Wulf 187, le Messerschmitt 115 et le Heinkel 119.

Le destroyer Focke-Wulf 187

Le Focke-Wulf 187 est un destroyer équipé de moteurs DB. 603, qui serait plus rapide que le Me 110, grâce à son fuselage affiné par la disposition en tandem du pilote et du mitrailleur au lieu de « côte-à-côte » dans le Me 110. Même armement axial, mais possibilités d'une protection améliorée par réduction de la surface frontale du fuselage (fig. 7). La mitrailleuse arrière est supprimée.

Le Me 115

Le Messerschmitt 115 serait un mono-

place de chasse, le successeur désigné du fameux Messerschmitt 109, qui assura un service intensif pendant les deux premières années de la guerre. Son envergure est un peu plus faible que celle du Me 109 (9,50 m au lieu de 10 m) et il est équipé d'un moteur DB. 603 de 1 500-1 700 ch au lieu du DB. 601. Sa vitesse atteindrait 640 km/h.

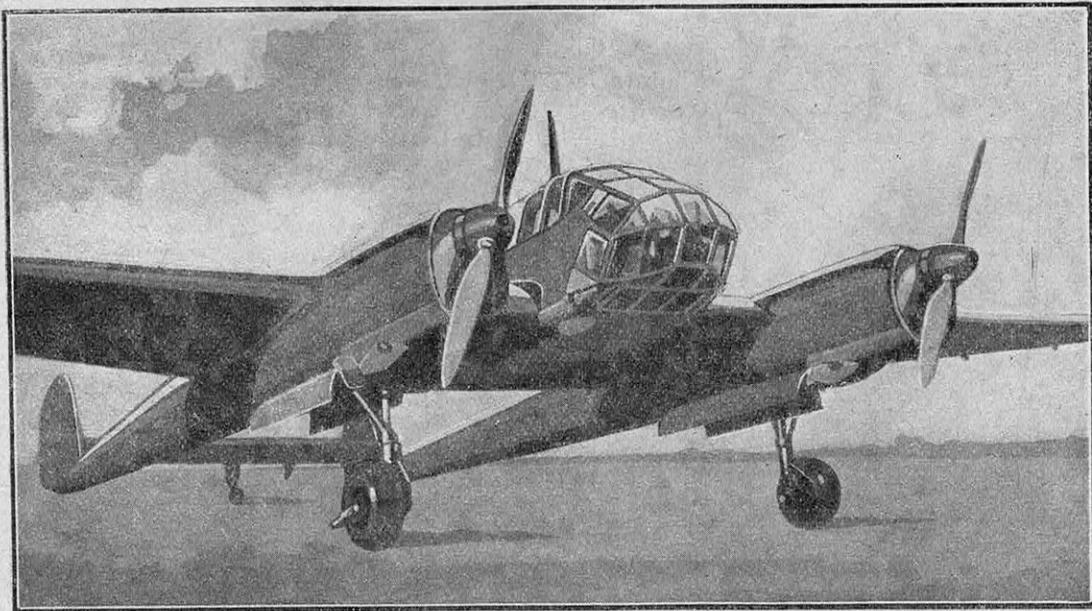
Le Heinkel 119

Le Heinkel 119 serait un bimoteur de bombardement construit autour du nouveau moteur double DB. 605 de 2 100 ch. Ce moteur est un 24 cylindres, mais il n'est pas précisé s'il s'agit d'un double DB. 600, avec cylindres en X, ou bien de deux DB. 600 montés en tandem et actionnant un arbre porte-hélice double permettant d'utiliser sur le même moyeu deux hélices tournant en sens inverse.

Équipé de deux DB. 605, le Heinkel 119 apparaît comme un puissant avion de bombardement capable d'emporter trois tonnes de bombes à grande distance, dans des conditions de vitesse dépassant celles du quadrimoteur de même puissance.

Un nouveau venu pour la reconnaissance rapprochée : Le Focke-Wulf F. W. 189

Celui-ci n'est pas à proprement parler un avion de combat et, de ce fait, ne re-



T W 9075

FIG. 8. — L'AVION ALLEMAND TRIPLACE DE RECONNAISSANCE RAPPROCHÉE FOCKE-WULF F. W. 189
Il est équipé de deux moteurs Argus As 410 de 450-525 ch à 12 cylindres en V inversé et à refroidissement direct. Sa vitesse serait de 500 km/h.

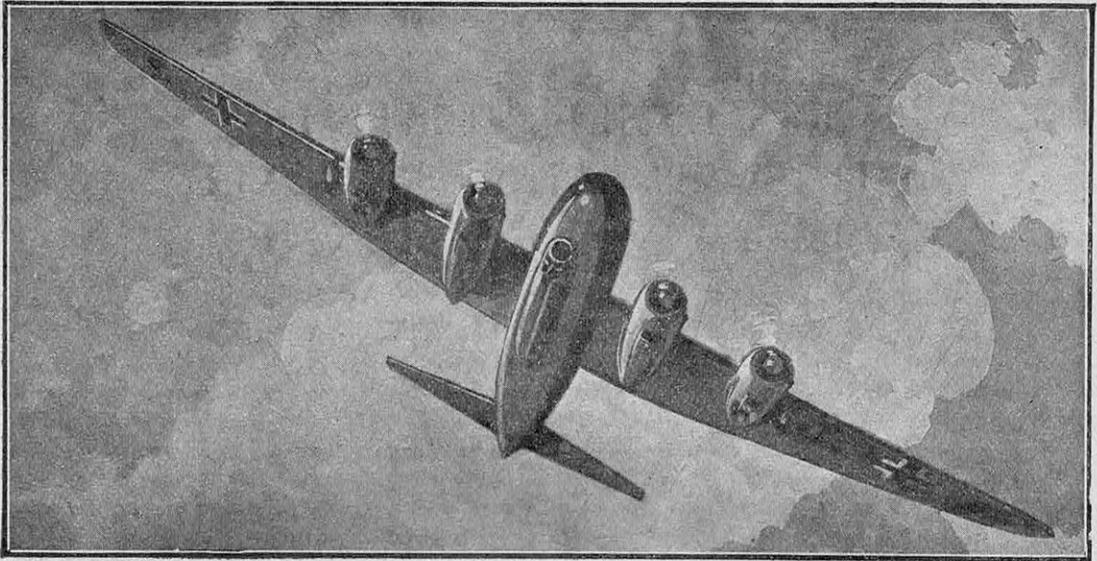


FIG. 9. — L'AVION CORSAIRE ALLEMAND QUADRIMOTEUR FOCKE-WULF « KURIER »

T W 9072

C'est la version militaire du Focke-Wulf « Kondor » transatlantique de 1939. La vitesse de croisière est voisine de 400 km/h. L'équipage est de 6 hommes. On remarquera la position de la nacelle décalée sur la droite du fuselage. L'armement est réparti entre plusieurs postes de combat sous tourelle à la partie supérieure et deux postes à l'avant et à l'arrière de la nacelle centrale. En plus des casiers à bombes logés dans le fuselage, des porte-bombes sont fixés à la surface inférieure de l'aile.

cherche pas les moteurs les plus puissants. C'est un avion de reconnaissance rapprochée, se contentant d'une puissance motrice limitée, en l'espèce deux moteurs Argus As. 410 de 450-525 ch de 12 cylindres en V inversé, à refroidissement par l'air.

Focke-Wulf a monté ces deux moteurs Argus sur deux fuseaux. C'est donc un avion bimoteur bifuselage qui dégage complètement au centre un habitacle ovoïde à multiples facettes vitrées, permettant à la fois une excellente visibilité et un large champ de tir aux mitrailleuses de défense.

Ce bimoteur triplace doit atteindre, avec la faible puissance dont il dispose, une vitesse dépassant les 500 km/h, grâce à une finesse aérodynamique qui doit être très élevée.

Tel est le successeur 1941 du monomoteur Henschell 123, l'avion de coopération monomoteur biplace de 1937.

Tendances 1941

En résumé, on constate, en 1941, une floraison d'avions nouveaux moins marquée du côté allemand que du côté britannique.

Du côté allemand, l'année 1941 met à profit l'avance réalisée en 1939-1940. Les seules innovations techniques intéressantes du premier semestre 1941 paraissent :

— la sortie d'un bombardier à deux

groupes motopropulseurs puissants (deux DB. 605), le Heinkel 119;

— l'emploi pour la reconnaissance rapprochée d'un bifuselage ultra-léger, le F. W. 189.

Du côté britannique, les tendances sont plus complexes et les prototypes plus nombreux. On constate :

— une extrapolation de la formule monomoteur monoplace de chasse au moyen d'un moteur ultra-puissant : « Tornado » et « Typhoon »;

— le développement de la solution « chasseur à tourelle quadruple » (essayée en 1940 par le « Defiant » et « Roc ») à de nouveaux modèles, aussi bien monomoteurs (« Fulmar ») que bimoteurs (« Beaufort » et « Beaufighter »), le bimoteur ayant donné des résultats encourageants pour la chasse de nuit, au début de 1941;

— l'apparition d'un puissant « destroyer », le « Whirlwind », pour répondre au fameux « Me 110 » allemand;

— une évolution de l'avion torpilleur de la formule classique du « monomoteur de porte-avions » à un bimoteur côtier, le « Botha ».

Le problème fondamental reste pour l'aviation anglaise, en 1941, de maintenir la production des usines des Iles Britanniques sous les bombes de la Luftwaffe.

Pierre DUBLANC.

LES ENSEIGNEMENTS DE LA BATAILLE NAVALE DE LA MER IONIENNE

par Camille ROUGERON

La vaste opération navale qui se déroula du 27 au 29 mars dans la mer Ionienne est la première qui ait mis aux prises deux flottes avec leur accompagnement aérien d'exploration et de combat. Chose que l'on n'avait jamais vue au cours de l'histoire, une escadre de croiseurs rapides est rattrapée et détruite par une escadre de cuirassés lents. C'est à l'aviation qu'il convient d'attribuer la part prépondérante dans ce succès remporté par des bâtiments vétérans de la bataille du Jutland contre des navires plus modernes, puisque ce sont les bombes et les torpilles des appareils de la Royal Air Force et de la Fleet Air Arm qui ont retardé l'escadre poursuivie. L'aviation vient ainsi de montrer d'une façon éclatante qu'elle est capable de prendre à son compte la plupart des missions réservées jusqu'ici aux navires légers de surface (éclairages, attaque à la torpille, etc.) et qu'elle possède de plus la puissance offensive de ses bombes. Parmi les autres leçons à dégager de cette rencontre apparaît au premier plan la nécessité pour la construction navale de réviser ses méthodes de protection des bâtiments de combat, contre l'avion en particulier, et de renoncer à sacrifier les blindages à la vitesse.

Ce que fut la bataille de la mer Ionienne

La bataille de la mer Ionienne, vaste opération navale qui débuta le 27 mars pour s'achever le 29, vers 2 heures, est la première véritable rencontre « aéro-navale » au large. Toute la gamme des matériels y a été engagée : cuirassés, croiseurs lourds et légers, torpilleurs, avions d'exploration, de combat et de chasse, à la seule exception des croiseurs dans la flotte britannique.

Dans la journée du 27 mars, l'aviation de reconnaissance britannique signala une escadre italienne à l'est du cap Passaro, en Sicile, faisant route vers l'est. Dans la matinée du 28 mars, des forces légères britanniques aperçurent un cuirassé de la classe « Littorio », très probablement le « Vittorio-Veneto », accompagné de croiseurs se dirigeant vers le sud-ouest de la Crète. Enfin, des reconnaissances aériennes signalaient, de leur côté, deux cuirassés de la classe « Cavour », accompagnés de croiseurs et de torpilleurs au nord de cette île.

Quelle pouvait être la mission de ces forces navales ? Evidemment, un raid sur les convois britanniques d'Égypte en

Grèce, du même type que celui réussi quelques jours plus tôt en Atlantique par le « Scharnhorst », le « Gneisenau » et les navires légers qui les accompagnaient.

Le communiqué britannique est plus sobre sur les manœuvres de sa flotte. Il n'est pas difficile cependant d'imaginer que la flotte de la Méditerranée orientale, dès que le raid italien fut signalé, se mit en devoir de l'intercepter. L'opération fut conduite sous le commandement de l'amiral Sir Andrew Cunningham par trois cuirassés, le « Warspite », le « Valiant » et le « Barham », accompagnés des deux destroyers, le « Havock » et le « Greyhound ».

Il semble bien qu'une feinte britannique ait contribué à attirer le plus loin possible vers l'est le « Vittorio-Veneto » et les croiseurs qui l'accompagnaient. Une division de croiseurs britanniques, composée de l'« Orion », du « Perth », du « Gloucester » et de l'« Ajax » (celui-là même qui participa au combat du Rio de la Plata) (1) prit le contact des bâtiments italiens et battit aussitôt en retraite vers l'est. Après quelques heures de poursuite, le chef de la force italienne

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 272, fév. 1940.

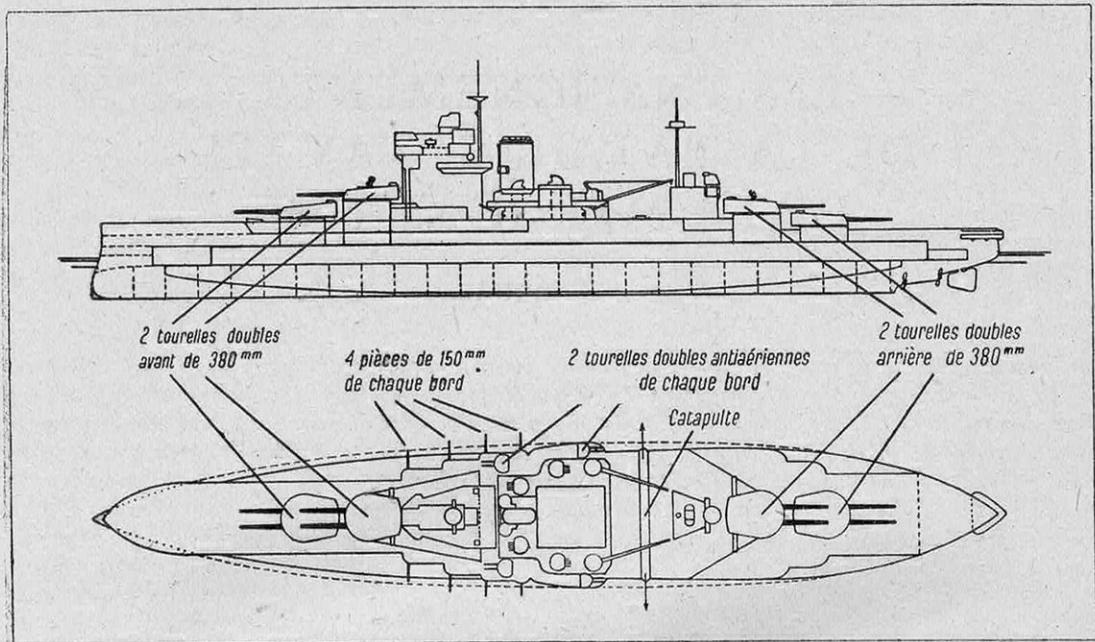


FIG. 1. — SCHÉMA DU CUIRASSÉ BRITANNIQUE « WARSPITE »

Le « Warspite », mis en chantier en 1912 à Devonport, est un navire de 31 000 t. Ses dimensions sont : longueur 196,2 m, largeur 31,85 m, tirant d'eau 10,20 m. Son armement comprend VIII 381 en quatre tourelles doubles, VIII 152 pour la défense contre torpilleurs; sa défense anti-aérienne qui n'était à l'origine que de II 102, IV 47, XV mitrailleuses, a été considérablement renforcée à plusieurs reprises. La protection comporte une cuirasse de ceinture de 330 mm, une cuirasse mince de 152 mm pour la protection de la batterie centrale de 152, et deux ponts blindés. La puissance de 75 000 ch lui donnait, avant l'addition des bulges, une vitesse de 25 nœuds.

craignit de trop s'engager et fit demi-tour.

L'interception, déjà difficile lorsque les forces de raid disposent d'un éclairage de surface convenable, est à peu près impossible lorsqu'il s'y joint un éclairage aérien en mesure de signaler à grande distance les mouvements de la flotte que l'on veut éviter. Les forces italiennes, évidemment prévenues de l'appareillage de la flotte britannique d'Alexandrie et de la direction qu'elle prenait, s'empresèrent de se replier avant que celle-ci leur ait coupé la route. C'est la règle normale des raids. Elle s'imposait d'autant plus au commandement italien que son « corps de bataille », un « Littorio » et deux « Cavour », n'avait ni la puissance offensive et défensive, ni l'homogénéité de l'escadre cuirassée de l'amiral Cunningham.

L'affaire tourna donc à une poursuite à grande distance de la force de raid italienne par l'escadre britannique, avec ce caractère particulier que le poursuivant était nettement plus lent que le poursuivi. Les plus lents des navires engagés par le commandement italien, les deux

cuirassés type « Cavour », sont en effet plus rapides de deux nœuds au moins que les cuirassés britanniques; ils se trouvaient d'ailleurs dans la position la moins risquée, au nord de la Crète.

C'est ici qu'intervint l'aviation de combat, dont le rôle dans l'affaire est essentiel, puisqu'elle était seule à pouvoir ralentir le mouvement de repli italien jusqu'à l'arrivée de l'escadre britannique. Les avions torpilleurs de la Fleet Air Arm, embarqués sur le « Formidable », attaquèrent à la torpille à plusieurs reprises le « Vittorio-Veneto » avec succès, affirme le communiqué britannique, qui ajoute que le navire « gravement endommagé dut réduire sa vitesse ». De son côté, la R.A.F. engagea avec ses bombardiers qui marquèrent plusieurs coups au but sur les croiseurs et les torpilleurs.

L'aviation de combat germano-italienne ne restait pas inactive et essayait également de ralentir la marche de l'escadre poursuivante. Il ne semble pas qu'elle y soit parvenue.

La rencontre se produisit dans la nuit du 28 au 29 après une chasse qui durait depuis près de douze heures. Le « War-

spite », dit le communiqué britannique, ouvrit le feu à 3 000 m environ sur le croiseur italien « Fiume » qui ne tarda pas à faire explosion. Une bordée du même « Warspite » mit en feu le « Zara ». Enfin, le « Pola » fut pris à partie par un autre cuirassé qui le coula en quelques secondes. Outre ces trois croiseurs, deux contre-torpilleurs italiens, le « Vincenzo-Gioberti » et le « Maestrale », furent également coulés.

Les pertes de l'aviation furent légères si l'on en croit les communiqués qui ne se contredisent d'ailleurs pas sur ce point : deux avions britanniques manquants, deux bombardiers en piqué Junkers Ju 88 descendus au cours des attaques de jour (1).

Les navires en présence

Du côté italien, les trois cuirassés engagés représentaient l'ensemble des navires de ligne disponibles, les trois autres

(1) Un communiqué britannique ultérieur affirme même que les pertes de l'aviation ne furent pas de deux, mais d'un seul avion torpilleur de la « Fleet Air Arm ». On notera le succès particulièrement remarquable des bombardiers en piqué de la R.A.F., qui purent accomplir leur mission d'attaque des croiseurs sans aucune perte.

ayant été au moins gravement avariés à Tarente.

La classe « Littorio » comprenait deux navires de 35 000 tonnes mis en chantier en 1934 ; c'est un type de navire de ligne rapide (30 nœuds), armé de canons de 380 mm, bien protégé contre le canon, la torpille et la bombe. Seuls navires de ce genre en service à la déclaration de guerre, leur type a été reproduit dans plusieurs marines, notamment en France avec les « Richelieu », en Allemagne avec les « Bismarck », en Grande-Bretagne avec les « King George V » (au calibre près réduit à 356 mm sur ce dernier). Ils peuvent se mesurer avec tous les navires actuellement en service.

Il n'en est pas de même des deux cuirassés de la classe « Cavour » qui sont des navires d'avant 1914. Malgré une refonte fort bien conçue, qui releva leur vitesse de 21 à 27 nœuds, et remplaça leur artillerie de 305 mm par une autre de 320 mm, ils restent d'une classe très inférieure à la plupart des navires de ligne récents. Ils n'en ont pas la vitesse, ni la protection contre la bombe, ni surtout le calibre.

Leur réunion avec le « Littorio » forme

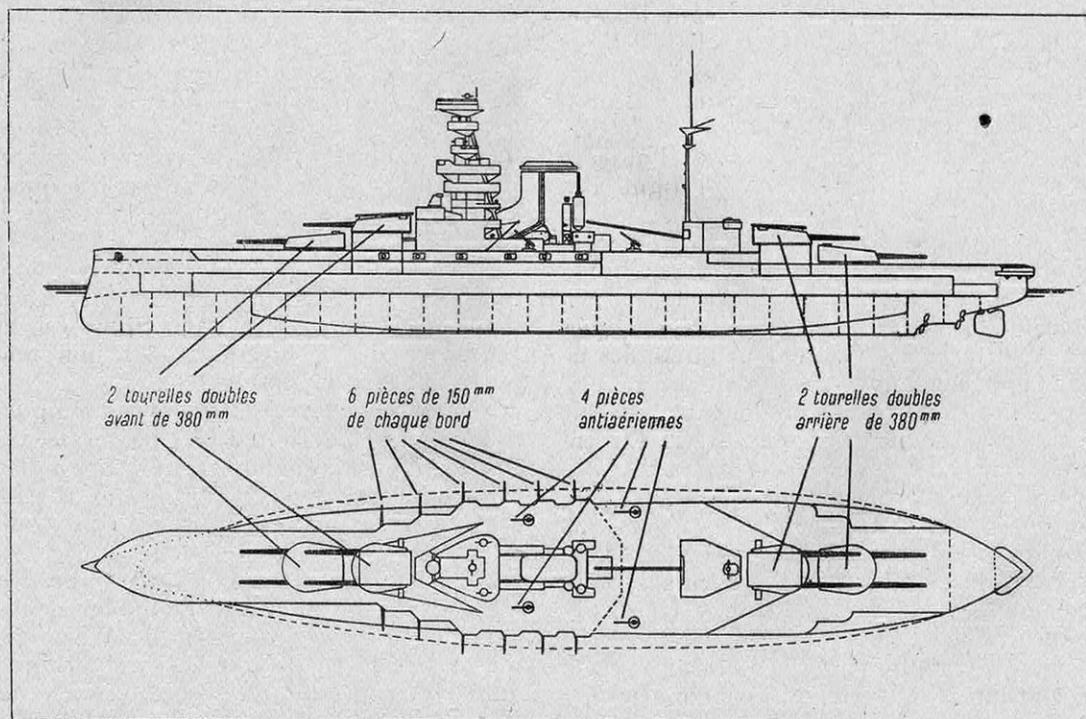


FIG. 2. — SCHÉMA DU CUIRASSÉ BRITANNIQUE « BARHAM »

Le « Barham », très voisin du « Warspite », en diffère par quelques détails. Moins profondément remanié que le « Warspite », il a conservé à peu de choses près l'ancienne silhouette de ce type de navires ; en particulier, le mât tripode. Il possède XII 152 au lieu de VIII sur le « Warspite » et deux tubes lance-torpilles. Sa protection est légèrement inférieure.

une escadre qui a le grave défaut d'une absence complète d'homogénéité. On ne doit pas se dissimuler que les navires de la classe « Littorio », comme leurs similaires des autres marines, ne peuvent donner la vitesse de 30 nœuds que moyennant des sacrifices sur la protection. Elle reste assurément plus efficace que la protection des croiseurs de bataille de 1914; elle n'en est pas moins très inférieure à celle d'un cuirassé moderne lent comme le « Nelson » et même à celle des cuirassés anciens comme le « Warspite ». C'est une conception fort défendable, comme vient de le montrer le succès du raid atlantique du « Scharnhorst » et du « Gneisenau », semant des navires moins rapides, dont le « Nelson ». Mais elle suppose que les navires du type rapide sont utilisés en escadres homogènes et non pas en formations mixtes avec des navires type « Cavour », plus lents d'au moins 5 nœuds et qu'ils doivent contribuer à protéger. Ils perdent alors le bénéfice de leur vitesse sans retrouver celui de la protection qui leur manque. C'est sans aucun doute cette absence d'homogénéité qui a pesé si fâcheusement jusqu'ici sur les opérations navales italiennes en Méditerranée et qui a permis, même avant les événements de Tarente, à des flottes de ligne britanniques moins nombreuses d'y circuler assez librement, sans courir de risques sérieux. Depuis Tarente, la situation s'est encore aggravée; c'est l'absence d'homogénéité de la flotte de ligne italienne qui permit le raid sur Gênes de deux croiseurs de bataille ou l'escorte d'un convoi par un seul cuirassé.

A l'homogénéité relative de leurs formations, les navires de ligne britanniques en Méditerranée ajoutent la puissance de leur artillerie, qui fait d'eux, malgré leur âge, des adversaires redoutables même pour des bâtiments modernes. Il eût été fort imprudent aux trois cuirassés italiens, même accompagnés de toute leur suite de croiseurs lourds et légers, de contre-torpilleurs et de torpilleurs, d'affronter les trois cuirassés réunis sous le commandement de sir Andrew Cunningham.

Le « Warspite », le « Valiant » et le « Barham » ont été mis en chantier en 1912 et 1913. Ils ont aujourd'hui, après deux refontes successives, un déplacement de 31 000 tonnes environ. La première, exécutée après 1918, leur donna la protection sous-marine qui leur manquait

sous la forme de « bulges »; la seconde, qui ne date que de 1937-1939, rétablit leur vitesse à au moins 25 nœuds par remplacement de l'appareil propulsif.

Les trois bâtiments appartiennent à une série de « cuirassés rapides » qui entra en service en 1915. Dans cette conception d'un type intermédiaire entre le cuirassé proprement dit et le croiseur de bataille, qui ne donna naissance qu'à une classe de bâtiments, on avait légèrement sacrifié la protection, en conservant l'armement, pour gagner deux nœuds sur la vitesse. Ce type de navire donna d'excellents résultats au Jutland: c'est l'escadre des « Warspite » au grand complet qui, venant au secours des croiseurs de bataille de Beatty, fort mal en point, obligea les croiseurs de bataille allemands à faire demi-tour. Est-ce à ce succès qu'ils doivent d'avoir été choisis comme modèles par la marine italienne d'abord pour les « Littorio », par les marines française et allemande ensuite pour les « Richelieu » et les « Bismarck »? Si l'on classe en effet dans l'ordre de vitesse croissante et de protection décroissante les navires de ligne de 1914 en cuirassés lents, cuirassés rapides, croiseurs de bataille lents (allemands), croiseurs de bataille rapides (britanniques), faisant respectivement 23, 25, 27 et 29 nœuds, le navire de ligne de 1939 type « Littorio », « Richelieu » ou « Bismarck » représente assez exactement l'équivalent du cuirassé rapide à 25 nœuds. S'il en fait 32, c'est une question de progrès de l'appareil propulsif.

Le « Warspite », le « Valiant » et le « Barham » forment, en définitive, une escadre homogène, fort bien protégée, dont la caractéristique principale est la puissance des 8 pièces de 381 mm que porte chacun des navires.

Seules, les forces italiennes comportaient une participation de croiseurs composée vraisemblablement, outre les trois croiseurs type « Zara » qui furent coulés, de quelques croiseurs du type « Giovanni delle Bande Nere ».

La classe des « Zara » était l'une des réalisations les plus remarquables de la période où, après l'accord de Washington, les différentes marines se lancèrent dans la construction de croiseurs de 10 000 tonnes rapides et en général assez mal protégés. Le « Zara », avec sa cuirasse de ceinture de 140 mm, son pont blindé de 70 mm et une vitesse qui, aux essais, aurait dépassé les 35 nœuds, suc-

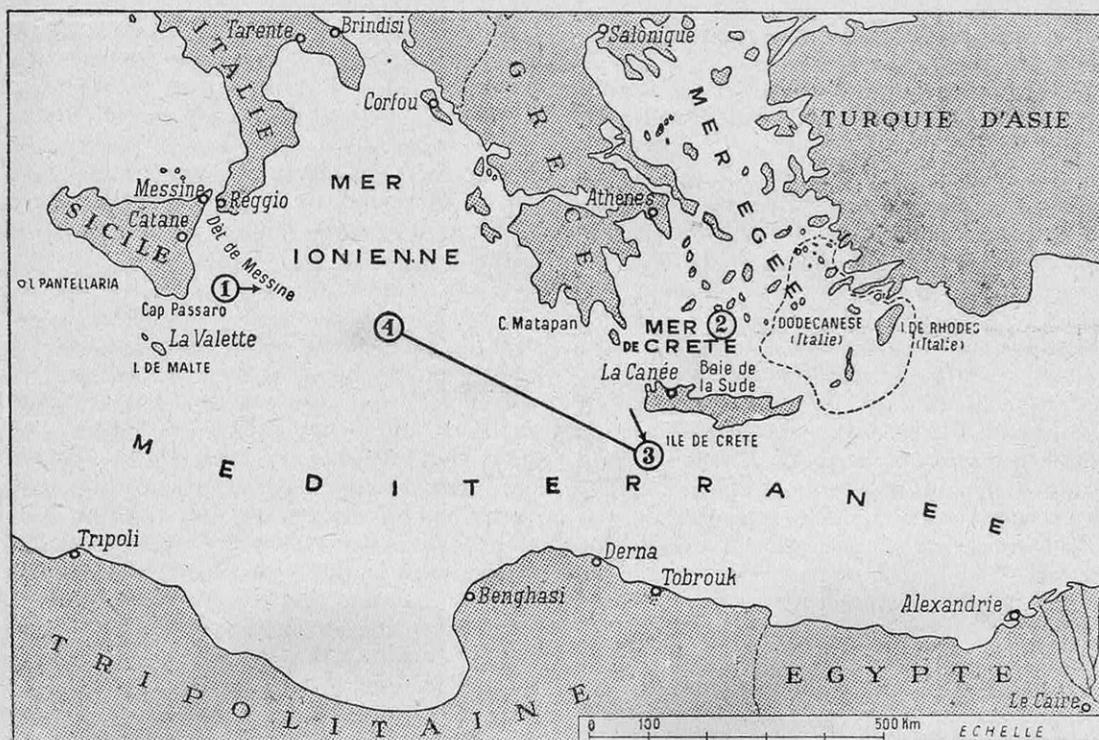


FIG. 3. — LA BATAILLE DE LA MER IONNIENNE

Les opérations du 27 au 29 mars se déroulèrent dans toute l'étendue de la mer Ionienne, des côtes de Sicile aux côtes de Crète. En 1, l'aviation d'exploration britannique signale une force italienne se dirigeant vers l'est, le 27 mars au matin. En 2, les cuirassés type « Cavour » font leur apparition, accompagnés de croiseurs dans la matinée du 28, au nord de la Crète. Ils parviennent à rentrer à leurs bases. En 3, le « Vittorio-Veneto » et les trois croiseurs type « Pola » sont entraînés à la poursuite d'une division de croiseurs britanniques; ils font demi-tour à l'approche des navires de ligne venant d'Alexandrie. De 3 en 4, cette force italienne est soumise à l'action de la Fleet Air Arm et à celle de la R.A.F. basée en Grèce, en Crète et en Cyrénaïque. En 4, les trois croiseurs type « Zara » et deux contre-torpilleurs sont coulés.

cédaient aux croiseurs type « Trento », un peu plus rapides, mais à protection beaucoup plus légère. Il était un excellent compromis entre les exigences de la vitesse et de la protection, autant du moins qu'un compromis peut être excellent en cette matière, et c'est très probablement à cette qualité que la division des « Zara » dut d'avoir été préférée à la division des « Trento » pour le raid du 27-29 mars.

Le « Giovanni delle Bande Nere » est le prototype d'une classe de croiseurs légers dite des « Condottieri » (dont les noms ont servi à désigner les divers bâtiments), conçus sur un principe entièrement différent. Etablis pour surclasser les contre-torpilleurs français de 2 500 à 3 000 tonnes, les « Condottieri », ou du moins les quatre premiers d'entre eux, portent une artillerie de 8 canons de 152 mm, fort puissante eu égard à leur déplacement de 5 000 tonnes; ils n'ont à peu près aucune protection et sont les

seuls croiseurs au monde qui aient dépassé aux essais la vitesse de 40 nœuds.

Il n'y a rien de bien spécial à dire des torpilleurs et contre-torpilleurs qui prirent part à la rencontre.

LES ENSEIGNEMENTS DE LA RENCONTRE

La bataille navale de la mer Ionienne est riche en enseignements du plus haut intérêt. Certains reproduisent simplement des enseignements déjà connus; la puissance du 381 mm, qui détruisit en quelques minutes des croiseurs fort bien protégés, quand des navires plus mal protégés résistèrent pendant près d'une journée au tir des 280 mm de l'« Admiral Graf Spee », n'est pas une nouveauté. On retiendra seulement ceux qui intéressent le côté proprement « aéronaval » de la rencontre.

L'aviation d'exploration

Les missions que l'on peut distinguer sous le nom d'exploration, de reconnaissance, d'éclairage... et que nous confondons sous le nom générique d'exploration, sont parmi celles que les plus attachés à la tradition navale confieraient volontiers à l'avion. L'hydravion, à l'époque où l'on croyait impossible qu'un appareil se hasardât au-dessus des mers sans flotteurs, l'avion aujourd'hui, réunissent au maximum les qualités requises pour ce genre de missions. L'avion est à la fois rapide et discret; il peut être lancé en nombre suffisant pour recouper un renseignement, suivre d'une manière presque continue les changements de route, balayer un vaste secteur où l'on recherche un convoi ou un corsaire. Veut-on savoir si les cuirassés britanniques sont sur rade d'Alexandrie ou dans les bases de l'Archipel, suivre le trajet d'un convoi de Gibraltar en Crète, protéger une force

de raid par des antennes assez longues et serrées pour ne craindre aucune surprise? C'est à l'avion qu'on s'adressera. Inversement, veut-on suivre la concentration de la flotte italienne dispersée dans ses bases, la position de la force de raid qu'on cherche à intercepter? C'est encore l'avion qui sera l'instrument le plus commode.

C'est en mer Ionienne que pour la première fois, semble-t-il, l'exploration aérienne aura donné de part et d'autre ce qu'on se croyait en droit d'escompter. Du côté de l'Axe, on ne peut pas parler d'une faillite de l'exploration aérienne; on peut tout au plus signaler des insuffisances lorsque deux croiseurs de bataille peuvent bombarder Gênes en partant de Gibraltar sans même être signalés. Le succès des nombreux raids allemands dans l'Atlantique fait supposer que la protection aérienne de ces opérations, dont l'exploration est la base essentielle, a été fort bien conduite. Du côté britan-

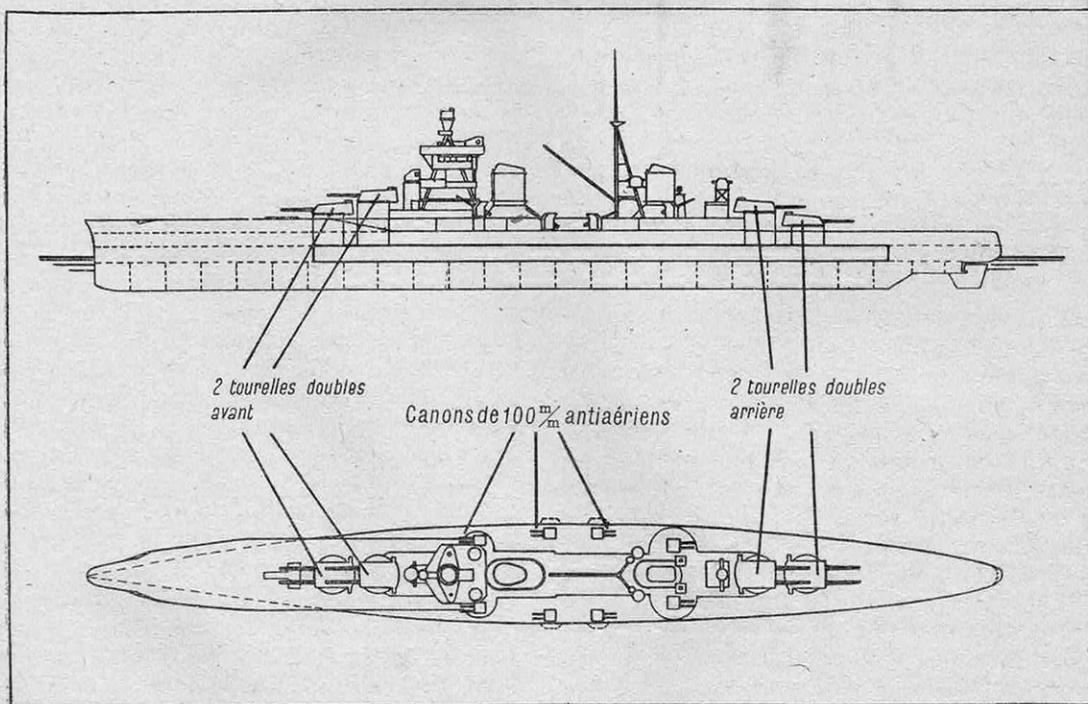
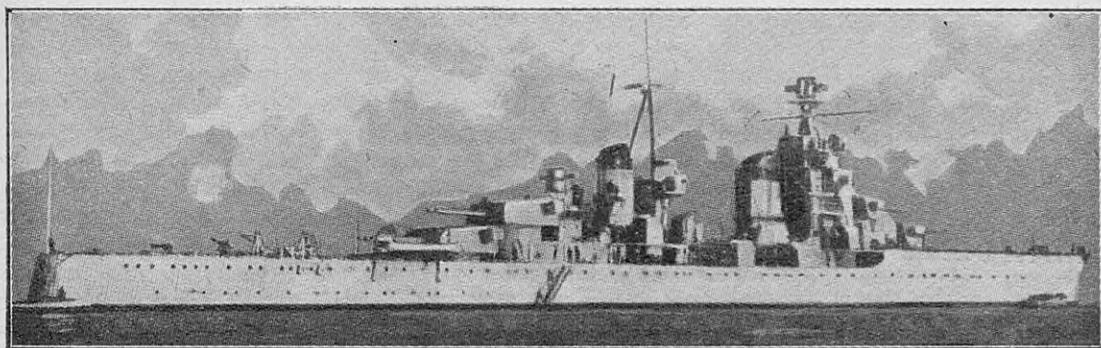


FIG. 4. — SCHÉMA DES CROISERS TYPE « ZARA »

Les caractéristiques de ces croiseurs étaient les suivantes : Déplacement : 10 000 t; longueur : 183 m; largeur : 20,6 m; tirant d'eau : 6 m; armement : VIII canons de 203, XII canons de 100 mm antiaériens, XX canons automatiques de 37 mm, XII mitrailleuses de 13 mm. La cuirasse de ceinture a 140 mm; le pont blindé est de 50 mm. Les « Zara » portaient une catapulte et deux avions. La vitesse indiquée de 32 nœuds pour le « Zara » et le « Fiume », de 34 nœuds pour le « Gorizia » et le « Pola » avait été largement dépassée aux essais. On notera la puissance considérable de l'artillerie de défense contre avions éloignés et rapprochés; bien des croiseurs lancés en même temps qu'eux n'avaient comme défense éloignée que VIII 90; les « Zara » étaient, de ce point de vue, les mieux défendus des croiseurs de toutes les marines; cette défense n'a pas empêché que l'avion jouât le rôle essentiel dans leur destruction.



T W 9087

FIG. 5. — LE « ZARA »

Le « Zara », lancé en 1930 et mis en service en 1932, formait avec le « Fiume » et le « Pola », coulés en même temps que lui, et le « Gorizia », seul survivant de cette classe de navires, une division homogène de quatre croiseurs à la fois très rapides, puisque certains auraient dépassé 33 nœuds aux essais, et probablement les mieux protégés qui fussent des croiseurs de 10 000 tonnes. Ils succédaient à la classe des trois croiseurs type « Trieste », lancés à partir de 1926, plus rapides, puisque le « Trieste » fit 37 nœuds aux essais, mais à protection beaucoup plus légère.

nique, au contraire, l'exploration aérienne avait collectionné jusqu'ici les échecs avec une telle régularité qu'on pouvait vraiment parler de faillite. Le retour du « Bremen » de New York à la côte mourmane, les raids de cuirassés de poche dans l'Atlantique et l'océan Indien, tous couronnés de succès à l'exception de celui de l'« Admiral Graf Spee » qui eut la malchance de rencontrer une division de croiseurs, l'occupation par surprise des ports norvégiens jusqu'à Narvik, et tout récemment le raid du « Scharnhorst » et du « Gneisenau » dans l'Atlantique Nord et Sud, fournissaient des arguments magnifiques à qui eût voulu prouver l'impuissance de l'avion à trouver la trace d'un bateau au large. L'affaire du « Scharnhorst » et du « Gneisenau » est particulièrement démonstrative. Que la douzaine de cuirassés et la demi-douzaine de porte-avions disponibles dans la Home Fleet et à Gibraltar, que les bases disséminées de l'Islande aux Falkland, n'aient pas suffi à empêcher le retour de l'Atlantique Sud à Brest des deux croiseurs de bataille allemands, et qu'on en soit réduit à envoyer la R.A.F. les bombarder au port, voilà qui dépasse l'imagination. Sans radio et sans avions, Nelson faisait beaucoup mieux.

Dans l'affaire de la mer Ionienne, il semble bien que l'exploration aérienne a correctement fonctionné de part et d'autre. Le début de l'opération a été signalé en temps utile au commandement britannique qui a été tenu au courant de son déroulement. L'éclairage aérien allemand ou italien a décelé à temps le

début de la manœuvre d'interception britannique et, si la poursuite a duré douze heures, il s'en est donc fallu de peu que les bâtiments italiens aient pu tous rejoindre leurs bases.

On observera la différence considérable entre l'éclairage purement naval des deux forces qui se rencontrèrent, deux destroyers seulement pour l'escadre britannique, un nombre assez élevé de croiseurs lourds et légers, de contre-torpilleurs et de torpilleurs pour l'escadre italienne. Le plus curieux est même la confiance du commandement britannique dans l'exploration et l'éclairage purement aériens, au lendemain d'échecs aussi nets de l'aviation navale britannique dans ce domaine. Il y a peu d'exemples d'une force navale de plus de 90 000 tonnes de navires de ligne accompagnée de 2 700 tonnes seulement de navires légers. Où est l'époque où Nelson, en Méditerranée, réclamait « des frégates, et encore des frégates » ? Mais Nelson, aujourd'hui, réclamerait des avions avec autant d'insistance.

Si cette composition des flottes devenait la règle, ce serait un sérieux bouleversement dans le matériel naval qui comportait généralement deux à trois fois plus de bâtiments légers que de navires de ligne. Assurément, on peut trouver à cette composition une explication de circonstance : il manque pas mal de croiseurs et de torpilleurs dans la flotte britannique et ce qu'il en reste a présentement d'autres occupations que l'accompagnement des cuirassés. Il est peu probable cependant que la flotte de Méditer-

ranée orientale soit réduite en bâtiments légers au point de ne pouvoir détacher plus de deux torpilleurs à l'accompagnement de ses cuirassés dans une opération aussi importante, où se trouvent engagés les six plus puissants navires italiens. L'explication doit donc être recherchée dans des causes plus constantes que le combat de la mer Ionienne met précisé-

les performances voulues pour prendre ces missions à son compte, elles furent très correctement remplies par les bâtiments légers, au profit des forces de raid comme au profit des forces d'interception.

Dans ses missions d'attaque à la bombe ou à la torpille d'une escadre qui se dérobe, le rôle de l'avion est d'une toute autre importance : il est en fait seul à

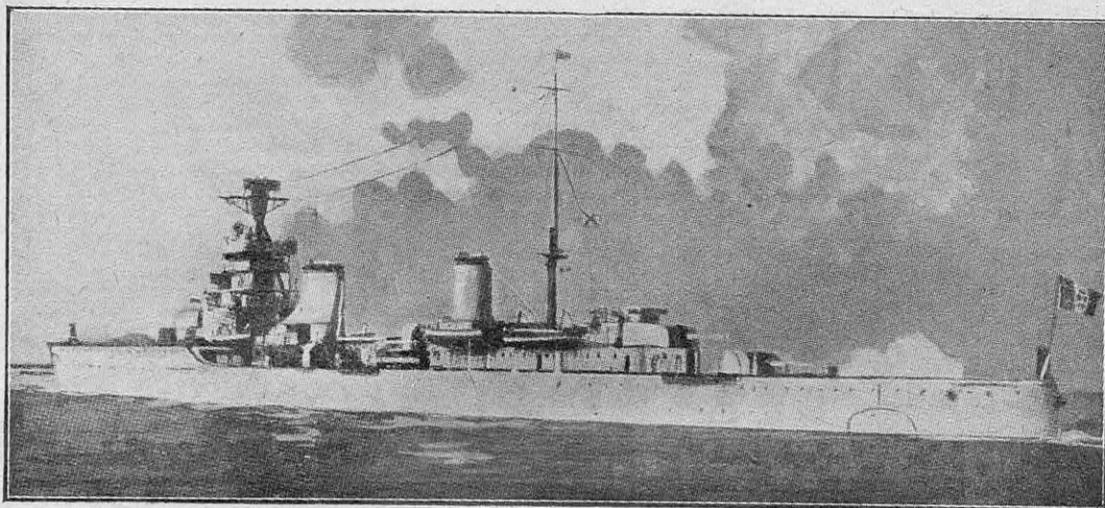


FIG. 6. — LE « GIOVANNI DELLE BANDE NERE »

I W 1902

Le « *Giovanni delle Bande Nere* » est le prototype, lancé en 1930, de la classe de croiseurs dite des « *Condottieri* ». Ces navires, de 5 000 t environ, ont été conçus comme réplique aux contre-torpilleurs français types « *Jaguar* » et suivants. Ils se caractérisent par la puissance de leur armement, leur vitesse qui n'avait jamais été atteinte par aucun croiseur et qui n'a été dépassée depuis par aucun navire de ce type (le « *Giovanni delle Bande Nere* » a fait 42,3 nœuds aux essais), et leur absence presque complète de protection. Les caractéristiques du « *Giovanni delle Bande Nere* » sont les suivantes : déplacement : 5 069 t; longueur : 170 m; largeur : 15 m; tirant d'eau : 4,5 m; armement principal : VIII canons de 152; armement antiaérien : VI canons de 100, VIII mitrailleuses de 37 mm, VIII mitrailleuses de 13 mm; catapulte et deux avions.

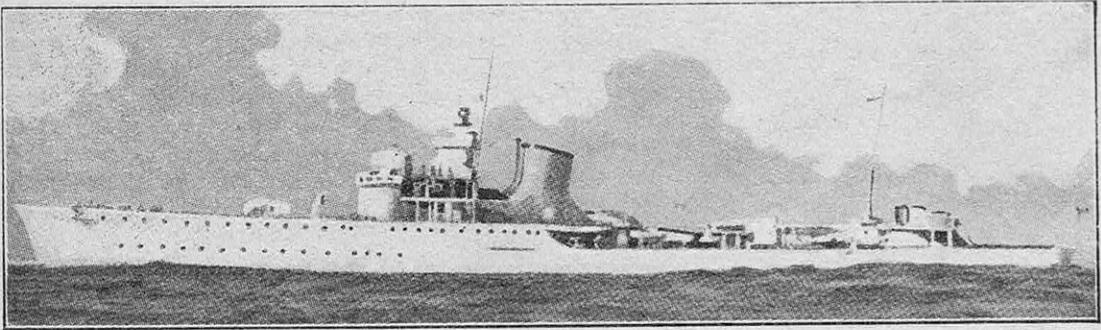
ment en évidence : l'inutilité du bâtiment léger dans l'accompagnement des flottes lorsqu'il peut être remplacé par l'avion; sa vulnérabilité devant la menace aérienne, opposée à la résistance du navire de ligne. Le « *Havock* » et le « *Greyhound* » n'avaient probablement d'autre rôle que le grenadage des sous-marins en plongée qui auraient pu se trouver sur la route des cuirassés; c'est une des rares missions pour lesquelles on n'a pas encore fait appel à l'avion.

L'aviation de combat

Dans ses missions d'exploration, l'avion remplace avantageusement le navire léger; mais il s'en tient à une exécution, d'une classe supérieure, d'une tâche que l'on peut à la rigueur confier au navire. En mer du Nord, de 1914 à 1918, alors que le matériel aérien n'avait pas encore

pouvoir s'acquitter avec succès d'une tâche où le navire léger, malgré les tentatives faites, a pratiquement toujours échoué.

Il y a, en théorie du moins, une très grande différence entre le combat en retraite sur mer et sur terre. On peut concevoir, sur terre, une retraite retardatrice où l'on sème d'obstacles la route de l'adversaire et où l'on parvient à gêner assez son avance pour pouvoir se replier soi-même sans trop de dommages. Au contraire, à la mer, rien de semblable. Il a fallu la prudence de Jellicoe au Jutland pour s'interdire la poursuite d'un adversaire qui se replie; ses successeurs ne l'ont pas imité, et le combat de la mer Ionienne, comme les précédentes rencontres en Méditerranée, montre qu'il n'en est rien résulté de fâcheux. Dans le combat naval en retraite, c'est, en principe,



T W 9079

FIG. 7. — LE CONTRE-TORPILLEUR « MAESTRALE »

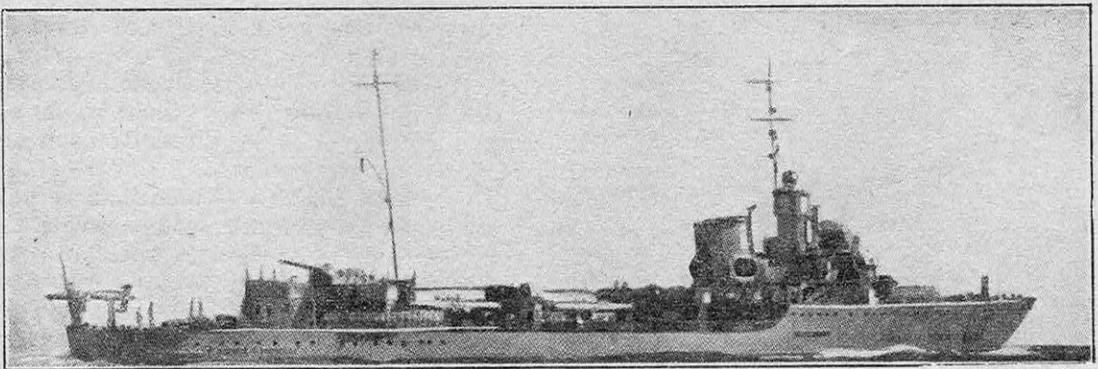
Le « *Maestrale* », qualifié de « *cacciatorpediniere* », est un bâtiment de 1 449 t du programme de 1930; son tonnage correspond à celui de nos « *torpilleurs* » mis en service à la même date (« *Forbin* » de 1 378 t). Son armement est de IV canons de 120, VIII mitrailleuses de 37 mm, IV mitrailleuses de 13 mm contre avions et VI tubes lance-torpilles de 533. La vitesse, donnée pour 38 nœuds, dépasse largement 40 nœuds.

le poursuivi qui court tous les risques. Les navires les moins rapides restent en arrière et sont exposés successivement au feu en concentration des forces poursuivantes; il en est de même des navires qui ont pu être avariés au début du combat.

Mais les exemples qui confirment ces vues théoriques ne se rencontrent guère qu'à l'époque de la marine à voiles et s'expliquent par la fragilité et l'impossibilité de protection de ce genre d'appareil propulsif.

Au cours de la guerre de 1914-1918, on a bien vu à plusieurs reprises le combat en retraite tourner mal pour le poursuivi. C'est ainsi qu'ont fini notamment

tous les croiseurs allemands hors des mers d'Europe, devant des croiseurs britanniques plus rapides et mieux armés. Mais, dans ce cas même, le poursuivi parvient fréquemment à échapper. Au Dogger Bank, les croiseurs de bataille britanniques, plus rapides que les croiseurs de bataille allemands, les laissèrent échapper et ne parvinrent à couler qu'un croiseur cuirassé, le « *Blücher* ». Au cours d'un raid contre un convoi d'Ecosse en Norvège, un croiseur léger allemand échappa pareillement à des croiseurs de bataille de quatre nœuds plus rapides que lui, malgré des projectiles de 381 mm, dans ses soutes à charbon. Au Jutland, la seule victime du combat en retraite



T W 9081

FIG. 8. — LE CONTRE-TORPILLEUR « VITTORIO-ALFIERI »

Le « *Vittorio-Alfieri* », qualifié dans le communiqué britannique de « *gros contre-torpilleur* », appartient à la catégorie des « *esploratori* », des éclaireurs, qui commence, en Italie, avec les « *Leone* » de 1 526 t et qui est donc d'un tonnage très au-dessous de nos « *contre-torpilleurs* » d'après 1918, dont le premier, le « *Jaguar* », contemporain du « *Leone* », déplace 2 126 t. Il semble que le communiqué britannique ait fait erreur en confondant, dans la liste de contre-torpilleurs coulés le « *Vincenzo-Gioberti* » et le « *Vittorio-Alfieri* ». Ce sont des marins de ce dernier bâtiment qui ont été débarqués à Athènes. Les caractéristiques du « *Vittorio-Alfieri* », lancé en 1936, sont les suivantes : déplacement : 1 729 t. Son armement se compose de IV canons de 120 mm, VIII mitrailleuses de 37 mm et IV mitrailleuses de 13 mm contre avions, VI tubes lance-torpilles de 533. Vitesse indiquée : 39 nœuds (en réalité plus de 40 nœuds).

fut un pauvre croiseur léger allemand, qui, ayant eu la malchance d'avoir sa barre bloquée par un coup malheureux, se mit à tourner en rond entre les deux flottes, attirant sur lui le feu de toute une escadre britannique.

L'emploi généralisé des fumigènes pour couvrir le repli a même beaucoup réduit le risque du combat en retraite au cours de la guerre de 1939. La rencontre entre deux croiseurs allemands dont un « Scharnhorst » et le « Renown » au cours des opérations en Norvège, la série des rencontres entre forces italiennes et britanniques en Méditerranée s'étaient en somme assez bien terminées.

Tous les exemples de combats en retraite finissant mal se rapportaient donc à des navires poursuivis par un adversaire plus rapide, ou ayant au moins même vitesse. Les deux tentatives faites pour ralentir le repli par des moyens purement navals avaient échoué. La première comptait sur le torpilleur, dont les partisans enthousiastes voyaient les escadrilles encerclant la force poursuivie, l'obligeant à dévier sa route, l'accablant de leurs torpilles; le contre-torpilleur et le croiseur léger réduisirent à néant cet espoir en empêchant le torpilleur de gagner sa position de lancement. Ce ne sont ni le « Havock », ni le « Greyhound », ni même l'escadre légère de la flotte grecque qui, à en croire le communiqué britannique du 31 mars, « occupa rapidement une position stratégique », qui parvinrent à retarder le retour des forces italiennes. La deuxième tentative était celle du croiseur de bataille que Fisher créa précisément dans l'espoir que ce type de navire, de cinq nœuds plus rapide que le cuirassé, pourrait néanmoins « tenir sa place dans un combat d'escadres de ligne ». Le croiseur de bataille put remplir toutes les missions qu'on lui confia et pour lesquelles il n'était pas prévu, mais pas celle-là; au Jutland, ni du côté allemand, ni du côté britannique, il ne put tenir sous le feu des cuirassés.

Il était donné à l'avion de réussir là où le torpilleur et le croiseur de bataille avaient échoué. Jamais une division de trois croiseurs n'avait pu jusqu'ici être rattrapée par une division de trois cuirassés faisant dix nœuds de moins, après douze heures de poursuite.

L'attaque aérienne des forces navales en retraite fut conduite par les avions

torpilleurs de la Fleet Air Arm et par les bombardiers de la Royal Air Force.

D'après le communiqué britannique, les avions torpilleurs de la Fleet Air Arm auraient atteint à plusieurs reprises le cuirassé de la classe « Littorio », l'auraient sérieusement endommagé et obligé à réduire sa vitesse. Mais ils ne parvinrent pas à l'empêcher de rentrer à sa base.

Les bombardiers de la R.A.F. eurent plus de succès. C'est à eux que l'on doit attribuer les avaries qui retardèrent les croiseurs type « Zara » et les torpilleurs qui furent coulés par les cuirassés britanniques.

Faut-il conclure soit à une supériorité de la bombe sur la torpille, soit à une supériorité du personnel de la R.A.F., sur celui de la Fleet Air Arm? Ni l'une ni l'autre explication ne sont satisfaisantes. Le torpillage des cuirassés italiens à Tarente, venant après quelques autres opérations moins sensationnelles, prouve suffisamment que ni la torpille, ni le personnel et les méthodes d'attaque de la Fleet Air Arm ne sont à incriminer. La supériorité de la R.A.F. tient très probablement à son matériel, les Bristol « Blenheim » à plus de 500 km/h qui paraissent plus aptes aux attaques en piqué d'objectifs puissamment défendus que les « Skuas » et les « Swordfish » de la Fleet Air Arm d'une conception aérodynamique plutôt ancienne.

Il n'en est pas moins intéressant de noter l'entrée en ligne et le succès de la R.A.F. dans une opération au large. Depuis longtemps, la Luftwaffe lui avait montré l'exemple. Mais le haut commandement britannique réservait encore ce genre de mission et ne faisait appel à la R.A.F. que pour les expéditions à gros effectif contre les ports. Peut-être était-ce un dernier reste de cette méfiance contre un personnel sans formation navale, qui, au cours de la rencontre, aurait pu diriger ses coups contre tout ce qui flotte, sans faire des distinctions assez délicates, au milieu du tir de défense et des nappes de fumigènes. Aucune méprise de ce genre ne s'est produite, et la R.A.F. s'est fort bien acquittée de sa tâche.

La bombe d'avion et la protection de la vitesse

Ainsi que nous l'avons rappelé, les trois croiseurs type « Zara » étaient remarquablement protégés. Leur ceinture

et leur pont avaient l'épaisseur des blindages qui recouvraient les croiseurs cuirassés construits au début de ce siècle. L'exemple du « Scharnhorst » et du « Gneisenau », navires de ce type qui résistèrent pendant près d'une journée, aux Falkland, au tir des pièces de 305 mm des croiseurs de bataille britanniques, prouve que ce n'est pas là une protection négligeable. Les croiseurs britanniques engagés contre l'« Admiral Graf Spee », au combat du Rio de la Plata, malgré une protection très inférieure à celle des « Zara », résistèrent fort bien aux projectiles de 280 mm de leur adversaire. Faut-il réviser les conclusions quant à l'efficacité des protections légères et reconnaître que la bombe d'avion est une arme beaucoup plus dangereuse que les projectiles de 280 et de 305 mm ?

Ce qui a le plus manqué jusqu'ici à la protection du navire contre l'avion, c'est la base expérimentale. Non point celle de l'expérience de polygone où on fait détoner au repos et où on lance même (au canon) des bombes de tout calibre et de toute constitution contre des plaques de dispositions variées, mais celle de l'expérience vraie grandeur sur un navire au combat, qui supplée seule aux imaginations défaillantes et corrige les erreurs des imaginations surabondantes. Cette base expérimentale, la protection contre l'artillerie la possède depuis près d'un siècle. Le fourmillement d'idées ingénieuses ou bizarres qui accompagna les débuts du cuirassé s'imagine difficilement aujourd'hui. La sanction de ces idées par le combat a fait le tri nécessaire; elle a concilié les principes absolus qu'on croyait devoir s'exclure, tels le blindage et le cloisonnement, la recherche d'une réserve de stabilité par la hauteur de ceinture et la valeur de la stabilité initiale; elle a abouti à cette formule reproduite par toutes les marines, du moins lorsqu'on dispose du poids et de la place qu'elle exige, celle du caisson blindé cellulaire à cuirasse de ceinture inclinée et intérieure, complété par un caisson de protection sous-marine contre la torpille et les coups explosant sous la flottaison. La formule est probablement l'une des meilleures qui soient contre le projectile de rupture et la torpille lancée par navires. Son adoption générale et son efficacité ne sont que la marque du peu d'imagination mise à varier les modes d'attaque du navire par le canon et la torpille.

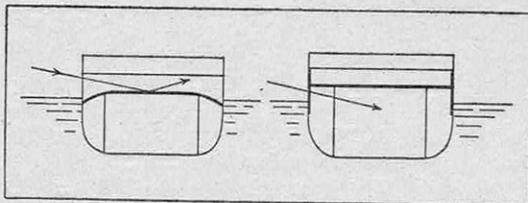


FIG. 9. — SCHÉMAS DE LA PROTECTION D'UN CROISSEUR TYPE « KENT » (A GAUCHE) ET TYPE « ZARA » (A DROITE)

La protection des croiseurs britanniques comporte essentiellement un pont blindé, au voisinage de la flottaison, et quelquefois (comme c'était le cas pour les croiseurs qui participèrent au combat du Rio de la Plata), une cuirasse verticale mince dans la région des machines et des chaufferies. Sur les « Zara », au contraire, une cuirasse de ceinture épaisse (140 mm) est prolongée par une cuirasse mince d'œuvres mortes; le pont blindé est nettement au-dessus de la flottaison. La différence d'emplacement du pont blindé tient à la différence de puissance de l'appareil propulsif qu'il doit protéger, 80 000 ch pour les croiseurs anglais de 10 000 t, 120 000 ch pour les « Zara », et même 150 000 ch pour les « Trieste ». En dehors de la différence des calibres qui furent opposés aux croiseurs (280 mm au Rio de la Plata, 381 mm en mer Ionienne), cette différence de protection explique la rapidité de la destruction des croiseurs italiens. A faible distance, les 280 ricochaient sur le pont blindé des croiseurs britanniques; les 381 arrivant au voisinage de la flottaison pénétraient dans les machines, les chaufferies et les soutes à munitions; à même distance, un tir de 280 sur les « Zara » les eût vraisemblablement coulés aussi rapidement. On saisit ici la difficulté de définir le degré de protection d'un navire, comme on a souvent tenté de le faire, par le simple pourcentage du déplacement affecté à la protection. De ce point de vue, les « Zara » auraient dû être considérés comme beaucoup mieux protégés que les « Kent ».

La guerre de 1914-1918 est assez pauvre en enseignements dans le domaine de la lutte entre la bombe et la cuirasse. Le premier navire protégé atteint par la bombe fut un cuirassé russe, attaqué, au mouillage et au petit jour, par des avions allemands qui purent lâcher leurs bombes à faible altitude. Deux d'entre elles atteignirent le navire; l'une mit en pièces une embarcation; l'autre fut arrêtée par le pont blindé. L'attaque du « Goeben » échoué aux Dardanelles par l'aviation britannique montra à la fois la difficulté du lancement contre objectif défendu (deux atteintes pour 270 vols) et la résistance du navire protégé à la bombe; les dégâts causés furent insignifiants.

Fort de cette expérience assez limitée, on se lança, après 1918, dans l'étude de la protection du navire contre l'avion.

On renforça les ponts blindés, ce qui n'était pas une exigence aussi coûteuse qu'elle paraissait, car l'augmentation des distances de combat et la menace des projectiles d'artillerie attaquant les ponts sous grand angle imposait déjà ce renforcement. La nécessité d'une protection sous-marine contre la torpille lancée par

bombe d'avion de 1 000 kg lâchée de 8 000 m.

Envisagée sous cet aspect, la protection devenait très satisfaisante contre l'attaque en piqué à basse altitude; la vitesse de la bombe ne dépassait guère celle de l'avion, ce qui est bien peu pour perforer une cuirasse; le piqué, sur les avions modernes, se transformait d'ailleurs, pour les nécessités du redressement, en un semi-piqué convenant aussi mal à la perforation. Les ponts blindés de 70 à 80 mm des croiseurs type « Zara » ou des cuirassés de poche type « Deutschland » devaient arrêter des bombes, même de 500 kg, ainsi lancées en semi-piqué à basse altitude. On ne s'en étonnera pas; c'était là un cuirassement ayant l'épaisseur totale des deux ponts blindés des cuirassés d'avant 1914; la concentration du blindage sur un seul pont favorise la résistance aux projectiles tombant sous grand angle; pour un poids équivalent à celui d'un 340 mm, l'angle de chute de la bombe en semi-piqué est plus élevé,

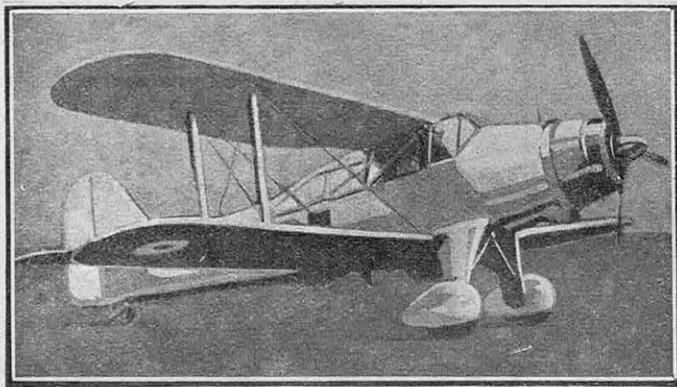


FIG. 10 — LE FAIREY « ALBACORE », AVION TORPILLEUR DE LA FLEET AIR ARM

Ce type d'avion, qui s'était signalé en coulant plusieurs cuirassés italiens au cours de l'attaque de Tarente, a obtenu un moindre succès en mer Ionienne; le « Vittorio-Veneto », attaqué par les avions torpilleurs du porte-avions « Formidable », aurait été atteint à plusieurs reprises, gravement endommagé, mais il put néanmoins rentrer à sa base en échappant à la poursuite des cuirassés britanniques.

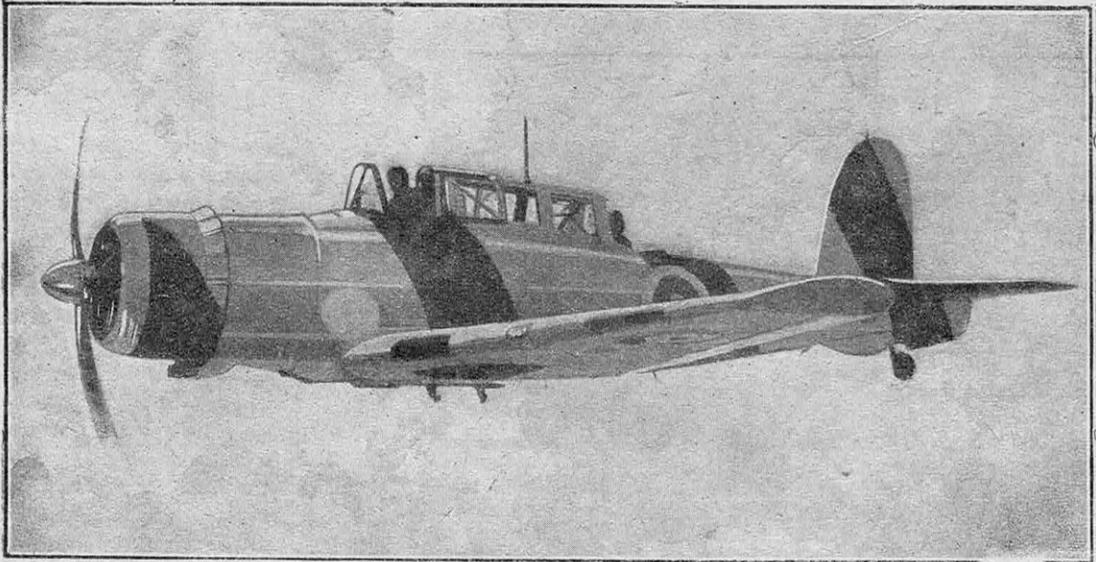
navire et l'explosion des projectiles tombant court sous la flottaison réglait la question vis-à-vis d'un deuxième aspect de la menace aérienne: celui des bombes à grosse capacité tombant au voisinage de la flottaison et des torpilles d'avions. Aussi les défenseurs les plus enthousiastes du cuirassé purent-ils affirmer sans trop d'in vraisemblance que tout navire protégé contre la grosse artillerie était par cela même protégé contre l'avion. La protection contre l'avion atteignait ainsi le stade, cher aux techniciens, où l'on peut chiffrer le degré de protection réalisé. De même qu'il y avait le navire protégé contre le 305 mm au-dessus de telle distance, ou entre telle et telle distance (si l'on tient compte des coups attaquant les ponts sous grand angle), ou à toute distance (si l'on n'a pas lésiné sur les épaisseurs), il y avait le navire protégé contre la bombe d'avion de 500 kg lâchée à moins de 3 000 m, celui qui devait résister à la même bombe à 5 000 m; peut-être même parviendra-t-on, sur les cuirassés américains de plus de 60 000 tonnes, à la protection contre la

mais sa vitesse à l'impact beaucoup plus faible. Si l'on prend comme critère de la protection la non-perforation du pont blindé, les croiseurs type « Zara » étaient donc protégés contre les attaques aériennes à basse altitude. Comment se fait-il qu'ils aient néanmoins subi des avaries assez graves pour faire tomber leur vitesse de 35 nœuds à moins de 25?

C'est que la protection contre la bombe réduite à un pont blindé recouvrant les organes essentiels, machines, chaufferies, soutes à munitions, est quelque chose d'assez conventionnel. On met bien ainsi à l'abri la flottabilité et la stabilité du navire, en même temps que l'on évite l'explosion des bombes dans les compartiments sous blindage. Mais on n'empêche les effets de la bombe ni dans les entreponts situés au-dessus du pont blindé, ni dans les tranches sur l'avant et l'arrière des tourelles extrêmes, tranches décuirassées dont la longueur représente près de la moitié de la longueur totale. Les dégâts qui peuvent en résulter n'étaient pas très importants dans le cas des projectiles d'artillerie; ils peuvent être aussi

graves que la mise hors de service d'une machine ou d'une tourelle lorsqu'ils sont le fait d'une bombe, surtout si l'on emploie un type de bombe adapté au genre d'effet que l'on vise. Le lancement en semi-piqué ne se prête pas à la perforation? Qu'à cela ne tienne; il suffit de remplacer la bombe de perforation par une bombe à très forte teneur d'explosif,

de la charpente au-dessus du pont blindé. Un cuirassé de 1914, à fort tirant d'eau, à charpente peu chargée, aurait supporté une telle avarie sans rompre; un croiseur de 185 m de longueur et 6 m de tirant d'eau, où la charpente est relativement beaucoup plus chargée, la supportera difficilement, surtout si au même moment les compartiments des extrémités



T W 9077

FIG. 11. — LE BLACKBURN « SKUA », AVION DE BOMBARDEMENT DE LA FLEET AIR ARM

Ce type d'avion, qui a connu quelques succès à son actif, paraît être remplacé de plus en plus sur les porte-avions par des avions torpilleurs. Les bombardiers en piqué qui ont touché les croiseurs type « Zara » étaient des appareils de la R.A.F., soit des Bristol « Blenheim », soit des Martin B 26, appareils américains qui commencent à être employés dans les opérations de jour en Méditerranée.

et l'on en obtiendra des résultats au moins aussi intéressants.

Les dégâts seront de nature très variée. Passons sur ceux qui ne concernent que les emménagements ou les installations de commandement et de navigation, encore que l'utilisation d'un navire dont les postes d'équipage sont balayés par les lames, et le roof des passerelles projeté à la mer soit assez incommode, et ne retenons que ceux qui peuvent mettre en péril le navire lui-même ou ses moyens de combat.

Les avaries de charpente suffisent à compromettre sa résistance. On peut s'en faire une idée d'après les dégâts produits par les mines magnétiques dont les 350 kg d'explosif éclatant à quelques mètres sous la coque suffiraient quelquefois à couper un cargo en deux. La bombe de 500 kg à 60 % d'explosif en porte 300 kg; c'est suffisant pour couper toutes les tôleries

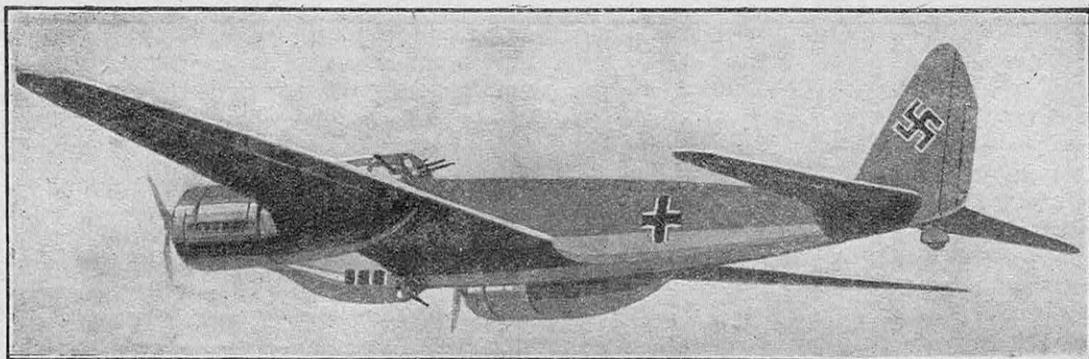
décurassées sont envahis par la mer.

Les tourelles de croiseurs sont un autre point faible. Elles sont en général protégées par les mêmes épaisseurs de blindage que la coque, souvent même mieux. Mais leur masse, sur un croiseur, reste faible. Il est fort à craindre que l'explosion d'une bombe de 500 kg sur le pont blindé, au voisinage d'une assise de tourelle double de 203 mm, ne cisaille l'assise et sa couronne blindée et n'expédie la tourelle et son personnel à la mer.

Et même, d'une manière générale, peut-on admettre que les installations sous pont blindé ne sont pas gravement touchées par les explosions de grosses bombes qui ne parviennent pas à le traverser? L'expérience du combat a montré l'inefficacité des gros projectiles éclatant dans ces conditions; l'expérience de polygone a même prouvé l'illusion des inventeurs qui espéraient perforer les blindés

dages au moyen de projectiles à très forte teneur d'explosif éclatant au contact de la cuirasse. Mais le résultat tient à ce que les projectiles de rupture contiennent de 2 à 4 % d'explosif, les projectiles à forte teneur 15 à 20 % d'explosif. Nous doutons fort que la conclusion soit valable pour des bombes à 300 kg d'explosif éclatant au contact d'un pont blindé de 70 mm; il est probable que les plaques de pont modernes, plus dures, donc plus

vitesse était le plus fragile, mais cela pouvait s'entendre de bien des façons qui ne se rapportaient pas à la conservation de la vitesse au combat. La vitesse était fragile parce que les appareils propulsifs, autrefois surtout, n'avaient pas la durée d'un canon ou d'une plaque de blindage et exigeaient des refontes coûteuses; elle était fragile parce que les appareils propulsifs se démontaient plus rapidement que les canons et les blinda-



T W 9080

FIG. 12. — LE JUNKERS JU 88, DERNIER AVION D'ASSAUT ALLEMAND

Le Junkers Ju 88, dernier type d'avion d'assaut allemand, tend à remplacer de plus en plus le Ju 87 dans toutes les missions d'attaque à basse altitude à terre comme à la mer. Ce sont des Ju 88 que le communiqué britannique affirme avoir été descendus au cours de la rencontre. Le Ju 88 est un bimoteur de combat, beaucoup plus rapide que le Ju 87, puisqu'il battit en mars et juillet 1939 les records de vitesse avec 2 tonnes de charge utile sur 1 000 et 2 000 km, respectivement avec 517 et 511 km/h. De source britannique, on estimait sa vitesse, fin 1940, à 465 km/h, avec les postes de défense actuels. L'appareil avait d'abord été conçu uniquement pour le bombardement en vol horizontal, et transformé ensuite pour le bombardement en piqué. Le Ju 88 peut emporter 1 800 kg de bombes avec 2 290 litres d'essence, ou 1 000 kg de bombes avec 3 500 litres. Son poids total est de 11 500 kg. Avec lui, l'aviation d'assaut entre dans la voie des appareils de gros tonnage à grand rayon d'action. Grâce aux bases dont dispose l'Axe en Méditerranée, aucun point de cette mer n'échappe plus aujourd'hui à l'aviation d'assaut.

fragiles que celles d'autrefois, soient projetées en gros fragments dans les compartiments qu'elles recouvrent, au grand dommage des installations qui s'y trouvent.

Mais, de toutes les avaries que peuvent causer les bombes d'avions en dehors des tranches qualifiées de protégées, les plus graves, parce que les plus probables et les plus faciles à obtenir avec des bombes même légères, sont les avaries au bordé de carène. La vitesse ne se conserve que si, séparément, l'appareil propulsif et la carène restent intactes. La protection de l'appareil propulsif n'est pas la « protection de la vitesse ». Et il semble bien que c'est par là qu'ait péché la protection des « Zara ».

Jusqu'ici, la question de la protection de la vitesse ainsi entendue ne s'était pas posée. On affirmait bien que de tous les facteurs de puissance du navire, la

ges, et que le croiseur cuirassé qu'on avait cru faire rapide en lui donnant 22 nœuds, se trouvait surclassé, cinq ans après son entrée en service, par des cuirassés à 23 nœuds. Mais rien ne permettait d'incriminer la fragilité de la vitesse au combat. La vitesse se conservait même beaucoup mieux que l'artillerie, si l'on en juge, au cours de la guerre de 1914-1918, par le nombre de croiseurs légers, de croiseurs cuirassés et de croiseurs de bataille, qui, aux Falkland, au Dogger Bank ou au Jutland naviguaient à toute vitesse avec une grande partie de leur artillerie hors de service. Plus récemment, la bataille du Rio de la Plata prêta à la même constatation; le plus touché des croiseurs anglais avait ses machines intactes après avoir perdu presque toute son artillerie.

Le risque d'avaries au bordé de carène n'était d'ailleurs pas passé inaperçu, et

certaines marines, la française et l'allemande entre autres, avaient cru devoir, avant 1914, cuirasser à cette fin leurs navires de ligne jusqu'aux extrémités par un blindage mince. Moitié plus mince que le blindage recouvrant la partie centrale, il ne visait pas à préserver l'avant et l'arrière de toute atteinte de projectiles de gros calibre. Mais ceux-ci le traversaient en faisant un trou rond, et s'ils éclataient avant d'être ressortis, ne déchiquetaient pas les blindages minces comme ils l'auraient fait d'une tôle. L'expérience de la guerre montra que cette précaution était superflue. On ne reproduisit pas la cuirasse d'extrémités sur les navires construits après 1918, et, comme on avait un besoin sérieux de poids pour d'autres articles, on se mit même à décuirasser une grande partie de la longueur. C'est ce qui explique le plus souvent qu'on ait si bien pu « concilier » vitesse et protection. Si un « Zara » a une ceinture de 140 mm, c'est qu'elle règne sur à peine plus de la moitié.

Or, si le risque de destructions étendues de la carène immergée par le projectile d'artillerie n'est pas très grave, il en est tout autrement dans l'attaque à la bombe d'avion. Beaucoup plus chargée en explosif que le projectile de même poids, la bombe d'avion qui atteindra les compartiments non protégés de l'avant et de l'arrière, ou celle qui tombera à la mer à quelques mètres de ceux-ci, ou même celle qui tombera à la mer à pareille distance de la cuirasse de ceinture, provoqueront des déchirures étendues dans les tôles du bordé de carène, dont l'effet total sera une chute de vitesse qui peut être considérable. On relève souvent dans les communiqués l'affirmation que des bombes ont atteint un navire ou du moins en sont tombées très près. Dans le cas du croiseur protégé qui rentre à sa base à toute vitesse, ces dernières sont les plus dangereuses. Les chapelets de bombes de 100 ou 200 kg qui atteignent le pont blindé n'empêchent pas le retour; une seule bombe de 50 kg, chargé à 30 kg d'explosif (c'est la charge d'un projectile de rupture de 406 mm) et éclatant à deux mètres de la carène peut faire tomber la vitesse de plusieurs nœuds.

Un croiseur type « Zara » demande 120 000 ch environ pour faire 35 nœuds; pour que sa vitesse tombe à moins de

25 nœuds si la carène reste intacte, il faut que la puissance tombe à moins de 30 000 ch, c'est-à-dire que pas même une seule des quatre machines et des chaudières correspondantes soit restée intacte. L'expérience de la résistance des appareils propulsifs au cours des combats navals rend cette hypothèse extrêmement improbable, surtout sur trois croiseurs à la fois. Il est fort possible que le « Pola », comme l'ont indiqué des nouvelles non officielles, ait eu une chaufferie mise hors de service par les bombes. Mais ce qui est infiniment plus probable, c'est que les appareils propulsifs presque intacts des trois « Zara » n'auront pas suffi à ramener au port les coques criblées de bombes légères par les avions de la R.A.F.

Navire ou avion?

Les opérations navales, ou même aéronavales, ne prodiguent pas leurs enseignements. On ne doit pas s'étonner qu'il ait fallu dix-huit mois pour que la puissance de l'avion commence à se faire sentir dans le combat sur mer. Pourquoi l'aviateur aurait-il le privilège d'avoir seul découvert, pendant les dix années de paix où il a disposé d'un matériel qui lui permettait d'attaquer sérieusement le navire, les armes et la tactique convenables, quand tant de pays qui pouvaient juger le char sur ses résultats de 1916-1918 n'en avaient pas encore compris l'emploi?

« C'est au cours de la première année de guerre que nous apprenons à nous battre pour la deuxième », a dit un ancien militaire fort connu qui ne passe cependant pas pour manquer d'imagination. L'aviation, elle aussi, a besoin de cet entraînement préparatoire pour apprendre à combattre le navire. Les premières escadrilles, lancées sur des navires au port, vont s'écraser sur leurs ponts; les survivants améliorent leurs méthodes et parviennent à couler quelques torpilleurs ou croiseurs légers; on attaque ensuite avec succès à la torpille des cuirassés au mouillage; on s'en prend aux porte-avions et aux croiseurs d'escorte des convois; on continue par une escadre de croiseurs. Ce n'est certainement pas le dernier succès de l'avion; il faut simplement avoir la patience d'attendre.

Camille ROUGERON.

DANS QUELLE MESURE LA PÊCHE EN MER PEUT-ELLE CONTRIBUER A NOTRE RAVITAILLEMENT ?

par Jean LABADIE

La France consommait avant la guerre plus de 250 000 tonnes de poisson par an, dont la plus grande partie provenait de bancs lointains (Terre-Neuve). Comme toutes ses autres ressources alimentaires, celle-ci s'est trouvée brusquement diminuée du fait de la guerre qui interdit l'accès des meilleurs bancs à nos chalutiers. Quelles sont les possibilités qui restent aux flottilles de pêche désireuses d'apporter leur contribution à notre ravitaillement? Contrairement à ce qui se passe sur terre, les mers sont d'autant moins fertiles qu'elles sont plus chaudes. La Méditerranée est une mer pauvre dont l'exploitation ne peut être sensiblement améliorée par l'emploi de nouveaux chalutiers. La pêche sur des bancs plus fertiles mais éloignés (Tunisie, côtes du Maroc) pose, en raison du climat très chaud de ces régions, le problème de la conservation du poisson, et seuls des chalutiers munis d'installations frigorifiques modernes pourront l'entreprendre avec succès.

LA perte brutale d'une grande partie de ses ressources alimentaires a contraint la France à reporter sur la mer une partie de ses espoirs concernant son ravitaillement. Mais du point de vue de la pêche en mer, la situation est beaucoup moins favorable qu'elle n'était avant la guerre.

Les côtes de l'Océan ne peuvent plus figurer, jusqu'à la fin des hostilités, qu'un « front de guerre », une parallèle d'attaque, aérienne et marine. De Boulogne à Saint-Jean-de-Luz, laissât-on les chalutiers reprendre leur patiente récolte de harengs, de sardines, de soles et de raies, qu'ils ne pourraient plus travailler en paix sur le vaste « plateau continental » qui, entourant de ses hauts-fonds les Îles Britanniques, relie celles-ci aux terres baltiques d'une part et, d'autre part, aux côtes françaises. Le plateau sous-marin franco-britannique n'est plus qu'un vaste champ de bataille.

C'est donc surtout à la Méditerranée, dont les côtes seules demeurent libres, qu'on a pensé demander, sinon de combler, du moins d'atténuer le déficit alimentaire causé par le chômage forcé des pêcheurs de l'Océan, de la Manche et de la mer du Nord. D'autant que les flottes de pêche boulonnaise, bretonne, charentaise s'étaient naturellement réfugiées en Méditerranée, où beaucoup de chalu-

tiers se trouvaient, du reste, mobilisés entre Alger et Toulon.

Cette flotte, réarmée à la pêche, que peut-elle donner sur son nouveau champ d'activité?

La Méditerranée est trop profonde pour être fertile

En juillet 1940, les équipages du Nord, évacués d'Angleterre, commencèrent d'affluer. L'Amirauté s'est trouvée en présence d'un matériel, humain et mécanique, tout équipé. Prudente, elle a envoyé quelques chalutiers seulement, à l'essai, au compte de l'Intendance, tandis qu'à son invitation des armateurs à la pêche professionnels étudiaient la question méthodiquement. Aujourd'hui, l'expérience fournit des conclusions péremptives.

Pour commencer, voici un premier fait, relevé à Sète, touchant les deux ou trois chalutiers boulonnais expédiés aux côtés de leurs camarades méditerranéens : les chalutiers locaux rapportaient un tiers de plus de poisson que ceux du Nord, dans les mêmes conditions de travail.

Naturellement, après quelques mois d'échanges de vues avec leurs camarades méditerranéens, les Boulonnais feront aussi bien qu'eux — mais non pas mieux. Pourquoi? Simplement parce que la pêche en Méditerranée n'est et ne peut de-

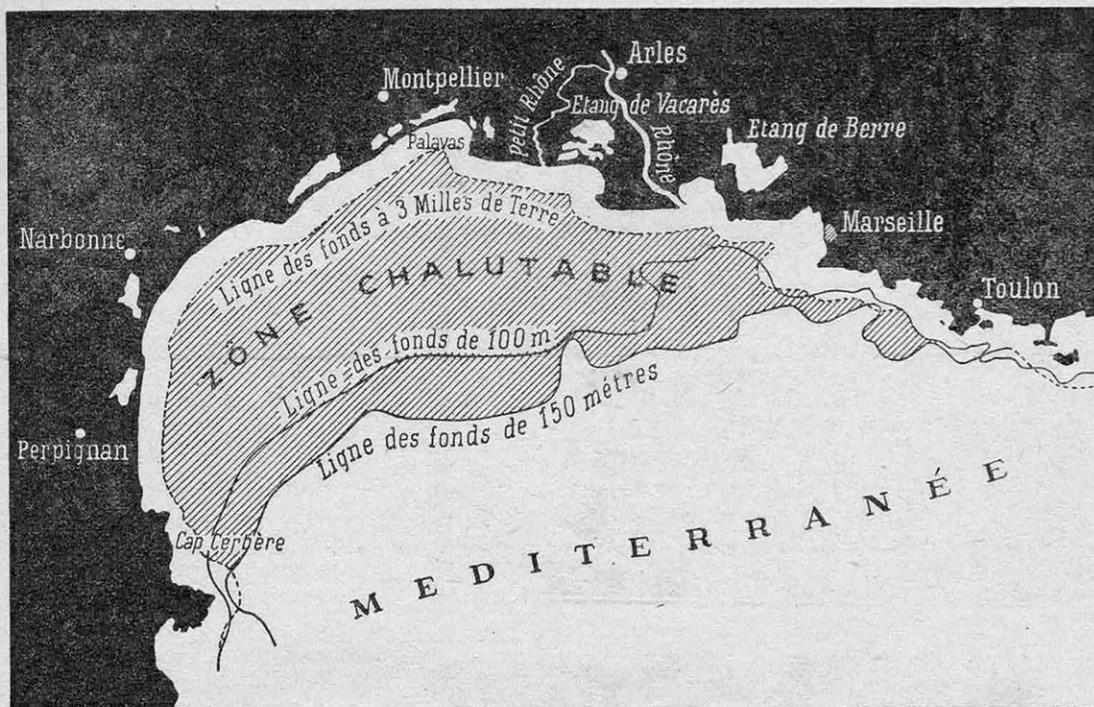


FIG. 1. — L'ÉTROIT PLATEAU CONTINENTAL CHALUTABLE AU LARGE DE LA CÔTE FRANÇAISE DE LA MÉDITERRANÉE

meurer que ce que l'ont faite des siècles d'expérience laborieuse.

Les pêcheries de la Méditerranée n'ont presque rien de commun avec celles des côtes de l'Atlantique, de la Manche et de la mer du Nord. Là un vaste plateau continental — c'est ainsi que les océanographes dénomment le palier sous-marin plus ou moins large qui prolonge, le plus souvent, à moins de 200 mètres de fond, le rivage proprement dit en avant des grands fonds — constitue une immense prairie sous-marine au-dessus de laquelle flotte en suspension dans l'eau un magma d'algues, de crustacés, d'animalcules le plus souvent microscopiques appelé plancton. Sur ces hauts fonds, un cycle de l'azote et du phosphore peut se constituer : les nitrates et les phosphates en solution dans l'eau sont rapidement fixés par les végétaux, et ceux-ci servent de pâture aux animaux. Les cadavres d'animaux de toutes tailles tombent au fond après leur mort en se décomposant, et constituent un engrais ; la lumière solaire permet à des végétaux de recombinaison ces sels sous forme de matière vivante. Au contraire, si la profondeur des eaux vient à augmenter, les cadavres d'animaux tombent dans une région que la lumière n'atteindra plus et sont perdus pour le cycle.

Les bénéficiaires de ce cycle organique sont les poissons, et leur abondance est étroitement fonction de la richesse du plancton.

La Méditerranée est une fosse à peu près dépourvue de plateau continental. Les profondeurs inférieures à 200 mètres ne se rencontrent, sur une bande vraiment importante, que dans le golfe du Lion. Tirez une ligne idéale allant du phare du Planier, au seuil de la rade de Marseille, jusqu'au cap Cerbère, frontière de l'Espagne. Cette ligne délimite à peu près les hauts-fonds de la côte française (fig. 1).

Mais encore, le plateau sous-marin ainsi délimité ne saurait être comparé au classique plateau continental d'origine géologique. Celui-ci est d'origine sédimentaire et constitue très exactement le prolongement sous-marin du delta du Rhône. Ce sont les alluvions du fleuve, chargé d'érosions alpestres, qui comblent lentement les abords immédiats des côtes de la Provence et du Languedoc. La flore y est maigre, très différente des « prairies » océaniques. Il en résulte une assez grande pauvreté du plancton méditerranéen comparé au plancton océanique.

Le poisson méditerranéen est en général peu nombreux et de petite taille parce

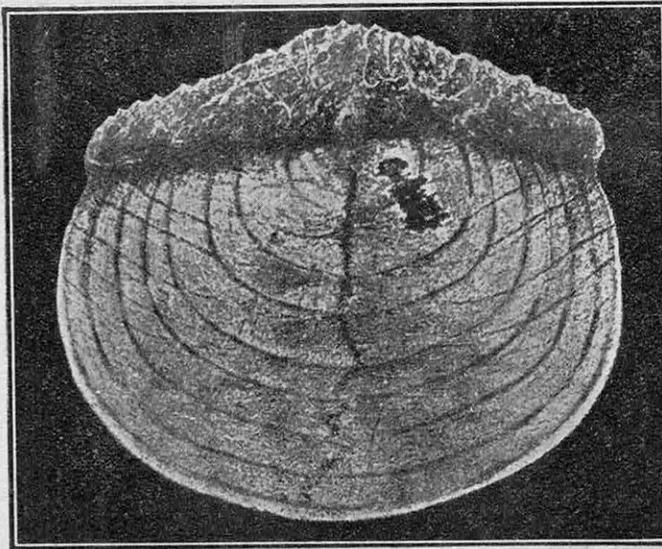
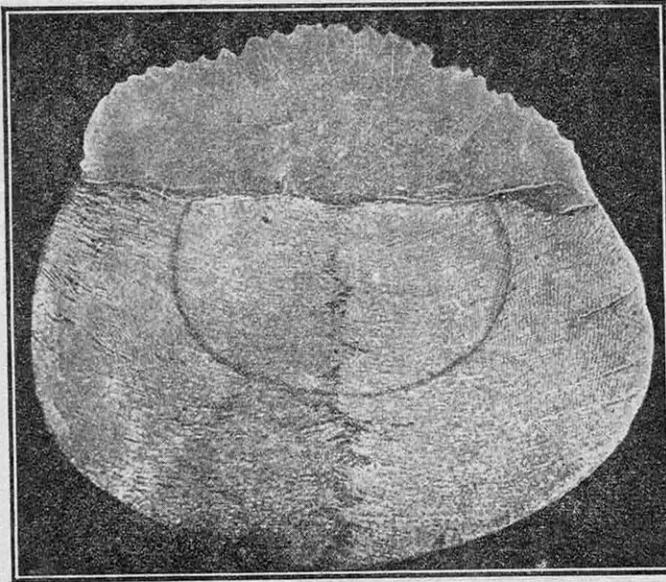


FIG. 2. — LES ÉCAILLES D'UN POISSON NOUS RENSEIGNENT SUR SON AGE

Les écailles d'un poisson s'accroissent par addition de lamelles successives à leur pourtour. Cette croissance est d'autant plus rapide que le poisson est nourri plus abondamment. L'abondance de la nourriture étant sujette à des variations saisonnières, il en résulte qu'elles croissent moins vite l'hiver que l'été, et que l'écaille prend une structure striée. Le nombre de stries permet de calculer l'âge du poisson. En haut : l'écaille d'un hareng de 2 ans. En bas : celle d'un hareng de 8 ans.

que mal nourri. Qu'il s'agisse du thon, du maquereau, de la sardine ou de tout autre espèce, le poisson a ceci de particulier qu'il atteint une « taille adulte » (terme de la croissance) d'autant plus grande qu'il a vécu dans un milieu plus nutritif. On le prouve scientifiquement par l'observation des écailles.

Celles-ci se développent inégalement, suivant les saisons, et croissent moins vite en hiver qu'en été; il en résulte une structure striée assez analogue à celle qu'on observe sur un tronc d'arbre que l'on scie pour l'abattre : l'âge du poisson s'y trouve inscrit et il n'est que de compter les stries pour le connaître.

Il est donc très aisé de constater que des individus de même race à écailles vivant en Méditerranée et dans l'Océan atteignent, à âge égal, une grosseur de beaucoup supérieure dans l'Atlantique. Un gros thon atteint en Méditerranée 50 kg; pour un pêcheur breton, c'est une pièce très moyenne. Commun dans l'Océan, le thon de 150 kg est une curiosité en Méditerranée.

Ce n'est pas ici le lieu d'approfondir la relation existant entre la taille individuelle du poisson, sa multiplicité (étendue des « bancs ») et la richesse nutritive du milieu. Sachons seulement que, dans cette « grande famille » qu'est un banc de sardines par exemple, ce sont, faute de plancton, les alevins et même les œufs qui servent de nourriture aux parents, décidés, tel Ugolin, à assurer l'avenir de la famille.

Aussi, le seul plateau qui soit méthodiquement chalutable le long de nos côtes méridionales se trouve médiocrement peuplé. A tel point qu'un même chalutier relève en trois jours de pêche dans la mer du Nord le même tonnage de poissons qu'en un mois dans le golfe du Lion. C'est bien ce qui explique l'insuccès relatif des équipages boulonnais rompus aux pêches quasi automatiques de leurs parages.

De la pêche industrielle en mer du Nord à la pêche artisanale en Méditerranée

De plus, les hauts-fonds méditerranéens ainsi constitués, par envasement de bas-fonds rocheux, comportent çà et là des

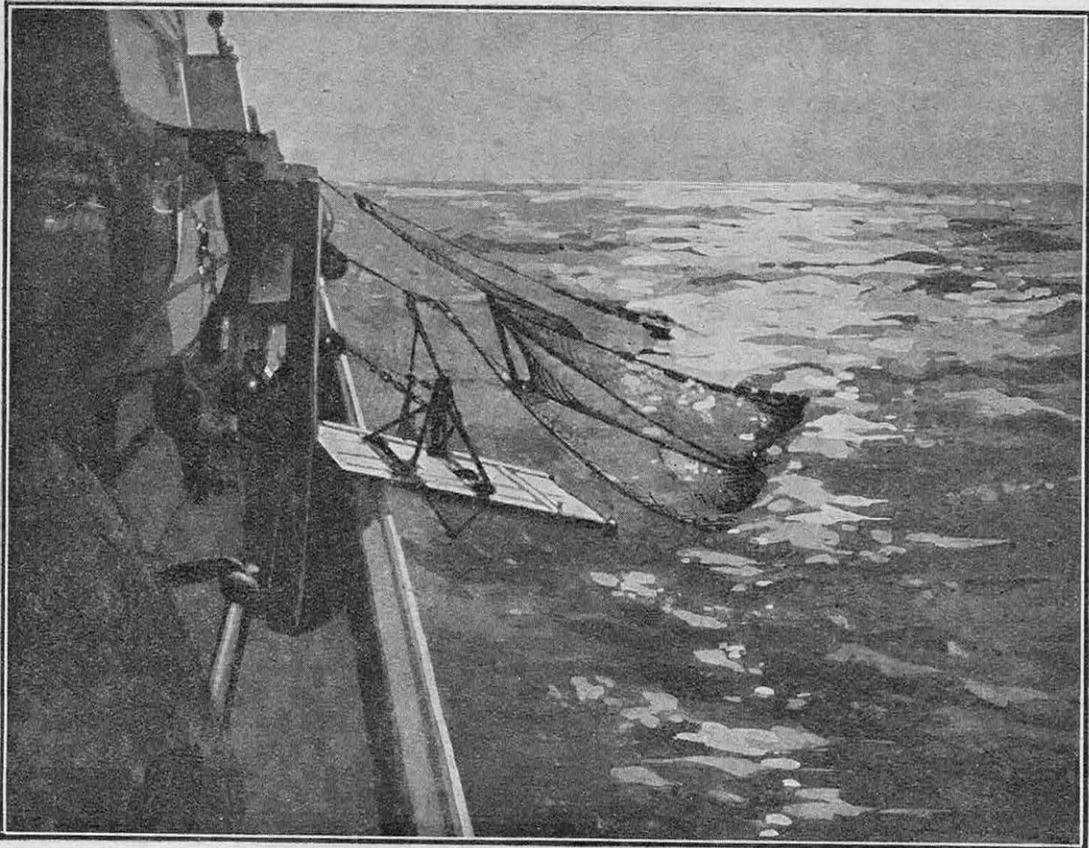


FIG. 3. — LE RELEVAGE D'UN CHALUT : L'OUVERTURE DU FILET ÉMERGE

T W 7089

On remarque sur cette photographie les divers organes destinés à maintenir béante l'ouverture du chalut : flotteurs à la partie supérieure, pièce de bois écartant verticalement les deux « lèvres » de l'ouverture, panneaux déflecteurs en bois qui l'écartent dans le sens de la largeur et balaient tout sur une largeur de 150 mètres.

écueils non encore recouverts que, seule, une longue pratique (dont les traditions se transmettent de père en fils et de matelot à mousse) permet de connaître, puisqu'ils n'intéressent pas les cartes de navigation. Tel patron de chalutier connaît « par cœur » les divers parages où il manœuvre et s'y guide en reconnaissant à la sonde la nature, soit vaseuse, soit sablonneuse, soit herbeuse, des fonds. Suivant que le chalut rencontre des étoiles de mer ou certaines algues, et qu'on se trouve par tel « alignement » (à supposer que le rivage soit en vue et « visible »), on est situé dans une bonne ou dans une mauvaise passe. Ne pas tenir compte de ces indications, c'est courir le risque de rentrer bredouille ou, pire, d'accrocher le filet. La pêche ainsi conçue, même au chalut, revêt un caractère quasi-artisanal. Plus exactement, ses ouvriers sont de véritables « paysans de la mer », dont l'instinct et les traditions constituent toute la méthode efficace.

Concluons : la mobilisation de nouveaux chalutiers n'est pas une chose qui s'improvise : les équipages du Nord doivent, ici, se remettre à l'école « locale ». De plus, leur travail accumulé ne remplacera jamais celui qu'ils font d'habitude, en Atlantique.

La salinité et l'inertie des eaux, autres causes de la stérilité méditerranéenne

Fosse abrupte provenant d'un effondrement que les géologues situent à l'aube de l'époque tertiaire, la Méditerranée est d'une salinité supérieure à celle des grands océans.

Pour bien évaluer l'influence de la salinité sur le développement de la faune marine, il faut se reporter aux études effectuées par l'office des pêches concernant les migrations des poissons, notamment à la suite des campagnes du *Théodore-Tissier* (1), sous la direction du D^r Le

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 185, nov. 1932.

Danois, directeur de l'office des pêches. La concentration des sels dans l'eau de mer influence d'abord ce que les biologistes dénomment le *pH* (alcalinité) dont on sait que la constance figure une condition essentielle à la vie.

Une deuxième caractéristique de l'eau de la mer, non moins importante du point de vue biologique, est sa température. C'est en étudiant la température et la salinité des eaux marines que le D^r Le Danois a été amené à établir sa théorie des transgressions marines (1). L'Océan, comme un verre d'eau où l'on aurait versé des solutions de densité différente, renferme non pas une seule sorte d'eau, mais des lentilles d'eau d'origine géologique différente baignant les unes dans les autres et entourées par les eaux douces d'origine récente qui ruissellent des continents. Ces lentilles d'eau, sans jamais se mélanger entre elles, se déforment, s'élargissent ou se contractent suivant de véritables « marées » aux périodes complexes (2), mais de mieux en mieux connues.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 266, août 1939.

(2) 1 an; 4,6; 9,3; 18,6 et 111 ans.

Les vastes mouvements d'avance et de recul qu'impriment ces marées aux eaux de salinité différente s'écoulent suivant des contours dépendant de leur intensité et du relief des hauts-fonds balayés.

Certains poissons vivent dans les eaux salées et chaudes : ce sont le thon, le maquereau, le merlan; d'autres, tels la morue et le hareng, recherchent les eaux froides et relativement douces; tous ces poissons suivent les marées que nous venons de décrire en restant toujours du même côté de la frontière séparant les deux sortes d'eau.

Le plateau continental submergé qui entoure de toutes parts les Iles Britanniques et que recouvrent les eaux de la « Mer Celtique », ainsi nommée par M. Le Danois, a gardé les profondes rainures que constituaient autrefois les lits des fleuves avant que la mer ne les envahit. C'est ainsi que le lit du Rhin se continue jusqu'aux côtes de l'Ecosse avec comme affluent la Weser, l'Elbe et la Tamise, tandis que la Seine va finir très au large d'Ouessant et que la Severn draine la mer d'Irlande jusqu'à cette « grande sole » bien connue des pêcheurs où son « estuaire



FIG. 4. — LA DERNIÈRE PHASE DU RELEVAGE D'UN CHALUT : LA POCHE PLEINE DE POISSON ÉMERGE.



FIG. 5. — UN BEAU COUP DE FILET : LE CONTENU DE LA POCHE EST VIDÉ SUR LE PONT

T W 7092

sous-marin » figure un véritable trou à poissons.

Ces estuaires reçoivent, en effet, en tout temps des eaux fraîches où les sels azotés sont perpétuellement renouvelés. Elles sont donc particulièrement fertiles en plancton, partant en poisson.

Au contraire, la Méditerranée est une mer que n'anime aucune de ces transgressions marines, qui permettent de prévoir scientifiquement le rendement des campagnes de pêche. Dépourvue de plateau continental, elle n'offre pas davantage aux poissons de « bassins fluviaux » sous-marins. Le plus grand fleuve des rivages nord-méditerranéens, le Rhône, ne se prolonge pas sous la mer. Au sud, l'autre grand fleuve, le Nil, pas davantage. Leurs eaux douces à plancton plus riche, toujours voisines des bords, ne se déplacent pas. Elles ne s'écartent guère des hauts fonds littoraux très étroits.

La Méditerranée, mer épuisée par ses riverains

Est-ce tout en fait de causes de dépeuplement de la Méditerranée?

Pas encore! Aux causes naturelles que nous venons d'analyser, il faut ajouter

les causes créées de main d'homme. D'abord, la Méditerranée figure la plus ancienne pêcherie du monde, puisqu'elle est le berceau de la civilisation. Une exploitation aussi continue n'est pas sans répercussion sur le peuplement. Ensuite, c'est sur les rives méditerranéennes que la pêche est demeurée le plus anarchique jusqu'à ces derniers temps. Un chalut de petites dimensions, le « gangui » a été mis au point, de longue date, par les Catalans, en vue d'opérer au plus près des côtes, puisque le large est interdit à l'outillage courant. De petites mailles, ce filet draine le menu fretin et détruit les frayères. Ce n'est que depuis peu de temps que ce genre de chalutage est interdit à moins de 3 milles des côtes françaises. Mais le mal causé est à présent séculaire.

Enfin, il convient de noter que les chalutiers normaux de la Méditerranée adoptent, à l'instar de ceux de l'Océan, la fameuse méthode de l'Otter-Trawl (procédé Vignerou) qui triple l'efficacité du chalut. Rappelons en quoi elle consiste. Le chalut ordinaire se compose d'une poche d'environ 37 mètres de longueur et de 20 mètres d'ouverture, précé-

dée de filets rabatteurs à larges mailles que deux « panneaux » de bois, placés à une incidence convenable sur les filins de remorque, maintiennent écartés par le seul effet de déflexion du mouvement d'avance. Ainsi équipé, le chalut balaie un champ de 50 mètres. Si, maintenant, vous installez, très en avant des panneaux déflecteurs solidaires du filet, un second jeu de panneaux, ces derniers vont encore écarter les câbles de remorque sur une largeur d'environ 100 mètres. De plus, comme ce deuxième jeu de panneaux soulève un nuage de vase ou de sable, en traînant sur le fond, cette brume sous-marine dessine, de part et d'autre du champ de pêche, un véritable mur opaque, dans lequel le poisson effrayé ne s'engage pas. Les deux murailles d'opacité rabattent donc tout le poisson vers le filet de queue. En sorte que la bande du fond marin balayée par le chalut n'est plus de 50, mais de 150 mètres. Avec un tel système, les pêcheries de l'Océan se dépeuplent à vue d'œil. Que dire du littoral méditerranéen déjà pauvre ?

Les migrations des poissons en Méditerranée

Malgré l'inertie de ses eaux, la Méditerranée est parcourue par des bancs de poissons migrateurs qui aux mêmes époques de l'année passent à peu près aux mêmes points. Ici il ne s'agit pas pour le poisson de suivre un milieu nutritif qui se déplace, mais d'obéir alternativement à deux besoins également impérieux de l'espèce : la nourriture qui exige qu'il se disperse au maximum, la reproduction qui exige la concentration de tous les adultes sur un petit espace où les mâles pourront féconder les œufs semés par les femelles. Au moment de la reproduction, tout le comportement d'une espèce de poisson pourra se trouver modifié. Un poisson des eaux fortement salées pourra rechercher l'eau douce et inversement. Ce

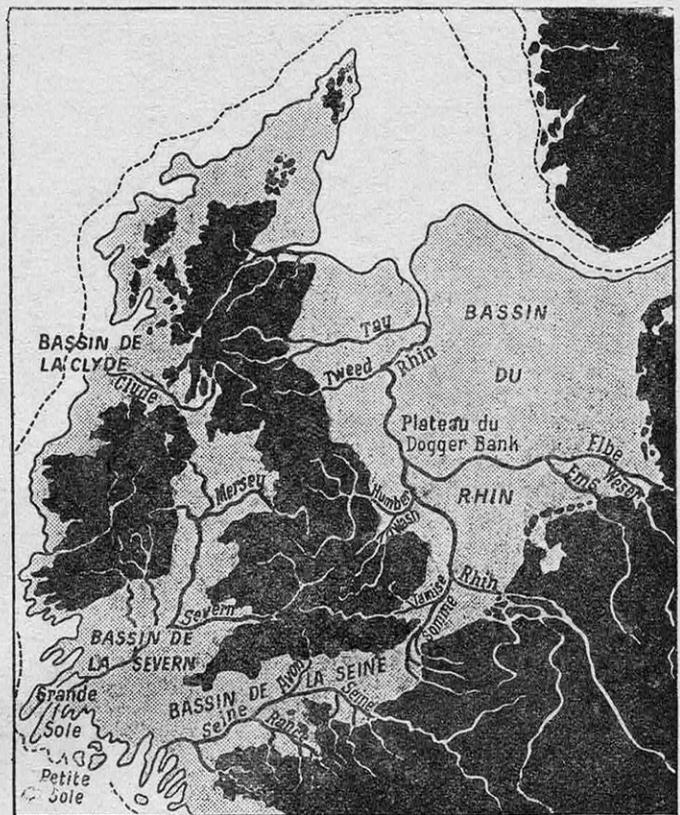


FIG. 6. — LES ESTUAIRES SOUS-MARINS DES FLEUVES DU NORD DE L'EUROPE

Cette carte, dressée par M. Le Danois, figure le cours sous-marin des fleuves du nord de l'Europe jusqu'à leur estuaire en bordure du plateau continental autrefois émergé. Ces estuaires, tels la Grande Sole, sont de véritables fosses à poisson, car des eaux perpétuellement renouvelées y apportent au plancton végétal les sels minéraux dont il a besoin pour se développer.

changement de besoins pourra même entraîner des migrations « anadromiques » (en profondeur) qui feront remonter les poissons de la mer dans les fleuves (saumons, aloses) ou, inversement, les feront descendre des fleuves dans la mer (anguilles). On devine tout de suite que le passage de ces bancs sera un phénomène essentiellement fugitif, dont il faut profiter bien vite, car le lendemain il est déjà trop tard.

Ces migrations longtemps mystérieuses commencent à être convenablement connues. C'est ainsi que l'on connaît les migrations du germon (thon blanc) dans l'Atlantique (fig. 10). Le thon rouge se concentre pour frayer dans le golfe d'Espagne et dans les eaux de la Méditerranée orientale vers les mois de mai et juin. A partir de juillet, il a terminé la ponte et se disperse dans toutes les directions

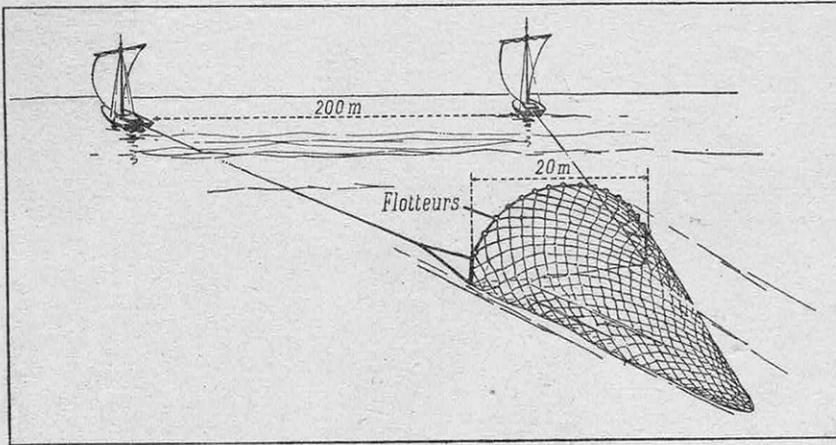


FIG. 7. — PROCÉDÉ PRIMITIF DE CHALUTAGE EN MÉDITERRANÉE : LE CHALUTAGE « AUX BŒUFS »

Deux petits voiliers remorquent le chalut par deux câbles fixés de chaque côté de l'ouverture de la pêche, en restant à une certaine distance l'un de l'autre. Les câbles de traction maintiennent ouverte la poche du chalut.

en des bancs qui atteignent les uns la mer Noire, les autres la mer du Nord (en empruntant les eaux chaudes qui, à cette époque, contournent l'Irlande et l'Écosse). L'année suivante les ramène à leur point de départ.

Le saumon qui remonte les fleuves pour y pondre et redescend se nourrir dans les profondeurs de la mer ne quitte pour ainsi dire pas les eaux du fleuve natal, car il reste cantonné, en dehors de ses périodes de ponte, dans les eaux douces en bordure du plateau continental. La remontée des fleuves par l'aloise est son dernier voyage, car elle meurt immédiatement après avoir pondu.

Mais la migration la plus extraordinaire est certes celle de l'anguille qui franchit quelques milliers de kilomètres pour aller pondre dans la mer des Sargasses et dont les descendants nous reviennent au bout de plusieurs années sous la forme de minces cordons transparents appelés civelles.

Toutes ces migrations offrent (sauf pour les espèces comme le saumon qui ont

été depuis longtemps exterminées en Europe) la possibilité de prises fructueuses, mais de peu de durée.

La pêche côtière du thon et de l'anguille

De cet examen critique des ressources de la Méditerranée, il ressort qu'on ne peut guère espérer accroître son rendement en poissons pour notre ravitaillement actuel. La pêche locale manque d'engins :

les filets sont un « tissu » de choix dont la rareté aussi se fait sentir. La pêche à la senne, cet immense filet que l'on déploie à quelques encablures du rivage d'où on le « tire » ensuite à bras d'homme pour le ramener avec ses prises sur la plage (à moins qu'on ne le relève à bord de canots du côté du large); la pêche à la *madrague* (véritable « piège » à poissons constitué par un filet formant « pare ») ne prêtent à aucune intensification.

Quant à ces « passages » de thons, à l'affût desquels vivent certains villages du golfe, tel Palavas, près de Montpellier, comment les exploiter mieux que ne font les pêcheurs locaux? A Palavas, quand, au mois d'août, le thon quitte ses

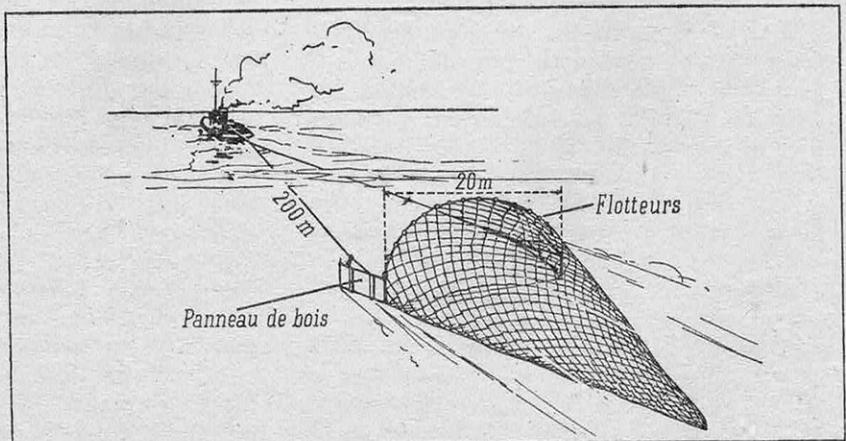


FIG. 8. — LE CHALUTAGE A UN SEUL BATEAU « A LA VACHE »

Ici le chalut est maintenu ouvert par deux panneaux déflecteurs qui sont maintenus écartés par la résistance que l'eau offre à leur déplacement.

frayères de la Méditerranée orientale pour se répandre partout en bancs serrés, un bateau guetteur surveille constamment le large. Dès que les bancs apparaissent, toujours à l'improviste, un signal est donné. En un quart d'heure, le quartier des pêcheurs est désert : tout le monde a embarqué. Et la pêche commence. On encercle les thons avec de longs filets atteignant parfois 6 000 mètres. Une fois le troupeau marin encerclé, on le concentre par enroulement du long filet en spires de plus en plus serrées. Rabattus au centre et tassés à se toucher, les thons s'entre-tuent : la mer est rouge de sang. On embarque tout ce qu'on peut au harpon, et l'on rentre. En attendant la prochaine alerte, nos « paysans de la mer » redeviennent « paysans de la terre ». N'empêche que certaines années les habitants de Palavas ont pêché jusqu'à 12 millions de kilogrammes de thons.

A l'automne avancé, ce sont les anguilles qui envahissent les étangs de cette côte basse. La pêche se borne alors à un véritable ramassage : en temps normal, des wagons frigorifiques spéciaux venaient de Hollande et d'Italie embarquer ces cargaisons de thons et d'anguilles. Car nul marché français ne pouvait les absorber autrement que pour la conserve. Mais aujourd'hui, où sont les frigorifiques ? Et où l'huile nécessaire à la fabrication des conserves ?

La pêche au large et le problème du transport

Avec les moyens frigorifiques de transport, nous touchons le véritable point névralgique de la pêche industrielle moderne. Dotez les chalutiers de chambres froides, et vous pouvez les envoyer pêcher n'importe où, à plusieurs semaines de mer. Et c'est précisément en Méditerranée, plus encore que dans l'Océan, que le

froid industriel peut seul accroître le rendement pratique de la grande pêche.

C'est sur la côte africaine française que les chalutiers ont seulement quelque chance de faire leur plein, à des prix de revient rémunérateurs.

Il existe d'abord, dans le golfe de Tunis, entre la côte et les îles Kerkenna, un plateau sous-marin géologique, bien connu des pêcheurs qui en extraient des milliers de langoustes. Ces crustacés peuvent, en effet, se conserver dans les cales

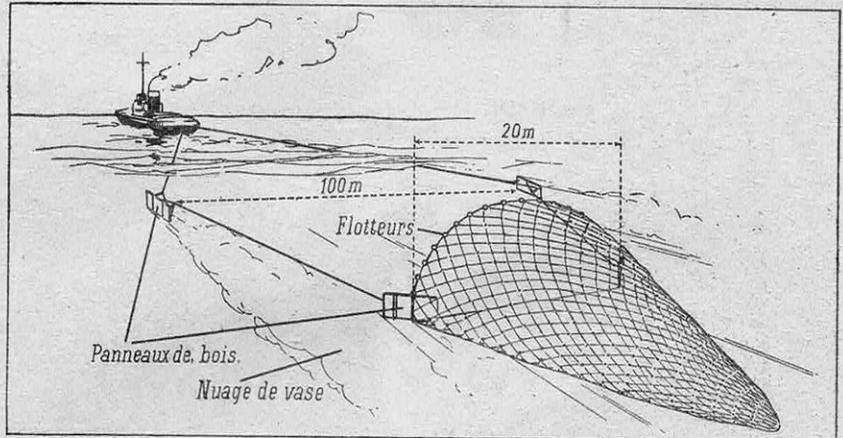


FIG. 9. — SCHÉMA D'UN « OTTER-TRAWL », CHALUT A DOUBLE JEU DE PANNEAUX DÉFLECTEURS

Le chalutier remorque, au bout de très longs câbles, deux panneaux déflecteurs qui demeurent écartés de 100 à 150 m et traînent sur le fond en soulevant la vase. Ces panneaux entraînent à leur tour le chalut maintenu béant par son jeu de panneaux d'ouverture. Le poisson, effrayé par le « mur » de vase soulevé par les premiers panneaux, vient s'engouffrer dans le chalut, qui prospecte donc une zone beaucoup plus étendue qu'un chalut ordinaire. La longueur des câbles permet de descendre à 600 m.

transformées en viviers, avec un minimum d'eau, sans cesse renouvelée à la pompe, qui ne suffirait pas au poisson tout venant. Voilà donc un moyen de remplacer, dans ce cas particulier, la chambre froide. Mais le chalutier ne peut se permettre de relâcher dans un port, tel que Bône ou Philippeville, même pour 48 heures — ce qu'imposent les nécessités du ravitaillement quand ce n'est pas le mauvais temps. Car les eaux chaudes de la côte proprement dite, et *a fortiori* d'un port, suffisent à tuer les langoustes dans leur vivier : elles ne supportent que l'eau fraîche du large.

Avec une telle sujétion, il ne saurait être question d'accumuler des cargaisons bien importantes. Cependant, ce sont, au delà de Gibraltar, les côtes sahariennes de Mauritanie qui figurent aujourd'hui le paradis des pêches miraculeuses.

Depuis quelques années, le « banc d'Ar-

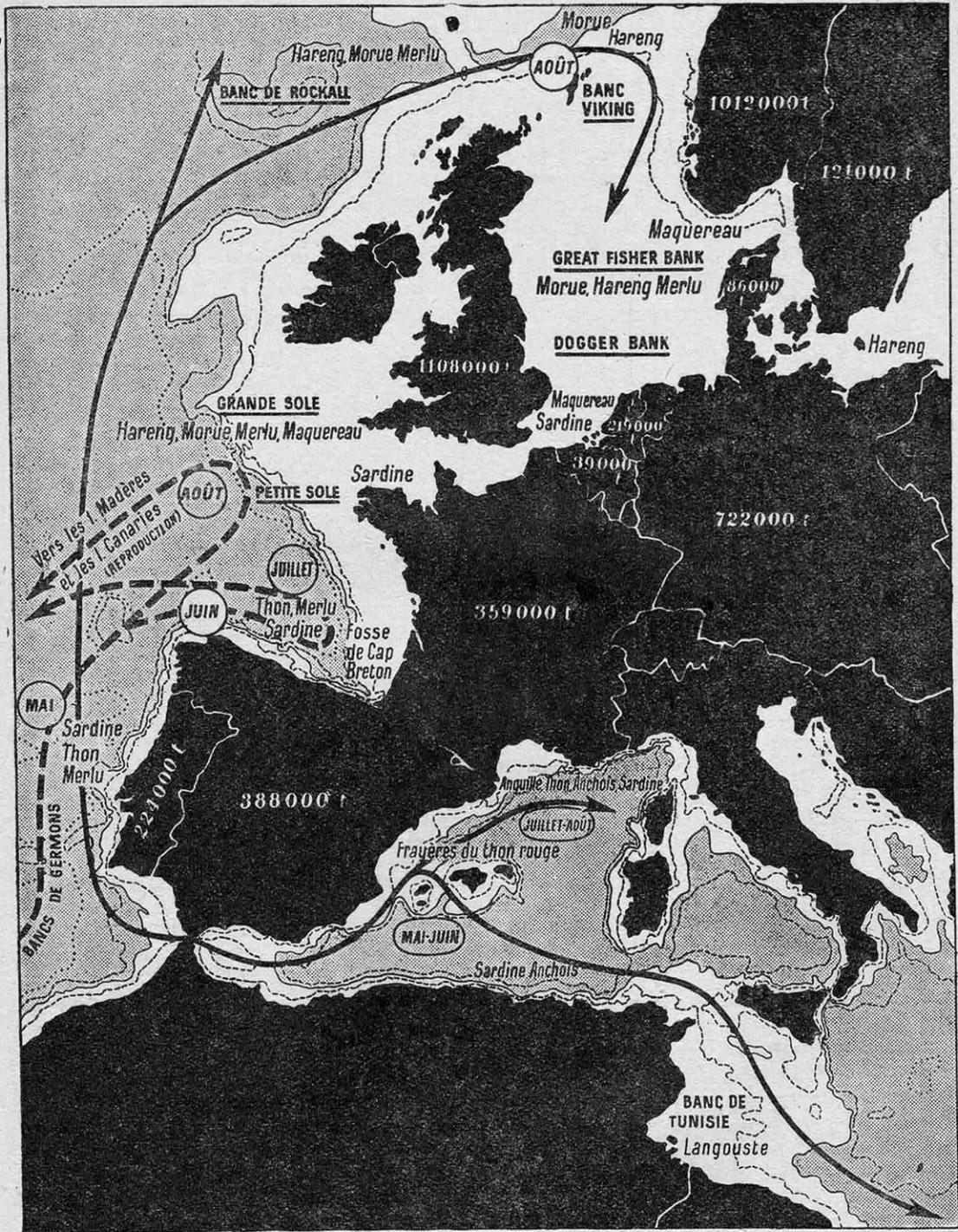


FIG. 10. — LES PRINCIPAUX BANCS DE PÊCHE DES MERS EUROPÉENNES

Le « plateau continental » qui constitue le fond de la mer du Nord et de la Manche offre des hauts fonds où, suivant les saisons, les eaux froides polaires et les eaux chaudes atlantiques amènent leur faune spécifique (hareng, morue pour les eaux froides; merlu, maquereau, thon pour les eaux chaudes). Certaines espèces, comme le thon, sont soumises à des migrations de plus grande amplitude, qui s'expliquent par l'alternance des besoins de la reproduction et de la nourriture. Les migrations en Méditerranée, mer plus pauvre, sont uniquement commandées par l'alternance des besoins de nourriture et de reproduction. On a indiqué, pour les pays gros producteurs, la quantité de poisson pêchée en 1938.

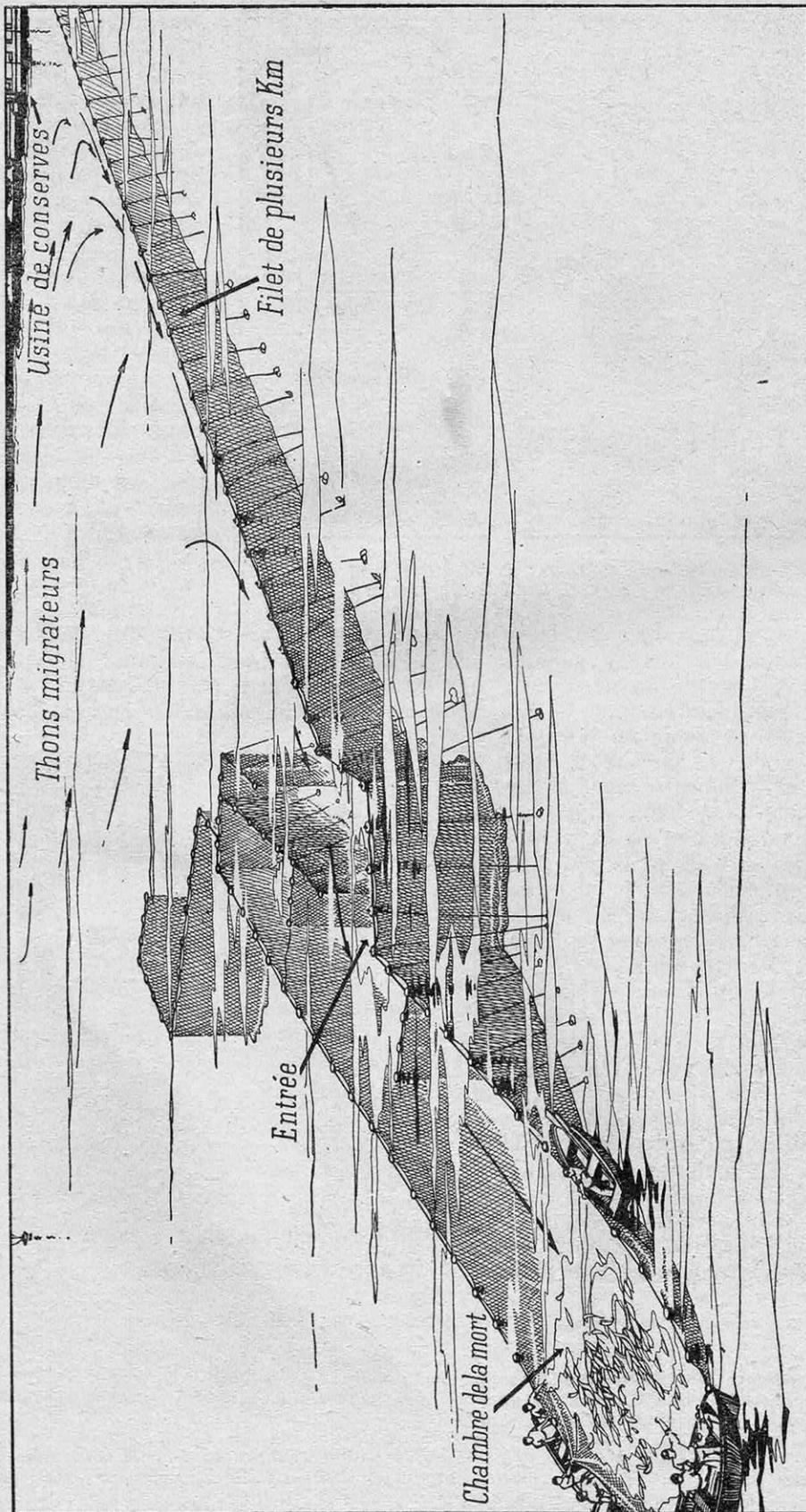
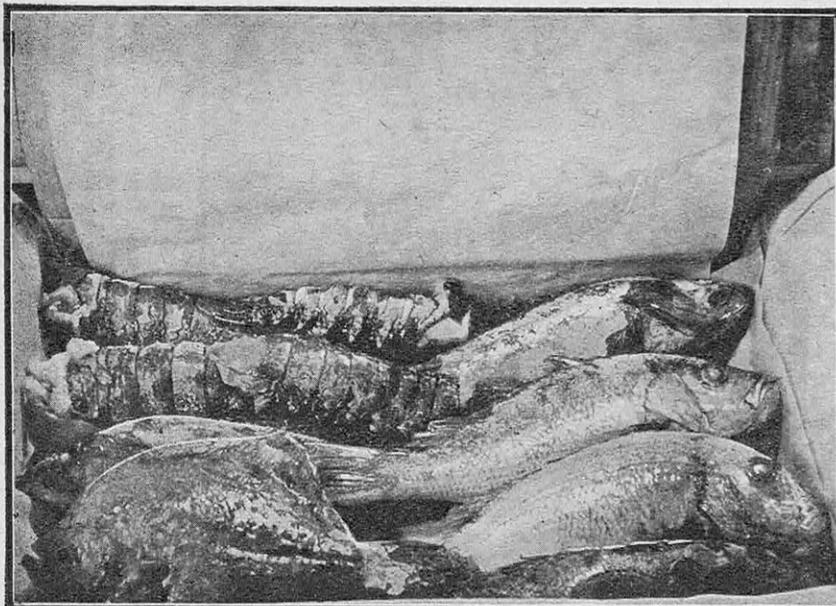


FIG. 11. — SCHEMA SIMPLIFIE D'UNE INSTALLATION DE PECHE DU THON PAR LE PROCÉDÉ DE LA MADRAGUE

Les banca saisonniers de thon longent tous les ans, pendant une quinzaine de jours, certaines portions de la côte méditerranéenne, dans un sens ou dans l'autre, suivant qu'il s'agit de la migration de printemps (vers les frayères) ou d'été (dispersion). La madrague, filet long de plusieurs kilomètres, constitue une sorte de muraille perpendiculaire à la côte qui barre le passage du poisson. Celui-ci n'essaie pas de revenir en arrière, mais, poussé par un instinct impérieux, longe le filet à la recherche d'une issue pour continuer sa route. On profite de cette attraction subite par le poisson pour le diriger vers une « chambre de la mort », filet où il s'accumule et dont on peut, quand il s'y trouve en quantité suffisante, relever le fond pour le tuer avec un harpon. Aussitôt pêché, le poisson est mis en conserve à l'usine.



T W 7093

FIG. 12. — UNE CAISSE ISOLANTE POUR L'EXPÉDITION DU POISSON ET DES CRUSTACÉS CONGELÉS « A CŒUR » (CLICHÉ SOCIÉTÉ PÊCHE ET FROID)

gum » a été découvert par nos chalutiers-pêcheurs, non, certes, par nos marins qui le connaissent et pour cause, ne serait-ce que par le tragique naufrage de la frégate au légendaire radeau, *La Méduse*, qui vint talonner sur ce haut fond, très au large de la côte. Est-ce à cause de la latitude (pourtant le poisson aime les régions froides) ou à cause de sa virginité relative? Ce banc de pêche fournit aux chalutiers qui viennent le labourer des tonnages impressionnants : on a vu, au cours de certaines campagnes, des chalutiers y ramasser dix tonnes de poisson par jour, tandis qu'il leur fallait un mois pour récolter le même tonnage dans le golfe de Gascogne. Encore, en Mauritanie, la récolte du chalut est-elle sélectionnée.

On rejette à la mer tout ce qui détonne par la taille ou l'espèce, du point de vue marchand. Ailleurs, on garde tout.

C'est là qu'avec la permission des Anglais, portiers de Gibraltar, nos flottilles de pêche pourraient aller utilement nous ravitailler en poisson. Mais il leur faut du mazout et des installations frigorifiques.

Un chalutier de ce type comporte une puissance motrice de 500 ch qui n'est pas de trop pour remorquer, au travail, le poids total de 25 tonnes comporté par le filet et ses accessoires. Une campagne de deux mois exige, tant pour le voyage de

Marseille à Agadir que pour le travail de pêche, une consommation de mazout fort au-dessus des possibilités de nos stocks actuels de combustible liquide.

On peut, évidemment, adapter des chalutiers à vapeur. Mais alors, l'encombrement des machines constitue un sérieux handicap pour l'installation des chambres froides ou, mieux, frigorifiques — ce qui n'est pas la même chose. Dans le premier cas, le

poisson est simplement maintenu dans la glace « entretenu » à zéro ; dans le second, il s'agit de congeler le poisson entre -10° et -20° et de le maintenir en cet état



FIG. 13. — LE BANC D'ARGUM, SUR LA CÔTE MAROCAINE, EST L'UN DES PLUS RICHES DES CÔTES ORIENTALES DE L'ATLANTIQUE

jusqu'au moment de la livraison aux installations portuaires (1).

On connaît le débat technique qui s'est élevé naguère entre les partisans du transport de la marée simplement refroidie et ceux de la « congélation à cœur ». Il semble aujourd'hui que le poisson ne peut être vraiment considéré comme arrivant « frais » sur le marché s'il n'a pas été congelé. La glace suffit à freiner le pullulement des bactéries durant une semaine au plus : la multiplication des microbes procède, en effet, comme toute prolifération cellulaire, suivant une progression géométrique du temps. La méthode du refroidissement « à la glace » a pour effet de réduire notablement la « raison » de la progression géométrique, autrement dit de ralentir « l'explosion » microbienne qui, si le microbe peut vivre (et c'est le cas) se produit inmanquablement, quel que soit le « retard » — ici, nous disons une semaine, deux au plus. Tandis que, si le microbe est mis dans l'impossibilité absolue de proliférer, la conservation est autant dire indéfinie.

Même en l'absence des microbes, si l'on ne débarrasse pas le poisson de ses entrailles, celles-ci renferment des sucs digestifs puissants capables de digérer des proies entières. Ces sucs à qui l'on n'offre rien

à digérer s'en prennent à la chair du poisson lui-même. Seule la congélation « à cœur » (à -12° ou -13°) est capable d'arrêter ce phénomène d'autodigestion.

Etant donné le fait biologique que certains poissons (les raies notamment et les cartilagineux en général) peuvent, si le refroidissement est rapide, se congeler sans que leurs vaisseaux sanguins et leur système cellulaire se désagrègent, on assiste souvent à la résurrection pure et simple des poissons quand on les « dégèle ».

Les tentatives en cours

Il convient de louer les armateurs qui, réfugiés à Marseille, ont équipé des chalutiers suivant l'une ou l'autre technique, qu'ils ont expédiés aux côtes sahariennes. En quinze jours, ils font le plein de leurs cales. Autant pour le voyage. Les sécheries au vent saharien permettent, du reste, combinées avec la salaison, d'améliorer le transport. Nous verrons probablement l'hiver prochain sur nos marchés des poissons séchés et salés qui ne seront pas des morues de Terre-Neuve, mais ceux, de tout autre espèce, des bancs de Mauritanie.

Charles BRACHET.

(1) Voir dans *La Science et la Vie*, n° 203, la technique de la conservation du poisson par congélation « à cœur ».

N. D. L. R. — Les figures 3, 4 et 5 de cet article nous ont été aimablement communiquées par M. Jean-A. Ducrot et *L'Illustration*.

Dans un mémoire présenté récemment à la Société des Ingénieurs civils de France, M. Bacqueyrise rappelle incidemment que le maïs, convenablement cultivé, peut être, à égalité de superficie ensemencée, un producteur de sucre plus fécond que la betterave. En adaptant ses chiffres à la situation actuelle, on peut compter en zone libre une superficie d'environ 30 000 hectares cultivés en maïs. Chaque hectare est susceptible de produire environ 6 tonnes de sucre (1). Il en résulterait, si l'on utilisait intégralement nos plantations de maïs à la production du sucre, un stock annuel de 1 800 000 tonnes ou, pour chacun des 15 millions d'habitants de cette zone, 120 kg de sucre par an. En faisant le même calcul pour l'ensemble des deux zones, on obtient encore environ 60 kg par habitant. Sans prétendre qu'il soit nécessaire, ou même possible, d'adopter cette solution extrême, qui nous priverait complètement de grain et de farine de maïs, ces chiffres permettent d'espérer que notre pays pourra rapidement, quoi qu'il arrive, retrouver son autonomie sucrière et combler ainsi une des plus pénibles carences alimentaires.

(1) Une récolte moyenne donne à l'hectare 60 t de maïs fourrage. La teneur en sucre de la tige oscille autour de 13 à 14 %, celle de la feuille autour de 5 %. On peut donc retirer plus de 4,5 t de sucre pour les tiges et un peu plus d'une tonne pour les feuilles, soit environ 6 t de sucre par hectare. (Renseignements communiqués par la revue *Le Blé, le Vin*.)

BASE DE NOTRE NOURRITURE, LE PAIN DOIT ÊTRE UN ALIMENT VITAMINÉ

par L. THÉROND et J. ROMANT

DEPUIS octobre dernier, le problème alimentaire est hérissé de difficultés. Un danger en particulier est apparu au monde médical, à nos dirigeants, à tous ceux qui voient dans l'équilibre physique de notre jeunesse une promesse certaine du relèvement de notre pays et de l'avenir de notre race : le danger du manque de vitamines. Les restrictions actuelles impliquent un choix de plus en plus réduit de produits consommables; la sous-alimentation se trouve aggravée par le manque de variété; de ce fait, la question des vitamines — facteurs vitaux dont il n'est plus besoin de rappeler ici l'importance et les caractères fondamentaux (1) — apparaît sous un jour presque angoissant. C'est qu'il ne s'agit plus de réaliser l'harmonie alimentaire idéale, chère aux biologistes et aux hygiénistes, mais de parer d'urgence et par tous les moyens convenables à un manque effectif de vitamines, qui ne tarderait pas à se manifester par des troubles organiques susceptibles, du point de vue social et racial, d'avoir les plus graves répercussions (2).

D'après les résultats obtenus par les biologistes et les médecins les plus autorisés, tant par l'expérimentation au laboratoire sur des animaux comme le rat, que par la somme des observations recueillies pour l'homme, on a pu établir un bilan de nos besoins journaliers en vitamines. C'est ainsi qu'en vitamine A,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 261, mars 1939.

(2) La carence totale en une vitamine quelconque provoque à la longue des troubles extrêmement graves : cécité, inflammation des yeux et arrêt de croissance pour la vitamine A; hériberi, névrites, maladies de peau et troubles de la digestion pour la vitamine B; scorbut pour la vitamine C; rachitisme pour la vitamine D; troubles des fonctions de reproduction pour la vitamine E. Dans le cas d'une carence partielle, les symptômes sont moins nets. On constate surtout une diminution de la résistance aux infections microbiennes et des troubles de croissance, d'autant plus difficiles à dépister que leurs causes sont souvent multiples.

ces besoins seraient de trois à cinq milligrammes (c'est-à-dire de 1 000 à 3 000 unités internationales); qu'en vitamine B₁, il nous faudrait au moins un milligramme, avec un taux plus élevé au cas d'alimentation riche en hydrates de carbone, dans les états fébriles, dans la croissance, la grossesse ou en cas de travail physique et intellectuel intensifs. Les doses nécessaires de vitamine B₂ sont plus importantes et oscilleraient entre deux et trois milligrammes. Quant à la vitamine C, notre organisme exigerait beaucoup plus, soit environ 5 milligrammes chez l'enfant et 50 milligrammes chez l'adulte, alors que, pour la vitamine D, nos besoins seraient de l'ordre de 1/100 de milligramme, soit de 400 à 500 unités internationales.

Et il convient aussi de ne pas négliger la vitamine E, dont peu à peu se précise le rôle, en même temps que les relations avec la glande hypophyse.

L'enrichissement de nos aliments en vitamine D

Ainsi que *La Science et la Vie* le soulignait récemment (1), « la vitaminisation artificielle au moyen de produits très purifiés ou purs ne doit s'imposer que dans des conditions exceptionnelles ». Nous nous trouvons évidemment dans de telles conditions, au point de recevoir d'urgence des vitamines synthétiques de la si généreuse Croix-Rouge américaine. Il ne faut pas oublier non plus que si le hériberi, le scorbut sont les extrêmes de certaines avitaminoses, il est aussi des avitaminoses à symptômes frustes ou atténués, non mortelles, mais qui n'en sont pas moins redoutables pour notre race.

L'avitaminose D, qui provoque le rachitisme, est de cet ordre. En Amérique, dans des villes comme Boston, on pratique couramment, dans des institutions

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 280, décembre 1940.

de bienfaisance, l'irradiation du lait, pour l'enrichir en vitamine D, car on sait bien que les animaux nourris à l'étable donnent un lait relativement pauvre en ce facteur antirachitique.

Etant donné que les sources de cette vitamine D sont peu nombreuses, car on la trouve surtout dans le foie des poissons, tels que la morue, le hareng, la sardine, etc., il est compréhensible que l'on ait plus particulièrement tenté d'enrichir certains aliments en ce facteur.

En France, on a beaucoup étudié l'activation des aliments par les rayons ultraviolets. On irradie des produits pharmaceutiques et diététiques; on a même élevé des poules sous la lumière de ces rayons pour forcer leurs œufs en facteur D; le lait a également été irradié. Il ne semble pas toutefois que l'on ait beaucoup songé aux céréales et aux farines qui cependant donnent du pain, des bouillies pour les enfants, des pâtes, des semoules, etc.

Notre pain quotidien peut-il être une source suffisante de vitamines?

En France, le pain représente l'aliment type, la base de notre nourriture.

Nous avons aimé le pain trop blanc, sans autre pensée que de lui trouver une belle apparence. A ceux qui voulaient un peu plus que cette blancheur d'amidon, il était répondu : « Après tout, il y a des vitamines ailleurs, dans la nature. »

Aujourd'hui que ces sources de vitamines commencent à nous faire défaut, nous voulons que le pain nous apporte le maximum sous un volume réduit. De fait, il nous donne un peu plus qu'avant-guerre, car le froment continuant à y dominer largement parmi des succédanés (dont le pouvoir nutritif au surplus ne manque pas d'intérêt), le taux d'extraction actuel donne des farines *entières* qui proviennent de la mouture de toute l'amande. En empiétant sur l'enveloppe interne du grain, productrice des sons, ces farines donnent lieu à une vitamini-sation plus importante du pain en vitamines A et B, ce qui n'était pas le cas du pain trop blanc, et en vitamine E, quand le germe de blé reste dans les farines, avec son apport d'huile blonde, réservoir d'essences aromatiques et de vitamines.

Sans doute, il manque à ce pain gris la vitamine C, qui n'est d'ailleurs dans

le grain qu'au moment de sa germination, mais, en revanche, il contient du carotène, capable de se transformer dans l'organisme en vitamine A, et des ergostérols qui sont la substance mère de la vitamine D.

Il faut en somme peu de choses, c'est-à-dire l'apport suffisant de germes de blé contenant le facteur E et l'application de données scientifiques pour transformer ce pain en un excellent aliment vitaminé (1).

Si l'on considère que le pain est un aliment « commode », journalier, que l'on ingère sans monotonie, qu'il est du goût de notre race, que tous les jours son ingestion répétée peut en faire un véhicule de choix pour les vitamines, on est étonné qu'en France la question de sa vitamini-sation n'ait pas encore été mise officiellement à l'étude et que, dans les circonstances présentes, on n'ait pas recours à des méthodes qui ont fait leurs preuves dans d'autres pays. En Angleterre, l'intégration de la vitamine B 1 dans le pain vient d'être rendue obligatoire à la dose de 0,9 mg par livre.

Mais la vitamini-sation en facteur D du pain par le procédé de l'irradiation des farines apparaît comme le moyen le plus efficace et le plus facilement réalisable. En Autriche, en Suisse, en Yougoslavie, il est entré dans la pratique meunière; il existe dans ces pays des moulins qui livrent aux boulangers des farines irradiées.

Avec son apport naturel en vitamines A et B, et l'enrichissement qu'il subit par addition de germes de blé, le pain pourrait donc, sans intégration de vitamines artificielles, devenir un aliment convenablement vitaminé, si, par activation de ses provitamines, on parvenait à réaliser leur transformation en vitamine D, dont les sources s'épuisent dans notre alimentation actuelle. On absorberait ainsi régulièrement des vitamines que l'on va rechercher dans des spécialités pharmaceutiques toujours d'un prix élevé.

Ce qu'est la vitamine D

Quelle est donc cette vitamine D que l'on cherche à activer? On connaît bien son action sur le développement du tissu

(1) La vitamine C est la vitamine des aliments frais, mais son apport dans le pain peut être aussi envisagé par l'incorporation d'améliorants riches en acide ascorbique produisant cette vitamine.

osseux. Elle agit sur l'équilibre minéral calcium-phosphore qui doit s'établir dans l'utilisation des aliments par l'organisme. Si celui-ci dispose de ce principe en quantité suffisante, on ne constate pas, dans l'économie minérale du corps, de troubles tels que le rachitisme. La carie dentaire, l'ostéomalacie, dépendent aussi pour une grande part, dans leur évolution, des mêmes conditions. La vitamine D est la vitamine antirachitique. En chimie, elle porte le nom de *calciférol*. L'unité internationale a été établie par la Commission biologique de la Société des Nations. Elle correspond à 0,000 000 025 g de vitamine cristallisée pure.

L'unité clinique utilisée équivaut à 15 unités internationales, et cette unité amplifiée correspond au besoin journalier en vitamine D d'un enfant bien portant. L'organisme déjà malade et présentant les signes du rachitisme a besoin d'une quantité de vitamine D de 5 à 10 fois plus forte que celle demandée par un organisme sain.

L'activation de la provitamine D

La substance mère de la vitamine D est l'ergostérol (1). L'action photochimique de la lumière joue un rôle essentiel dans sa transformation en vitamine D.

Une exposition à la lumière solaire peut, on le sait, amener la guérison du rachitisme. Cette exposition fait apparaître la vitamine D dans les tissus. Les radiations de longueur d'onde plus courte que les radiations visibles (ultraviolet) sont particulièrement actives. Elles peuvent être obtenues par la lampe à quartz à vapeur de mercure ou la lampe à arc. Quand on soumet à l'action de rayons ultraviolets certaines substances grasses qui sont normalement sans activité antirachitique, ces substances deviennent actives.

L'ergostérol existe dans le règne végétal et dans le règne animal. Dans les tissus végétaux, son activation est extrêmement lente sous l'action des rayons solaires.

Chez les animaux, la vitamine D vient de deux sources : des aliments et de la transformation de l'ergostérol. L'huile de foie de morue est connue pour sa richesse en vitamine D qui se forme chez les animaux à partir des stérols des tis-

sus cutanés, sous l'action de l'irradiation solaire (1).

Production de vitamine D par irradiation des farines

Si le pain, si les farines destinées à fabriquer des bouillies et des semoules, des pâtes, peuvent réellement être enrichies en facteur D, on voit tout de suite l'importance de cette vitaminisation pour les jeunes, les mères qui allaitent, les femmes enceintes et les adolescents dont le système osseux est en pleine croissance. Sans doute le pain n'est pas un aliment de nourrisson, mais, dès que les dents sont en nombre, l'enfant peut absorber des panades, où il pourrait trouver de la vitamine D. Or, un pain fait avec des farines irradiées contient cette vitamine, et cela d'autant plus que la farine sera plus riche en stérols, c'est-à-dire plus entière.

Et ce n'est pas là une vue théorique, mais un fait scientifiquement démontré. De nombreuses expériences effectuées en Suisse, en Yougoslavie et en Hongrie l'ont montré.

Il convient de retenir simplement les conclusions des expérimentateurs : « Cent grammes de farines irradiées contiennent quinze unités cliniques de vitamine D. »

La technique de l'irradiation

Cette technique est relativement simple, au moins dans ses principes généraux.

La farine est placée sur un ruban sans fin où elle subit l'irradiation à l'aide de lampes spéciales en quartz à vapeurs de mercure productrices de rayons ultraviolets. Le nombre des lampes, leur intensité, leur éloignement du ruban, le mouvement de ce dernier, tout est minutieusement réglé, pour que les farines subissent l'irradiation optimum, qui ne doit pas être trop prolongée (2).

(1) Dans les matières grasses, on parvient à isoler deux parties : l'une saponifiable, l'autre insaponifiable. Cette dernière, fractionnée à son tour, donne une partie contenant des stérols, l'autre sans stérols. L'irradiation provoque des modifications au cours desquelles plusieurs substances actives se forment.

(2) Le gruau de seigle, celui de maïs, le tourteau d'arachide, le tourteau de semence de lin, le tourteau de coco, voient leur teneur en vitamine D augmenter lentement, mais d'une manière continue avec la durée de l'exposition. D'autres, par exemple le gruau de froment, le son de froment, les farines de froment pour bétail, le gruau d'orge, le tourteau de tournesol, celui de pépins de courge,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 280, décembre 1940.

Un système de ventilation et de réfrigération est adapté à la cabine d'irradiation pour que seuls agissent les rayons ultraviolets, aucun autre facteur ne devant intervenir. C'est en opérant avec cette minutie technique que l'on évite les phénomènes d'hydrolyse qui agiraient sur les glucides, que l'on l'empêche l'oxydation des graisses et aussi la destruction des vitamines altérables telles que la vitamine A.

On peut donc vitaminiser en facteur D la farine de froment, comme d'ailleurs d'autres céréales et même les fourrages. D'intéressantes expériences ont été faites à ce sujet par le docteur Jenö Becker de Budapest, qui est arrivé, après irradiation, à doser les quantités de vitamines présentes dans les tourteaux d'arachides, de tournesol, de colza, différents gruaux et sons de céréales, etc.

Faut-il craindre un excès du facteur D par l'irradiation ?

Ce n'est certes pas dans la farine que peut se produire cet excès, et ce n'est pas la consommation d'un pain réduit en quantité qui amènera une hypervitaminose D.

C'est surtout la vitaminisation artificielle qui peut, par son exagération, devenir dangereuse. C'est pourquoi l'intégration de vitamines synthétiques dans le pain paraît être une méthode beaucoup moins recommandable et heureuse que l'irradiation bien conduite des farines. La vitaminisation artificielle représente une action directe, sans la contre-partie du milieu naturel, sans cet équilibre nécessaire entre les substances ingérées provenant d'un même aliment, sans cette harmonie biochimique que la nature seule peut créer, où, à côté des matières albuminoïdes plus ou moins riches en acides aminés, interviennent des substances minérales équilibrées *en vue du futur processus germinatif*, des « oligoéléments », catalyseurs et cofermments associés aux vitamines, capables d'assurer les fonctions vitales des tissus cellulaires et de produire les multiples réactions qui les conditionnent.

A un déséquilibre artificiel peut alors correspondre un déséquilibre organique, n'exigent qu'une irradiation plus courte et malgré cela, la teneur en vitamine D activée est considérable. La durée d'exposition doit donc varier comme il est prévu dans le procédé d'irradiation de C. Trébilsch.

avec des troubles d'hypervitaminose, tels qu'on les constate pour l'ingestion répétée d'une seule vitamine.

Au contraire, l'irradiation bien conduite semble lier les vitamines naturelles entre elles par suite de phénomènes biocatalytiques. Le rôle régulateur de ces vitamines (action accélératrice des vitamines B1 et E sur le métabolisme et action modératrice de la vitamine A) ne pourrait donc qu'en être favorablement influencé.

La vitaminisation du pain

L'irradiation des farines apparaît donc bien une opération souhaitable dans les circonstances exceptionnelles que nous traversons.

La généralisation de ce procédé peut certes paraître difficile, mais à l'heure où les enfants ont besoin d'un pain qui les fortifie et serve de soutien biochimique à leur système osseux, deux moyens, qui se superposent d'ailleurs, s'offrent à nous pour vitaminiser le pain.

D'abord l'intégration du germe de blé dans les farines panifiables, avec apport certain de bonnes doses de vitamines A, B, E. Le germe ne représente que 1,43 % du poids du grain, mais 100 kg de farine peuvent contenir 1 kg de germe, ce qui représente un bel apport de vitamines.

Ensuite, dans des conditions un peu plus spéciales et sous la surveillance des services officiels (1), l'irradiation de ces farines par les rayons ultraviolets pour assurer leur enrichissement en facteur D. Inutile de dire que les doses d'irradiation peuvent être actuellement fournies avec une grande précision.

Une distribution de pain vitaminisé aux enfants des écoles apparaîtrait sans doute vite plus intéressante que celle des vitamines synthétiques dont l'action n'a peut-être pas l'efficacité des vitamines naturelles. Les deux moyens de vitaminisation peuvent d'ailleurs être conjointement utilisés suivant les possibilités de l'heure présente, pour le plus grand bien de l'hygiène alimentaire générale.

L. THEROND et J. ROMANT.

(1) Le gouvernement suisse a prévu par une loi le contrôle des produits alimentaires soumis aux rayons ultraviolets et il fait surveiller la production, la publicité, les imprimés, les emballages, les marques déposées et les fiches de garantie des sacs par les organismes officiels de contrôle. Des licences sont même accordées aux minotiers, s'ils acceptent de soumettre toute leur production à ce contrôle permanent.

QUEL RÔLE JOUE L'ARTILLERIE DE D.C.A. DANS LA GUERRE AÉRIENNE ?

par André FOURNIER

L'artillerie antiaérienne a remporté ses premiers succès pendant la guerre de 1914-1918 contre des avions volant à 120 km/h, à un plafond de 1 500 m. Mais, à mesure que s'amélioraient les performances des appareils qui lui étaient offerts comme cibles, sa tâche est devenue singulièrement plus ardue. Pour conserver la même probabilité d'atteinte contre les avions modernes volant à 600 km/h, le canon de D.C.A. de 1941 devrait envoyer son projectile à 8 000 ou 10 000 m avec une durée de trajet qui soit inférieure à celle du projectile de 1914. Malgré l'augmentation du calibre et de la vitesse initiale des pièces modernes de D.C.A. (augmentation rapidement freinée par le prix de revient et la rapidité d'usure), la D.C.A. apparaît pratiquement inefficace au-dessus de 6 000 m. On s'explique ainsi l'impunité quasi-totale des expéditions de bombardement nocturne, que l'obscurité met à l'abri de la chasse, et l'altitude hors de portée pratique de l'artillerie. Cependant, l'équipement d'un pays en artillerie de D.C.A. éloignée n'est pas une dépense inutile, car elle interdit par sa seule présence le lancement des bombes à faible vitesse et faible altitude, qui est de toutes les méthodes de bombardement celle dont le rendement est le plus élevé.

L'artillerie de D.C.A., de sa naissance à la guerre d'Espagne

AVANT 1914, alors qu'on pouvait envisager l'avion militaire sous la forme d'un appareil faisant 120 km/h et montant à 1 500 m, les différentes artilleries s'étaient déjà préoccupées de le combattre. On avait reconnu le faible rendement du canon de campagne de calibre voisin de 75 mm et de vitesse initiale modérée contre ce nouvel objectif. L'artillerie française avait porté son choix sur un matériel de 105 mm, modèle 1913, dont nous avons encore conservé quelques exemplaires en 1939.

La guerre survint, qui exigea une solution immédiate. L'artillerie française adapta tant bien que mal son canon de 75 mm au tir contre avions. L'artillerie allemande se donna un matériel de puissance comparable, en utilisant les tubes des canons de campagne pris par les armées allemandes au cours de leurs avances rapides d'août et septembre 1914 sur le front occidental et sur le front russe. On améliora la forme des projectiles; on créa les premières conduites de tir, et on finit la guerre, de part et d'autre, avec des matériels de même puissance balistique qu'au début, en se félicitant d'avoir ramené de 3 000 à 1 500 le nombre de coups qu'il fallait tirer pour abattre un avion.

La paix laissait les Alliés en possession d'un matériel nombreux, en artillerie de D.C.A. comme ailleurs, qu'il n'était pas question de renouveler sans que la nécessité en fût plus qu'évidente. Le Traité de Versailles réglait la question pour les Empires centraux dans un sens plus conservateur encore. Seuls, les anciens neutres, qui avaient à créer de toutes pièces un armement, pouvaient se libérer des préoccupations de réalisation immédiate qui avaient pesé sur la décision des belligérants de 1914. Ils avaient à tenir compte aussi bien des enseignements de la guerre que de ceux, tout aussi évidents, des tirs d'exercice. Ils se montrèrent assez timides dans leurs créations ou dans leur choix, se bornant à un relèvement modéré de vitesse initiale sur des calibres de l'ordre de 75 mm.

Comme les armées, les marines avaient voulu, en 1914, disposer rapidement d'un moyen de défense contre l'avion et avaient installé à bord de leurs grands navires des matériels de puissance comparable à ceux qui furent choisis à terre. Très rapidement, elles s'aperçurent de leur insuffisance et dotèrent les navires construits après 1918 d'une artillerie de D.C.A. de calibre et de vitesse initiale parfaitement adaptés aux performances des avions de l'époque. Les calibres spéciaux de 100 à 127 mm, les vitesses initia-

les de 800 à 900 m/s, l'emploi en tir contre avions des pièces de 150 à 203 mm de l'artillerie principale des croiseurs dont on avait porté dans cette intention l'angle de pointage vertical jusqu'à + 60°, faisaient du navire de guerre l'objectif le mieux défendu qui fût contre l'hydravion ou l'avion de vitesse et de plafond bien modestes qu'on pouvait lui opposer il y a une quinzaine d'années.

L'événement qui devait déclasser sans discussion possible les matériels en service dans toutes les artilleries se produisit en 1930 avec la création des premiers moteurs à compresseur par Rolls-Royce. Le rétablissement de la puissance en altitude faisait passer la vitesse maximum des avions militaires de 230 à 340 km/h, et, surtout, le plafond, qui n'avait guère varié depuis l'époque où les nécessités de la chasse aux Zeppelins avaient obligé à créer les premiers avions montant à 5 000 ou 6 000 m, se trouvait d'un coup porté à plus de 10 000 m. Si l'on pouvait entretenir quelque illusion sur l'efficacité d'un canon de 75 mm à 570 m/s de vitesse initiale et 5 000 m au plus de plafond pratique lorsqu'il n'y avait pas moyen de naviguer plus haut, la généralisation des avions munis de moteurs à compresseur imposait évidemment le relèvement de ces performances.

L'artillerie française porta son choix sur un matériel de 75 mm modèle 1932, à 700 m/s de vitesse initiale, que l'on a présenté au public en juin 1939 avec l'indication de ses caractéristiques à l'exposition de l'esplanade des Invalides. L'artillerie allemande préféra un matériel de 88 mm à 850 m/s environ de vitesse initiale, qui fut construit en grande série dès qu'elle se libéra des clauses militaires du Traité de Versailles.

La guerre d'Espagne

Dès la fin de 1936, le matériel allemand, mis à la disposition des nationalistes espagnols, fit la démonstration de sa puissance, en même temps que l'artillerie gouvernementale, composée pour la plus grande partie de canons de 75 mm à vitesse initiale modérée, ne laissait aucun doute sur son insuffisance.

A l'arrivée en Espagne des premières batteries allemandes de 88 mm, les expéditions de bombardement gouvernementales sur les arrières nationalistes, convois de troupes, cantonnements, colonnes de ravitaillement..., qui s'étaient déroulées

jusqu'à sans pertes sensibles pour l'assaillant, se trouvèrent brusquement interrompues. On s'était habitué, en l'absence de toute réaction d'artillerie, à descendre vers 2 000 ou 3 000 m, à réduire la vitesse pour lâcher ses bombes, à ne procéder à cette opération qu'après des mesures longues et précises.

Il fallut rapidement déchanter. Des avions qui lançaient dans ces conditions furent descendus à la première salve de 88 mm. Les pertes de l'aviation de bombardement, jusque-là presque nulles, furent sévères. Très rapidement, ayant mis en balance les résultats qu'elle obtenait et les risques qu'elle courait, l'aviation gouvernementale renonça au bombardement. Par leur seule artillerie de D.C.A., les nationalistes étaient parvenus à protéger leurs arrières.

La même guerre d'Espagne fournit la contre-épreuve.

L'aviation nationaliste, à mesure qu'elle recevait des avions allemands et italiens, s'enhardit à imiter l'adversaire dans ses bombardements d'arrières. L'artillerie gouvernementale n'était guère en mesure de s'y opposer. Mais l'insuffisance de cette artillerie était masquée par la valeur de l'aviation de chasse gouvernementale qui parvint, jusqu'à la fin des hostilités, à interdire l'exécution régulière des bombardements sur les arrières gouvernementaux.

Sur un point, cependant, l'insuffisance de l'artillerie gouvernementale ne pouvait échapper. C'est lorsqu'elle fut seule à pouvoir être engagée. Dans le bombardement des grandes villes de la côte méditerranéenne, Barcelone, Valence..., par l'aviation nationaliste basée sur Majorque, on ne pouvait alerter la chasse en temps utile pour qu'elle intervînt à l'altitude de navigation des bombardiers. La défense était réduite à la seule artillerie. Son impuissance était reconnue même par les communiqués gouvernementaux.

Le triomphe du matériel allemand obligea les autres armées à réviser leurs conceptions. Le scepticisme envers l'artillerie de D.C.A. passa de mode. En Allemagne, les régiments de D.C.A. se créèrent par dizaines; les pièces se construisaient par milliers.

L'inquiétude gagnait l'opinion publique en France et en Grande-Bretagne. La crise de l'artillerie de D.C.A. était à l'ordre du jour, au même titre que la crise des constructions aéronautiques.

Une seule solution était possible : produire au plus vite les matériels à grande puissance dont on avait différé jusqu'alors la construction. En France, la solution était simple. Il suffisait de construire en série le matériel de 90 mm Schneider que son constructeur avait pu faire accepter quelques années plus tôt par les services de la Marine, mais non par ceux de la Guerre. En Grande-Bretagne, on exécuta rapidement un prototype au calibre de 94 mm, dont on poussa la construction de série avec une activité inhabituelle.

En entrant en guerre la France comme la Grande-Bretagne, si elles étaient encore loin de la parité en nombre de pièces avec l'Allemagne, pouvaient du moins opposer aux 88 mm de son artillerie de D.C.A. des matériels de puissance équivalente.

La guerre de 1939

Les premières opérations de la guerre de 1939, sur le front de Pologne, semblaient confirmer pleinement les enseignements de la guerre d'Espagne.

D'un côté, l'aviation allemande, qui ne trouvait en face d'elle qu'une artillerie à peine supérieure en nombre et en puissance à celle que les gouvernementaux espagnols avaient opposée à l'aviation nationaliste, exécutait sans difficulté les missions variées qu'on lui avait confiées. L'arrêt de la mobilisation et de la concentration, la destruction au sol de l'aviation adverse, des usines de guerre, des grands centres, débutaient dès les pre-



T W 7088

FIG. 1. — LE CANON DE D.C.A. KRUPP DE 88 MM DE L'ARMÉE ALLEMANDE
Ce matériel de 56 calibres tire un projectile de 14,5 kg à la vitesse initiale de 840 m/s. Son plafond à l'angle de tir maximum de 85° est de 10 900 m. La pièce en batterie pèse 5 150 kg; sur sa voiture, elle pèse 7 450 kg et peut être remorquée à 60 km/h.

mières heures des hostilités sans opposition sérieuse de l'artillerie polonaise, avec le rendement qu'on peut escompter en pareil cas.

De l'autre côté, l'aviation polonaise, qui n'était pas cependant l'élément le plus faible dans les forces armées du pays, voyait le territoire allemand interdit aux opérations de ce qui lui restait d'appareils après sa destruction partielle au sol. Rien ne gênait les transports de l'Allemagne; les usines de guerre y tournaient sans encombre; aucun des grands centres ne recevait la visite des bombardiers polonais. L'artillerie de D. C. A. allemande protégeait son armée et son pays de la menace aérienne, sans avoir à tirer un seul projectile. Jamais la maîtrise de la mer par une « fleet in being » n'était parvenue à un résultat semblable.

Il y avait cependant entre les deux fa-

ces de la démonstration une différence notable, qu'on pouvait déjà relever au cours de la guerre d'Espagne. On apercevait bien que l'artillerie polonaise était incapable de protéger de l'aviation allemande les objectifs qu'elle avait charge de défendre, comme l'aviation gouvernementale avait été impuissante à écarter de Barcelone et Valence les coups de

preuve que de sa puissance d'intimidation.

Il devait être donné à l'aviation franco-britannique de lever le doute.

Les aviations alliées commencèrent à envoyer au-dessus de l'Allemagne quelques avions de reconnaissance. Ceux qui entreprirent la photographie des lignes à 3 000 m furent descendus par l'artillerie ;

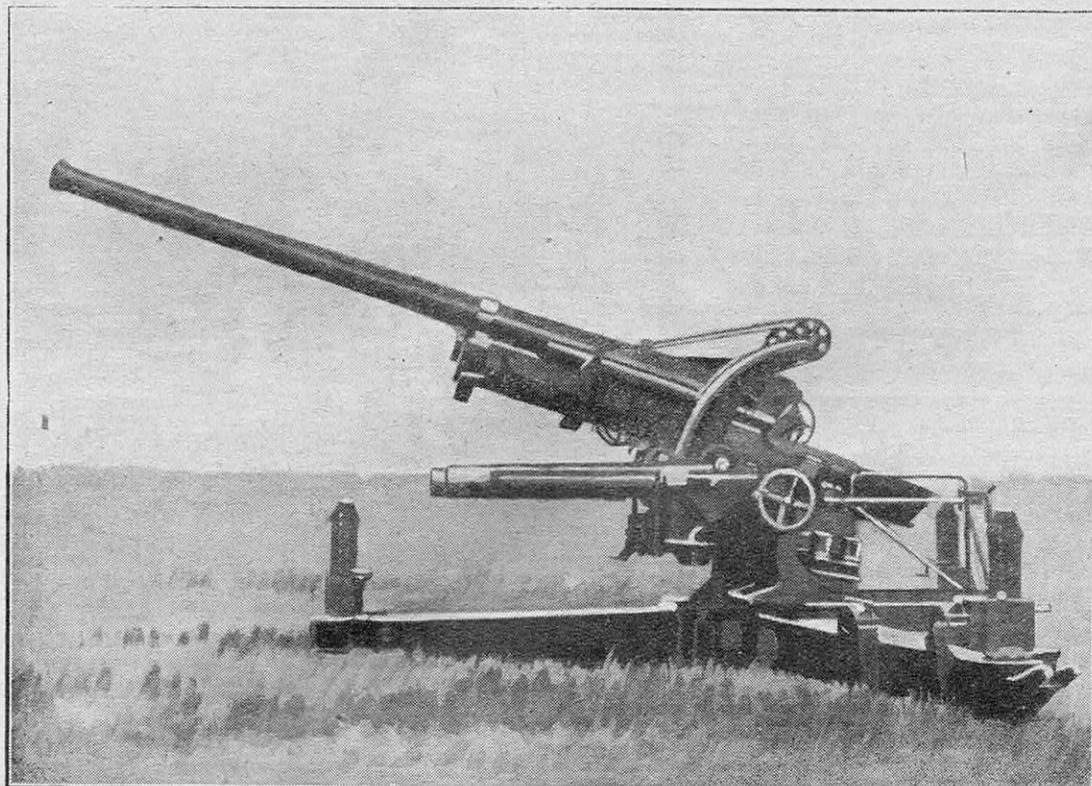


FIG. 2. — LE CANON DE D.C.A. FRANÇAIS DE 90 MM

T W 7086

Le canon de 90 mm Schneider, commandé d'abord par la marine française pour la défense des côtes, participa à la défense antiaérienne de Paris. Il tire un projectile de 11,3 kg d'explosif à 820 m/s. Son plafond est de 11 600 m sous l'angle maximum de 80°. En batterie, il pèse 5 730 kg, et sur route il pèse 8 320 kg.

l'aviation nationaliste. C'est que, dans les deux cas, les expéditions aériennes passaient et atteignaient leur but sans pertes sérieuses. Mais la démonstration inverse n'était pas faite. Si les restes de l'aviation de bombardement polonaise avaient tenté la destruction de Berlin à grande altitude, comme aurait pu l'essayer l'aviation gouvernementale sur les centres nationalistes au lieu de renoncer aussi facilement à toute activité offensive quand apparurent les premiers canons de 88 mm, cette artillerie aurait-elle suffi à les en empêcher ? Jusqu'à la fin des opérations contre la Pologne, l'artillerie de D.C.A. allemande n'avait encore fait

ceux qui firent de l'exploration à grande distance à 8 000 m constatèrent qu'ils pouvaient descendre plus bas sans inconvénient pour leur sécurité. Par approximations successives, on finit par découvrir que, vers 6 000 m, l'artillerie de D.C.A. allemande cessait d'être dangereuse.

Ce fut alors la longue période de la « guerre des tracts » qui ne devait finir qu'au 10 mai 1940. De part et d'autre, les avions passaient sans que l'artillerie pût les gêner sérieusement. Ils survolaient la France et l'Allemagne, Paris et Berlin. Ils exécutaient même, sur les lignes, des séances d'acrobatie en nar-

quant l'artillerie. Il ne pouvait plus faire de doute pour personne que, le jour où il plairait à l'un des commandements de remplacer les paquets de tracts par des bombes, ce n'était pas le tir des pièces de 88 mm, de 90 mm et de 94 mm des trois adversaires qui empêcherait les avions de déverser leur nouvelle cargaison.

La vérification devait en être faite lors du bombardement de Sylt par la Royal Air Force. Prenant prétexte d'une première attaque aérienne contre ses bases navales des Shetland et des Orcades, où les bombes allemandes avaient atteint des habitations et causé quelques pertes dans la population civile de ces îles, le commandement britannique décida, à titre de représailles, une importante expédition contre les bases aériennes de l'île de Sylt. Pendant toute une nuit, les escadrilles de la Royal Air Force se succédèrent au-dessus des objectifs, au milieu d'une débauche de faisceaux de projecteurs à verres colorés et de tirs de barrage avec projectiles explosifs et « flaming onions ». Les pertes furent extrêmement faibles, si on tient compte de l'importance des effectifs engagés. La démonstration de l'impuissance de l'artillerie était faite.

La campagne de Norvège donna de nouveau à la Royal Air Force l'occasion de faire la preuve de ses capacités. Elle se déroulait dans des conditions curieuses qui interdisaient la riposte à l'aviation allemande. La R.A.F. prenait prétexte des bombardements aériens en Norvège pour y bombarder à son tour les objectifs occupés par les forces allemandes, mais se gardait bien de bombarder en Allemagne même. La Luftwaffe ne pouvait répondre sur des objectifs britanniques sans prêter au reproche d'avoir inauguré la guerre aérienne sans restrictions. Bases d'aviation et dépôts de pétrole norvégiens furent attaqués avec le même succès, sans que l'artillerie allemande pût s'y opposer.

Le 10 mai 1940, le déclenchement de



T W 7084

FIG 3. — LE MATÉRIEL DE D.C.A. DE 94 MM DE L'ARMÉE BRITANNIQUE

l'offensive sur le front occidental libéra les aviations de toute entrave. La guerre de tracts était finie, tout comme les représailles savamment dosées, Sylt contre Shetland ou Orcades. Tous les objectifs étaient accessibles aux aviations alliées comme à l'aviation allemande, sans autre limitation que la réaction de la chasse et de l'artillerie adverses.

Du 10 mai à l'armistice, le résultat des opérations aériennes menées contre le territoire français ne permet pas une conclusion nette sur le rôle de l'artillerie de D.C.A. Les opérations furent conduites presque exclusivement de jour, ce qui permettait la riposte de la chasse, et les pertes principales furent certainement dues à celle-ci. Dans la zone de l'avant, la plupart des attaques furent faites à basse altitude et n'étaient justiciables que des armes de défense rapprochée; on doit cependant noter l'impuissance de l'artillerie de défense éloignée, des types récents comme des types anciens, à em-

pêcher l'approche à faible distance. Au cours des attaques à gros effectifs sur les arrières, notamment à Paris et dans la vallée du Rhône, l'artillerie obtint quelques résultats; mais il semble que la plupart des équipages descendus avaient fait preuve d'imprudences quant au choix de l'altitude; nulle part d'ailleurs, même à Paris où était concentrée la plus grande partie des matériels récents, l'artillerie ne parvint à briser l'attaque et, si l'on en juge par la précision du bombardement, à troubler beaucoup les mesures.

Pendant toute la période où les expéditions contre la Grande-Bretagne furent conduites de jour, la défense simultanée par l'artillerie et l'aviation de chasse causa à l'attaque des pertes sérieuses. Mais la majeure partie doit être attribuée à la chasse; même si l'on n'accepte pas l'exactitude absolue des communiqués britanniques lorsqu'ils donnèrent la répartition entre la chasse et l'artillerie des avions abattus par la défense, il n'y a pas de raison de mettre en doute la valeur relative des deux chiffres; elle correspond à un rendement très faible de l'artillerie.

Lorsque les grandes offensives de jour à basse et moyenne altitude furent remplacées par des raids de jour de petites formations à très grande altitude et des expéditions de nuit à gros effectifs, l'impuissance de l'artillerie fut évidente. Elle résultait des chiffres mêmes du communiqué britannique. On ne s'étonnera pas que des canons de 94 mm n'aient obtenu aucun succès contre des « chasseurs-bombardiers » de jour dont certains naviguaient à plus de 12 000 m. Mais l'inefficacité des barrages nocturnes a été amplement démontrée; elle tient d'abord à la tactique de l'attaque par vagues successives d'avions en formation très dispersée, survenant de directions différentes, qui entraînerait des consommations de munitions inacceptables pour l'exécution de barrages denses; elle s'explique aussi par la résistance des avions actuels au souffle et aux éclats.

C'est le résultat des expéditions de bombardement franco-britanniques d'abord, britanniques ensuite, contre l'Allemagne qui prouve le mieux l'inefficacité de l'artillerie. Les opérations étaient conduites de nuit, contre des objectifs enfoncés souvent de plusieurs centaines de kilomètres dans les territoires occupés par

l'ennemi. Les appareils de bombardement britanniques étaient à grand rayon d'action, mais de vitesse modérée; la distance des objectifs leur interdisait la navigation à très grande altitude; ils se trouvaient donc dans les conditions les moins favorables pour échapper au tir de l'artillerie. La défense disposait d'un nombre de pièces considérable, d'un approvisionnement de munitions élevé. Néanmoins, les pertes dues à l'artillerie furent faibles, même si l'on s'en rapporte aux chiffres des communiqués allemands.

Les preuves de l'impuissance de l'artillerie de défense éloignée s'accumulent tous les jours. Les quelques succès qu'elle remporta au cours de la première année de guerre en Pologne comme sur le front occidental s'expliquent par l'imprudences des méthodes d'attaque d'un personnel qui prétendait pouvoir descendre à 2 000 ou 3 000 mètres sans s'astreindre à des manœuvres de dérobement continuelles. Actuellement, l'avion rapide dont le pilote prend cette précaution n'a rien à craindre de l'artillerie de défense éloignée quelle que soit sa puissance. La démonstration la plus probante vient d'en être donnée par les résultats de l'attaque des croiseurs type *Zara* lors du combat de la mer Ionienne. Aucun des bombardiers en piqué de la R.A.F. qui réussirent cette opération ne fut descendu; le seul avion manquant était, d'après le communiqué rectificatif, un des avions torpilleurs lents de la « Fleet Air Arm » qui attaquèrent le *Vittorio Veneto*. Or, chacun des croiseurs type *Zara* portait 12 canons de 100 mm à grande vitesse initiale avec les multiples télépointeurs et postes centraux de conduite de tir dont aucune artillerie de D.C.A. à terre ne possède l'équivalent. Les résultats de la campagne des Balkans confirment ces progrès de la tactique du bombardement de jour; les pertes indiquées pour l'aviation allemande sont très faibles, et les communiqués alliés les rapportent à la chasse.

Ainsi l'artillerie, sous la forme du matériel aux caractéristiques très voisines en usage dans les armées française, britannique et allemande, munie d'une conduite de tir à laquelle on ne voit guère quel perfectionnement on pourrait ajouter, s'est révélée parfaitement insuffisante à remplir le rôle que l'on attendait d'elle.

Les critères d'efficacité d'une artillerie de D.C.A.

Le résultat brutal est décevant. Les avions volent, sans qu'une augmentation énorme de la puissance des pièces parvienne à gêner sensiblement l'exécution de leur mission.

concentrer le feu de 1 000 pièces au plafond pratique de 5 000 m, comme le sont les 75 mm modèle 1897, sur des escadrilles à 6 000 m, sans obtenir l'effet d'une seule pièce de 88 mm au plafond pratique de 10 000 m ou d'une seule pièce de 150 mm au plafond pratique de 16 000 m. Ce qui est décevant, c'est de constater pareille

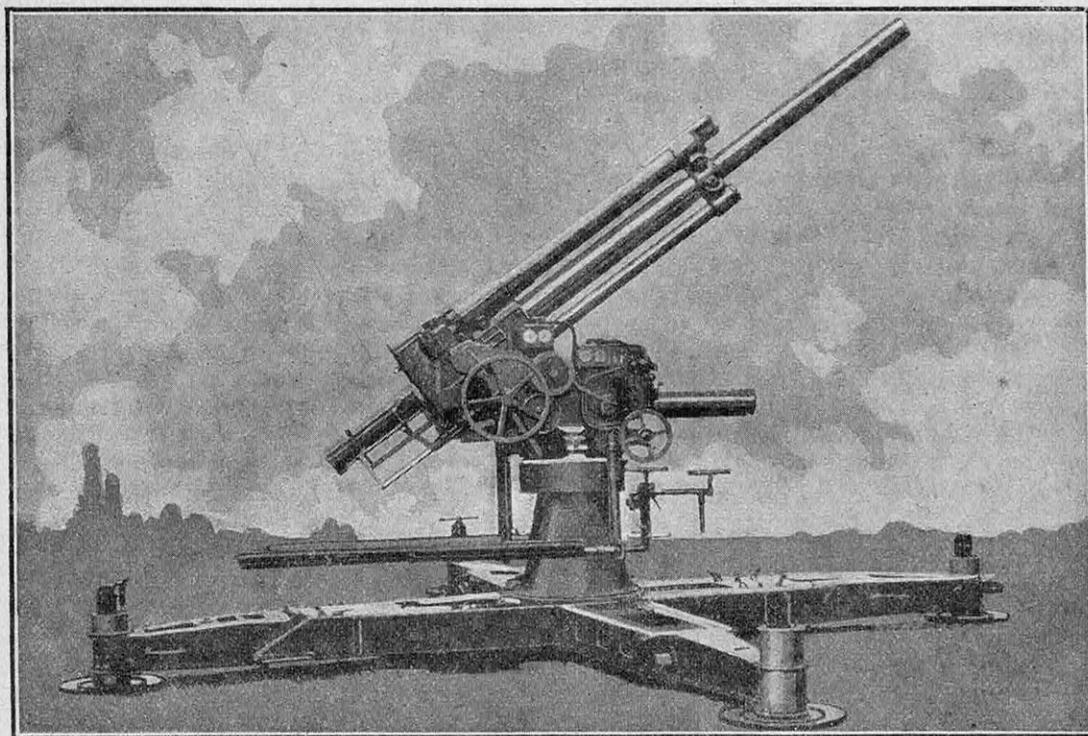


FIG 4. — CANON DE D.C.A. BOFORS DE 105 MM

T W 7087

Ce matériel de 44 calibres tire à 750 m/s un projectile de 16 kg. C'est donc un canon à vitesse initiale relativement modérée. Sa portée maximum est de 16 500 m et son plafond de 11 000 m. Son poids, de 6 200 kg, est du même ordre que celui du canon de 88 mm et 90 mm à grande vitesse initiale.

Passer du 75 mm à 550 m/s au 88 mm à 850 m/s, puis au 150 mm à 900 m/s, c'est multiplier par 4, puis par 20, la puissance à la bouche. C'est multiplier dans la même mesure le poids et le prix des pièces.

Lorsqu'un des croiseurs allemands qui furent touchés par les bombes des avions britanniques concentra son feu sur lui, c'était, en puissance, en négligeant tout ce qui n'est pas l'artillerie principale, l'équivalent de 160 pièces de 75 mm, modèle 1897, qui déversaient leurs projectiles sur l'assaillant.

C'était même beaucoup plus. Car l'énergie à la bouche n'est pas le critère de la puissance balistique dans ses applications à la D.C.A., et l'on pourrait évidemment

insuffisance de pièces de ce plafond sur avions à 5 000 ou 6 000 m.

Quel est donc, en D.C.A., le critère de l'efficacité?

Lorsque l'artillerie de campagne veut tirer sur un objectif à 15 000 m, il lui suffit de prendre une pièce de cette portée pour obtenir un résultat. Assurément, si au lieu de choisir le canon de 105 mm qui aura exactement 15 000 m comme portée maximum, on prend un 210 mm qui peut tirer à 30 000 m, la trajectoire sera plus tendue, le projectile sera soumis moins longtemps aux causes perturbatrices, et l'on pourra compter réduire à 300 m les 600 m de dispersion du canon de 105 mm. Mais, au rendement près, l'une et l'autre pièce donnent un résultat certain.

A voir les plafonds de beaucoup de pièces que l'on maintenait encore en service en 1939, il semblait qu'on avait choisi un critère de ce genre pour déterminer la puissance désirable d'une artillerie de D.C.A. On avait dû se demander, ou demander aux aviateurs, à quelle altitude pouvaient bien voler ces avions auxquels les calculs des ingénieurs attribuaient des plafonds de 10 000 m et plus. La réponse n'était pas douteuse : l'inhaleur ne permettait pas de naviguer couramment aussi haut, et c'était déjà un exploit qui n'est pas à la portée de tout le monde de piloter ou même de suivre une carte pendant une heure à 7 000 m. Dès lors, la question était simple. De quoi s'agissait-il ? De tirer à 7 000 m. Le technicien ne manquait pas de résoudre le problème au plus juste prix avec quelques pièces de 75 mm à 700 m/s de vitesse initiale. On avait même l'avantage de pouvoir ainsi tirer quelques milliers de coups avant usure, quand la pièce à 850 m/s aurait exigé le changement du tube après quelques centaines.

Peut-être est-ce le terme de « plafond pratique » qui est à l'origine de la confusion. Peut-être le militaire a-t-il cru que le canon auquel le technicien attribuait un plafond pratique de 7 000 m pouvait, pratiquement, descendre des avions à cette altitude. En fait, le plafond pratique est simplement obtenu en affectant le « plafond théorique », celui de la pièce tirant au zénith, d'un coefficient de réduction pour tenir compte d'un certain nombre de facteurs que l'exécutant ne peut négliger : limitation du pointage en hauteur à 80°, impossibilité de suivre l'objectif à la vitesse voulue au voisinage de la verticale, nécessité d'un champ de battage minimum pour l'exécution d'un tir. Mais le choix du qualificatif ne signifie pas qu'on ait la moindre chance d'atteindre l'avion d'aujourd'hui au plafond pratique des pièces que l'on emploie contre lui.

Un deuxième critère, qui conduit à des matériels de puissance très supérieure, est celui de la durée de trajet.

Contre un objectif mobile, la durée de trajet est le facteur essentiel de justesse du tir. On sait parfaitement, dans le tir à la mer, qu'on n'a aucune chance d'atteindre un navire qui cherche à esquiver les coups dans un tir à limite de portée, avec des durées de trajet atteignant la minute. L'aviation connaît non moins

bien la difficulté d'atteindre avec ses bombes un navire de faible tonnage en évolution, si l'on entreprend de lancer à 5 000 m, avec une durée de trajet de plus de 30 secondes. L'avion, objectif plus rapide encore, impose des durées de trajet moindres. On n'avait aucune chance, en 1918, de descendre un avion au moyen d'une pièce de 75 mm si l'on entreprenait de le tirer, avec plus de 20 secondes de durée de trajet, à 4 000 m d'altitude, au site de 60°.

Avec ce critère, la solution gênait bien un peu le technicien qui ne manquait pas d'objecter l'usure rapide des matériels que ces exigences le contraignaient à présenter. Mais enfin, si l'on persistait à vouloir limiter à 20 secondes la durée de trajet, on pouvait encore s'en tirer avec des pièces de puissance, de poids et de prix acceptables, trois à quatre fois ce à quoi l'on était habitué. C'est ainsi que naquirent, à quelques années d'intervalle, les trois matériels de calibre et de puissance comparables qui s'affrontèrent sur le théâtre occidental d'opérations, le canon allemand de 88 mm, le canon français de 90 mm, le canon anglais de 94 mm.

L'expérience ne vérifie malheureusement pas davantage le critère de la durée de trajet que celui du plafond pratique. Ces beaux canons tout neufs ne descendent pas les avions à 9 000 m, comme on l'avait espéré. Les avions passent encore à 6 000 m et moins.

Inclinons-nous donc devant l'expérience et nous n'aurons pas de peine à trouver un troisième critère, plus exigeant encore que les deux autres, celui du chemin fait par l'avion pendant la durée de trajet.

A toute époque, il a été relativement facile de réduire la dispersion du tir de D.C.A. et de centrer avec assez d'exactitude la zone battue sur ce qu'on croit être « l'avion futur », c'est-à-dire la position de l'avion à l'instant où le projectile doit le rencontrer. Mais, ce qui est beaucoup plus difficile, c'est de connaître exactement cette position de l'avion futur. Que ce soit à cause de l'insuffisance de nos moyens de détermination de la vitesse de l'avion en grandeur et en direction, ou à cause des manœuvres de déroboement qui fausseront les résultats déduits des mesures actuelles, le volume des positions possibles de l'avion futur reste très grand si on le compare à l'étendue de la zone battue. Détruire un avion

par le tir, ce sera combler le volume des positions possibles avec les volumes dangereux des projectiles éclatant dans la zone battue. On aura égalité de rendement du tir à égalité de volume des positions possibles, c'est-à-dire à égalité de chemin parcouru pendant la durée de trajet.

Dès lors, la durée de trajet limite qui

combattre efficacement les avions construits en même temps qu'eux. Les auteurs de programmes se sont complètement mépris sur les exigences nouvelles qui découlent des progrès énormes de l'avion en plafond et en vitesse. Il semble qu'on ait tout au plus compris le sens qualitatif de l'évolution, la nécessité d'un relèvement du calibre et de la vitesse initiale,

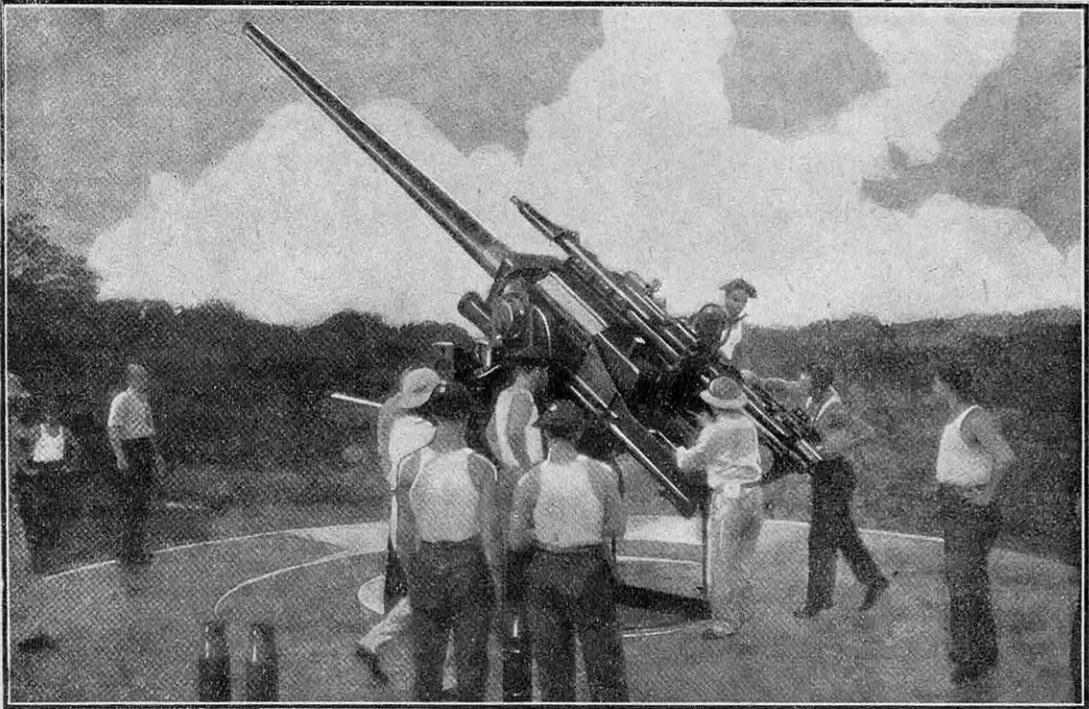


FIG. 5. — UN DES CANONS DE D.C.A. DE 105 MM EN SERVICE AUX ÉTATS-UNIS

T W 7085

Plusieurs matériels de 105 mm ont été étudiés et mis en service aux États-Unis. Le plus puissant est un canon de 60 calibres, tirant à 915 m/s un projectile de 15 kg. La portée maximum est de 18 200 m, son plafond de 12 800 m.

correspond au rendement acceptable de l'artillerie varie en raison inverse de la vitesse de l'avion. Pendant les 20 secondes de durée de trajet, l'avion de 1918 à 180 km/h faisait ses 1 000 m. Après 20 secondes, l'avion d'aujourd'hui a parcouru 2 000 à 2 500 m. Si l'on veut obtenir même efficacité qu'en 1918, il faut ramener à 1 000 m le chemin parcouru, et réduire à 10 secondes ou même à 8 la durée de trajet, si tant est que cela soit pratiquement possible.

Limite de puissance d'une artillerie de D.C.A.

Ainsi donc, le calibre et la vitesse initiale des matériels sur lesquels les différentes armées ont fait porter leur choix se sont révélés absolument insuffisants à

parallèle à l'accroissement de plafond et de vitesse, mais que personne n'ait jamais songé à chiffrer l'importance de ces relèvements.

La genèse de ces matériels explique d'ailleurs parfaitement leur insuffisance.

Celui qui paraît le plus récent, si on en juge par son entrée en service, le 90 mm de l'armée française, est probablement celui dont la conception est la plus ancienne; elle date de près d'une dizaine d'années. C'est l'introduction vers 1930 des premiers moteurs à compresseur dans l'aviation britannique, qui, doublant les plafonds et relevant les vitesses d'un quart, incita plusieurs constructeurs d'artillerie à l'étude de matériels destinés à remplacer ceux dont l'examen le plus sommaire de la question ré-

vérait l'insuffisance totale. En France, MM. Schneider choisirent un matériel de 90 mm qu'ils présentèrent, après les quelques années d'étude indispensables à sa mise au point, à la fois à l'armée et à la marine pour la défense des côtes. La marine, qui avait déjà l'habitude des canons de cette puissance pour la D.C.A. des navires, se laissa aisément convaincre et commanda la petite série que réclamait la protection de ses bases navales les plus exposées. L'armée, habituée à des pièces qui pouvaient tirer des milliers de coups avant remplacement du tube, fut effrayée par la rapidité de l'usure, conséquence inéluctable des vitesses élevées, par la fréquence et le coût des chemisages... Elle ne se résigna à l'adoption qu'après plusieurs années de tergiversations et il est permis de dire aujourd'hui que bien peu des matériels qu'elle commanda étaient en service en septembre 1939.

Les différents matériels allemands de 88 mm, celui qu'adopta la Reichswehr comme ceux qui furent vendus à l'exportation, ont des caractéristiques très voisines et à peine différentes du 90 mm Schneider. C'est que, si leur construction en grande série est un peu plus ancienne, leur conception remonte à la même époque; la différence d'entrée en service tient simplement à la durée respective de leur examen par les services compétents.

La conception du 94 mm de l'armée britannique est très postérieure, puisqu'elle date des premiers succès remportés en Espagne par le 88 mm allemand. Mais elle est une simple adaptation à un calibre usuel britannique des caractéristiques incorporées dans les matériels précédents, sans qu'aucune attention n'ait été prêtée aux progrès de l'aviation dans l'intervalle.

Tout ce qu'on pouvait donc espérer de ces trois matériels très voisins, c'était une certaine efficacité contre les premiers avions de bombardement avec moteur à compresseur, ces honnêtes biplans Hawker « Hart » avec Rolls-Royce « Kestrel », dont les 310 km/h faisaient sensation, aux alentours de 1930, quand les autres aviations n'avaient à leur opposer que des chasseurs à 260 km/h. Mais, depuis, la vitesse des avions de bombardement a

presque doublé, et, pour tenir compte de ce seul facteur, le critère auquel nous nous sommes arrêté indique qu'il eût fallu réduire de près de moitié les durées de trajet pour conserver au tir un rendement du même ordre.

Si les D.C.A. des trois armées aux prises sur le front occidental avaient possédé en septembre 1939 les pièces de 150 mm qui étaient le minimum indispensable contre les aviations de bombardement dans les conditions actuelles de leur emploi, y aurait-il eu grand' chose de changé? A peu près rien, et c'est ce qui permet de ne pas prendre au tragique l'erreur commise par ceux qui eurent besoin d'une dizaine d'années pour s'apercevoir de l'insuffisance d'un 75 mm à faible vitesse initiale contre un avion muni d'un moteur à compresseur. Pour échapper au 150 mm qui remplacerait un 90 mm, il suffirait de relever de 2 000 m l'altitude de lancement, de naviguer à 8 000 m au lieu de 6 000 m. En quoi cela générerait-il l'escadrille qui arrose de ses bombes Londres ou Hambourg? Qu'on ne croit point à une affirmation sans autre fondement que l'égalité de durée de trajet à ces deux altitudes qu'on peut aisément relever sur les réseaux de trajectoires. L'expérience a été faite. Les tourelles de 150 mm des croiseurs allemands au mouillage dans les ports norvégiens n'ont pas davantage réussi à repousser les avions de la Royal Air Force que les batteries de 88 mm qui défendaient la Ruhr.

Faut-il donc renoncer à toute artillerie de D.C.A. et laisser l'adversaire placer ses bombes à telle altitude qu'il jugera bon, lorsque la chasse ne sera pas en mesure de s'y opposer? Non pas; il serait alors capable de faire ses bombardements avec un rendement tel qu'on aurait à regretter d'avoir jeté le manche après la cognée. Les quelques milliards consacrés à l'acquisition d'un matériel de D.C.A. puissant n'ont pas la vertu de préserver de la destruction les richesses qu'on cherche à protéger; ils peuvent tout au plus ralentir la vitesse de leur destruction dans une mesure qui paie largement la dépense. Tel paraît bien être le rôle modeste mais indispensable auquel doit se résigner une artillerie de D.C.A.

André FOURNIER.

DE GÉNISSAT A LA CAMARGUE, OU EN EST L'AMÉNAGEMENT DU RHONE ?

par Charles BRACHET

Le programme de l'aménagement du Rhône, établi il y a quelques années, comporte la construction de la puissante usine de Génissiat, sur le haut Rhône, l'aménagement du fleuve en voie navigable de grand tonnage depuis la mer jusqu'à Lyon et Genève, la mise en valeur par l'irrigation des territoires incultes de la Crau et l'assainissement de la Camargue. Interrompus en juin 1940, les travaux du barrage de Génissiat ont repris aujourd'hui à un rythme accéléré qui permet d'espérer qu'en 1943, comme prévu, les premières installations hydroélectriques pourront prendre leur part de l'alimentation du réseau français d'interconnexion à haute tension. Les eaux pompées du Rhône, associées à celles de la Durance et aux eaux souterraines en un système unique et cohérent, vont permettre la mise en culture de milliers d'hectares jusqu'ici stériles. Enfin, les travaux entrepris dans le lit du fleuve pour améliorer sa navigabilité et la création d'un système de canaux accessibles aux péniches de gros tonnage ouvriront un débouché nouveau au trafic international vers l'Europe centrale en parachevant le réseau navigable européen dont les trois principales artères sont marquées par les grands fleuves internationaux Rhin, Danube et Rhône.

LE Rhône, le Rhin, le Danube sont les trois fleuves européens par excellence. Ils s'écoulent, tous trois, du massif alpin suisse figurant le toit de l'Europe, et, de ce point central, rejoignent la mer du Nord, la Méditerranée, la mer Noire. Qu'on les fasse communiquer par canaux, aux points où chacun de ces fleuves commence d'être navigable et l'on insuffle par là-même à toute l'Europe une atmosphère commerciale nouvelle. Tel sera le résultat grandiose qu'apportera l'aménagement du Rhône en voie navigable de grand tonnage depuis la mer jusqu'au lac Léman inclus. Genève pourra recevoir de la Joliette, sans transbordement, ses importations de la Méditerranée et lui retourner ses exportations. L'Allemagne du III^e Reich réalisant de son côté, par ses fameux canaux transverses, la liaison fluviale de l'Ouest rhénan aux grands fleuves de l'Est et du Sud danubien, le réseau navigable européen se trouvera parachevé.

Pour bien évaluer l'importance économique de cette œuvre européenne, il faut se défaire du préjugé de la rapidité du transport en matière économique. Pour le négociant, le temps n'est pas nécessairement de l'argent : les statistiques maritimes sont là pour montrer que la plu-

part des marchandises, non seulement les matières premières lourdes, mais encore les denrées de base, non périssables, préfèrent contourner l'Afrique plutôt que de payer le transit de Suez et que le charbon allemand choisit la voie maritime passant par Gibraltar pour rejoindre l'Italie, malgré la faible distance ferroviaire. Les canaux de navigation intérieure présentent, à ce point de vue, les mêmes avantages que la mer, pourvu qu'ils soient d'un gabarit suffisant et que les chemins tracés d'un point à l'autre de leur réseau n'offrent aucune discontinuité, c'est-à-dire aucun frais de transbordement. Ce serait donc une erreur grossière de penser que tous les modes de transport se disputent une clientèle uniforme. En réalité, la concurrence par laquelle, naguère, la voie ferrée a réduit notre navigation intérieure fut une erreur. Tout de même, la route devra quelque jour retrouver son indépendance vis-à-vis du chemin de fer. Ce n'est pas une guerre de tarifs, mais une organisation des tarifs que réclame l'économie des transports, autant sur le plan national que sur l'international.

Ces réflexions préliminaires nous montrent que l'aspect « navigation » de l'aménagement du Rhône, bien que moins

spectaculaire, mérite autant d'attention que son équipement électrique. Le point de vue de l'irrigation agricole n'est pas davantage négligeable.

Le chantier de Génissiat

La pièce maîtresse de l'aménagement du Rhône est le barrage de Génissiat (1), à quelque dix kilomètres au sud de Bellegarde. On sait que l'énergie motrice qui doit en découler sera capable de couvrir le dixième de la consommation électrique française, tout en régularisant le cours supérieur du fleuve. La puissance prévue pour l'usine, réalisable en plusieurs étapes, doit atteindre le demi-million de kilowatts. Sa construction a présenté d'énormes difficultés par suite de la puissance du fleuve à dériver. Etant donné l'encaissement de la gorge de Génissiat, la « coupure » du Rhône, c'est-à-dire le dessèchement d'une certaine section de son lit naturel, en vue d'y établir les fondations du barrage projeté, exigea le creusement de deux tunnels latéraux en pleine roche, capables d'évacuer chacun jusqu'à 600 m³ par seconde.

Au cas où une crue du fleuve surviendrait pendant les travaux, il fallait donc qu'elle dépassât le débit de 1 200 m³ par seconde pour déverser le surplus par-dessus le barrage de protection. Prévision assez improbable, de par les statistiques météorologiques, pour qu'on en acceptât le risque, en renonçant à accroître le débit des souterrains.

Le débit des galeries de dérivation a été déterminé en fonction de plusieurs données : la *section géométrique*, figurant l'économie, devait être réduite dans la mesure où la pente pouvait être accrue sans imposer, de par ailleurs, une trop grande longueur du souterrain. Tant et si bien que l'orifice amont dut être haussé à la cote 275,50 m, c'est-à-dire bien au-dessus du niveau d'étiage, tandis que l'ouverture de sortie se situait 600 mètres en aval. Les parois des tunnels furent enduites d'un revêtement bétonné de 40 mm sans d'autre but technique que d'assurer le glissement de l'eau et de conserver, en conséquence, au déversoir son régime « fluvial » — comme disent les hydrauliciens par opposition avec le régime « torrentiel » ou tourbillonnaire.

Ces deux « massifs de coupure » amont et aval, furent établis par l'immersion méthodique de blocs calibrés de 10 à

400 kg, afin qu'ils puissent former en travers du lit fluvial une digue stable, suivant un profil de moindre résistance au courant. Les matériaux, déversés par-dessus *deux ponts de service* jetés d'une rive à l'autre, réalisèrent les massifs de coupure non sans l'appui de charpentes métalliques disposées en tétraèdres de 2 mètres de hauteur et qu'il fallut ancrer par des câbles destinés à les retenir contre le courant. Le déversement des matériaux effectué à raison de 1 000 m³ par jour se déroulait comme un match destiné à gagner le fleuve de vitesse.

Telle est la technique complexe, et fort rationnelle, que les ingénieurs modernes sont obligés de mettre en œuvre pour couper un fleuve rapide encaissé dans un « canyon », comme le Rhône à Génissiat.

Le massif de coupure *aval* fut le premier amorcé : sa présence stabilisait, en effet, le courant et facilitait ainsi l'établissement du massif amont.

Le massif de coupure *amont* étant lui-même progressivement porté à la cote d'altitude nécessaire, les eaux du fleuve montent avec lui, jusqu'à ce qu'elles s'engouffrent dans l'orifice du tunnel-déversoir qui les attend.

L'opération a été réalisée le 7 mai 1939 — non sans quelques péripéties qu'il est intéressant de signaler.

Dans les journées des 5 et 6 avril, une crue de 600 m³ s'est produite, qui entraîna une certaine quantité des enrochements déjà mis en place. L'action sur les tétraèdres (armatures de base du massif de coupure) a été si considérable que les câbles d'ancrage, dont la résistance à la rupture était de 2 tonnes, se sont révélés insuffisants : certains ont été rompus. La crue passée, on a porté les amarres à 6 tonnes de résistance.

Pour faciliter le travail de la Compagnie du Rhône, les Services Industriels de la Ville de Genève eurent l'obligeance de prêter leur concours en réduisant de 300 m³ par seconde le débit du Léman et de l'Arve; 200 millions de mètres cubes s'emmagasinèrent de ce fait dans le lac. Le lundi 17 avril était la dernière limite possible pour cette accumulation-tampon. Mais, dès le samedi 15, malgré que les enrochements n'aient pas encore atteint les dimensions fixées, le tunnel-déversoir de la rive droite fut mis en service : le débit total de 420 m³, qui s'écoulait par-dessus le massif de coupure, se trouva réduit, de ce fait, à 250 m³/s.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 265, juillet 1939.

Et cela permit d'achever commodément les massifs. Celui d'aval reçut ses derniers déversements de matériaux le 21 avril. L'exhaussement du massif amont était enfin parvenu, le 30 avril, à un niveau tel qu'il émergeait franchement. Dès cet instant, le débit total du fleuve passait presque tout entier dans la dérivation souterraine — à l'exception de $15 \text{ m}^3/\text{seconde}$ qui s'infiltraient encore à travers les enrochements.

La deuxième dérivation a été mise en service le 19 mai 1939. Opération extrêmement simple : un « batardeau-voute » d'attente obture l'orifice ; celui-ci est dégagé, au moment voulu, par une cartouche de dynamite.

Voilà donc préparé le chantier sur lequel on pouvait maintenant implanter le barrage proprement dit. Mais avant de commencer ce qu'autrefois on eût appelé « la pose de la première pierre », que de précautions à prendre !

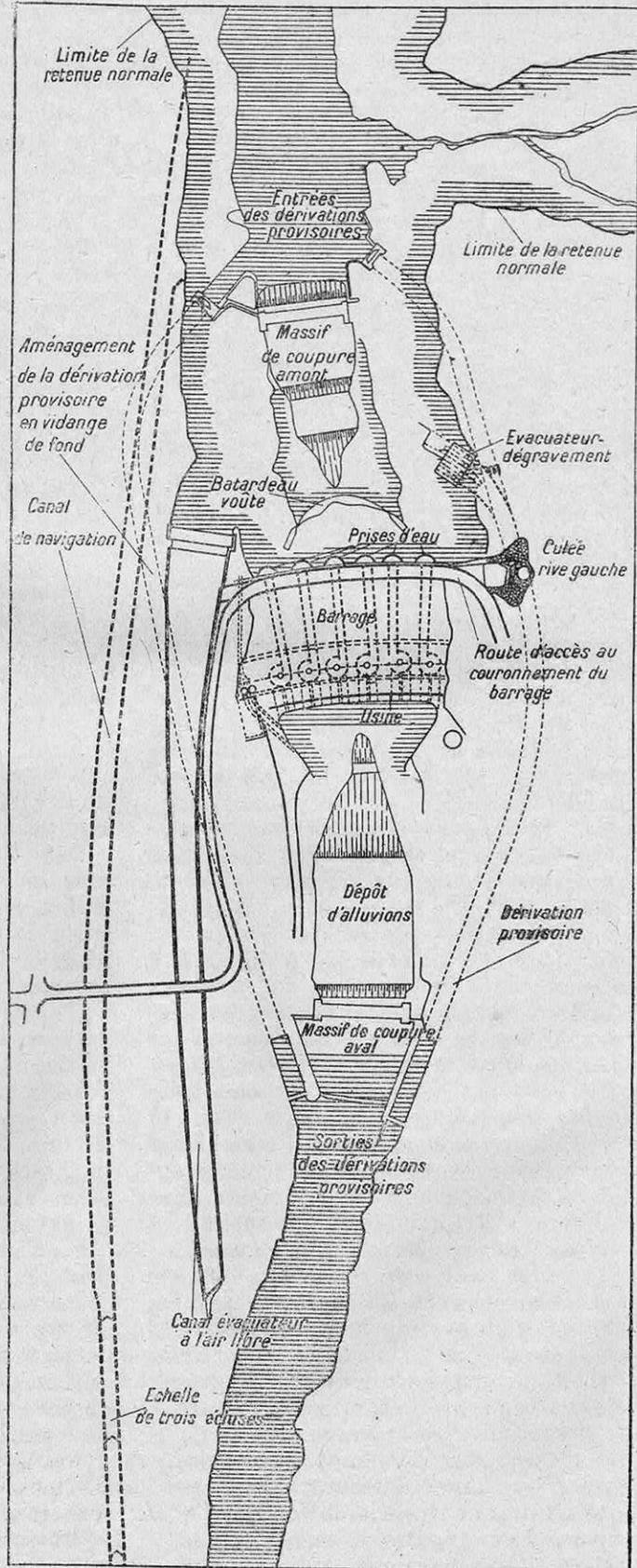
La lutte contre l'eau

Il y avait d'abord ces 15 m^3 d'infiltration à la seconde qu'il fallait arrêter par colmatage ; sinon les massifs de coupures seraient vite affouillés, sans parler du travail à épargner aux pompes d'épuisement qui ne doivent pas cesser de travailler un instant, pendant les travaux.

Mais l'imperméabilisation ne peut se borner au massif d'enrochement que l'on vient d'établir : il faut l'étendre au sous-sol alluvionnaire formant le lit du fleuve. Le moyen théorique le plus simple d'imperméabiliser un tel

FIG. 1. — PLAN GÉNÉRAL DU FUTUR BARRAGE-USINE DE GÉNISSAT

Sur ce dessin, les installations définitives : barrage, canal latéral, etc..., ont été représentés en trait plein. Les installations provisoires : massifs amont et aval et dérivations provisoires du fleuve ont été représentés en pointillés.



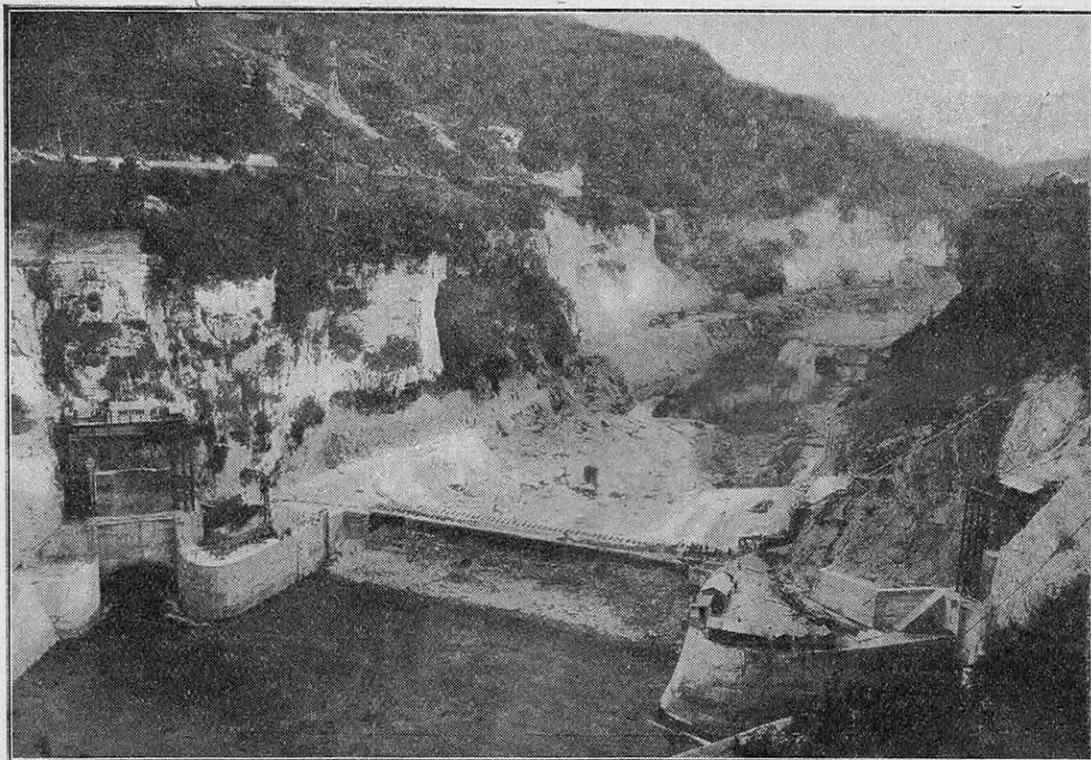
sous-sol est de l'injecter avec des produits complémentaires capables de former avec lui un conglomerat étanche. Le ciment? Essayé dès 1934, il n'a formé, avec le sable, que des gravats. Il reste le silicate. C'est parfait, mais trop coûteux. On s'est donc borné à « silicater » une tranche minimum des alluvions au niveau des ponts de service. Puis, un rideau de palplan-

du rocher profond sur lequel il fallait asseoir le « barrage-usine » définitif.

Tel était l'état général du chantier de Génissiat, lorsqu'un mois plus tard, en juin, la guerre allait le bouleverser.

Quand vint l'ordre de tout noyer

C'est le 23 juin qui fut le jour néfaste.



T W 5739

FIG. 2. — VUE GÉNÉRALE DU CHANTIER APRÈS SON INONDATION AU MOMENT DE L'AVANCE ALLEMANDE

ches appuyé sur le tablier même des ponts et s'enfonçant jusqu'au niveau silicaté, forma le dispositif complet d'étanchéité — à l'abri duquel on pouvait enfin travailler, non au barrage définitif, mais à l'établissement d'un premier barrage de protection (batardeau-voûte).

Quand la guerre éclata, les rideaux de palplanches étaient en place depuis longtemps; les enrochements avaient été poussés à saturation, ainsi que leur colmatage au béton, tant et si bien que les travaux de protection amont constituaient un véritable barrage préliminaire (prébatardeau) permettant les travaux ultérieurs, tandis que les eaux du fleuve étaient dérivées par les tunnels latéraux.

On avait alors entrepris de fouiller les alluvions, d'une épaisseur moyenne de 25 mètres, qui séparaient le lit asséché

Les tunnels de dérivation avaient déjà reçu les lourdes vannes de 18 tonnes destinées à la commande ultérieure de ces déversoirs, quand l'usine serait en service. On les abaissa. L'eau du fleuve cessa donc de s'engouffrer dans les voies souterraines si péniblement établies et reflua sur le massif de barrage. En deux heures, le cours du Rhône avait repris son ancien lit. Au milieu de la nuit, dans un fracas inouï, la digue céda. Les eaux emportèrent 20 000 mètres cubes de remblais, bousculèrent trois locomotives, emportèrent ou noyèrent les pompes. Le pont aval fut lui-même la proie du torrent; ses palplanches pliées comme feuilles de zinc. Il ne restait que le pont amont et son rideau de palplanches.

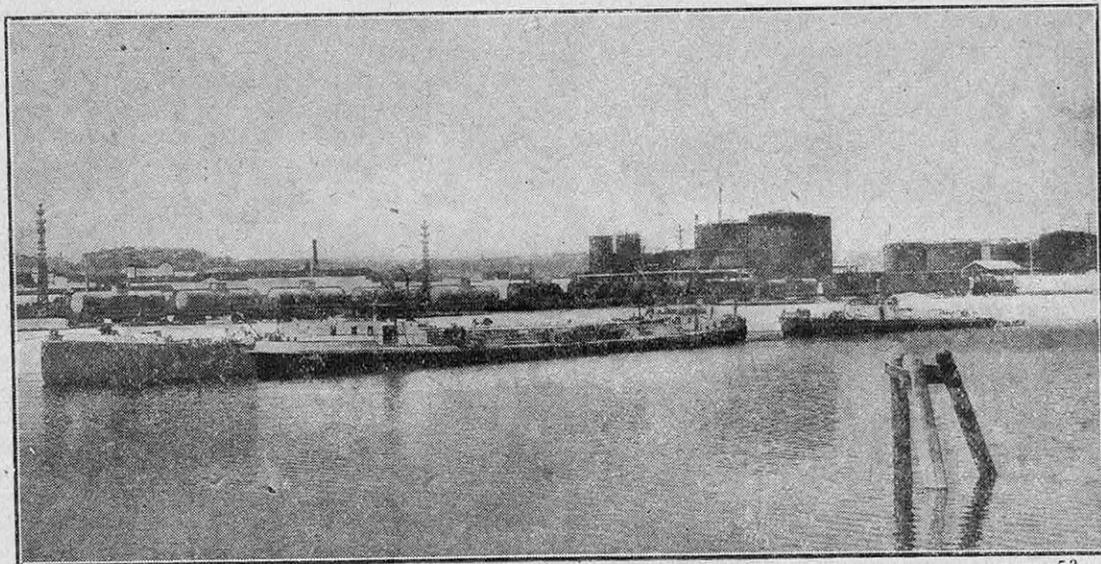
Le 25 juin, à l'armistice, ingénieurs et ouvriers vinrent relever les vannes.

Sept jours plus tard, ils se remettaient au travail. On a reconstruit à l'aval une première digue de terre qui isole la fouille du lit. De nouvelles pompes, amenées à pied d'œuvre, reprisent le travail d'épuisement. Actuellement, le programme de travail se retrouve remis à jour.

Le projet définitif de « l'usine-barrage »

La poursuite des études concernant les

se trouvera coiffée d'un toit bétonné épais, profilé de telle sorte qu'il puisse, éventuellement, servir de déversoir aux excédents de crues. Toutefois, le déversement par-dessus le « barrage-usine » ne sera pas systématique. La chute d'un tel Niagara arrivant, dans le lit du fleuve, à la vitesse de 30 m/s, soit plus de 100 km/h, ne manquerait pas de modifier le lit, ainsi que le régime d'écoulement des eaux sortant des diffuseurs des turbines — ce qui influencerait le rendement.



T W 7537

FIG. 3. — LA DARSE AUX HYDROCARBURES DU PORT « ÉDOUARD-HERRIOT », A LYON, AVEC DES AUTOMOTEURS PÉTROLIERS EN COURS DE DÉCHARGEMENT

turbogénérateurs à installer montra qu'il était possible de porter jusqu'à 65 000 kW la puissance des groupes, en les espaçant de 21 mètres. Mais cette puissance, limite d'une extrapolation raisonnable, ne saurait éliminer l'installation éventuelle de machines plus puissantes, de 80 000 kW, par exemple.

Aussi bien, l'équipement de Génissiat comportera trois étapes successives : dans la première, quatre groupes de 65 000 kW seront installés, soit, au total, 260 000 kW ; dans la seconde, on ajoutera deux groupes de 65 000 ou de 80 000, d'après l'expérience acquise à ce moment ; dans la troisième, d'un avenir très lointain, on peut envisager que les six groupes générateurs auront une puissance unitaire de 80 000 kW, ce qui portera à 500 000 kW la puissance totale de l'usine.

La hauteur du barrage sera, une fois terminé, de 100 mètres ; celle de l'usine proprement dite, de 50 mètres. Et l'usine

On a donc adopté le déversement latéral des eaux excédentaires par un évacuateur superficiel, établi sur la rive droite.

D'autre part, un évacuateur profond, s'ouvrant à 40 mètres au-dessous du niveau du lac artificiel et débouchant dans le tunnel de dérivation rive gauche, fera fonction d'évacuateur de dégravement.

Enfin, la vidange de fond, commandée par vannes, sera établie dans le tunnel de dérivation rive droite.

De Lyon à Genève, par le Rhône canalisé

La constance de la différence des niveaux amont et aval étant assurée par les déversoirs, il reste l'établissement d'un canal de navigation entre les deux niveaux, dont la différence brute atteindra quelque 67 mètres. Ce sera un bel ouvrage d'art sans aucune nouveauté spéciale : d'une largeur de 20 mètres en son plan d'eau supérieur, le canal sera creusé

sur le plateau de la falaise rive droite, beaucoup moins abrupt que celui de la rive gauche. Il suffira d'un kilomètre de canal et d'une échelle de trois écluses consécutives, d'un modèle déjà mis en service sur le canal de Welland, aux Etats-Unis.

Une fois parvenus sur le lac de retenue, les chalands et péniches navigueront à niveau constant sur cinquante kilomètres, c'est-à-dire jusqu'aux portes de Genève.

La jonction de Lyon au lac Léman par voie navigable aurait été sans doute réalisée depuis longtemps si le franchissement des gorges du haut Rhône n'en avait figuré l'obstacle quasi infranchissable. La construction du barrage aux fins de la production d'énergie a justement résolu le problème, qui dépassait les forces du génie civil en matière de navigation pure, du moins dans le cadre d'une entreprise rentable.

Le problème est du reste posé depuis une vingtaine d'années entre la Suisse et la France, puisqu'il existe entre les deux pays un projet de convention daté de 1919 concernant le *tonnage* et le *type* de chalands ou navires automoteurs à mettre en service d'un commun accord. La régulation des eaux du lac Léman, dont l'importance est primordiale sur le débit du Rhône, dépend entièrement de la Suisse : son intérêt est évidemment d'aboutir. Aussi bien, la bonne volonté de la nation voisine s'est déjà manifestée, nous l'avons dit, quand il fallut aider les techniciens de Génissiat, au moyen justement de ce pouvoir régulateur du Léman.

Il reste à déterminer l'aboutissement de la voie navigable à la frontière. Certains intérêts suisses voudraient le placer au port de la Queue-d'Arve, avant le lac. Mais la France ne peut oublier qu'elle est, elle aussi, riveraine du Léman. On arrivera à s'entendre en temps utile : mais le temps est à présent mesuré, puisque le barrage doit étaler son plan d'eau d'ici deux ans.

L'une des conséquences de la présente guerre sera, du reste, une révision fondamentale des conventions de navigation du Rhin qui, lui aussi, sera relié au lac Léman par une voie largement navigable. Le port de Genève deviendra ainsi une sorte de plaque tournante de toute la navigation fluviale européenne.

De Génissiat à Lyon, les avant-projets sont à l'étude, mais les projets ne sont

pas encore près d'être arrêtés. Cependant, les techniciens sont d'accord pour assurer que le tracé de la voie navigable est aisé, que les écluses seront peu nombreuses et que, du fait de la grande longueur des biefs, les vitesses horaires prévues pour les automoteurs ne manqueront pas d'être élevées.

La renaissance de Lyon, port fluvial

On sait que la Compagnie du Rhône a été chargée de l'aménagement, à Lyon, d'une longueur importante de quais.

Le port « Edouard-Herriot » (fig. 6), dont l'aménagement a été commencé en 1937, se trouve aujourd'hui complètement équipé. Il est installé, un peu en aval de Lyon, à l'embouchure du futur « canal de ceinture » qui doit permettre à la navigation du haut Rhône de rejoindre le Rhône inférieur en contournant la ville. Le tracé de ce canal est maintenant arrêté, en liaison avec l'aménagement de la section du haut Rhône qui précède immédiatement la ville. La carte (fig. 4) montre les solutions adoptées : on utilise un canal pour éviter le confluent de l'Ain, sujet à des débits extrêmement variables. Les biefs navigables du fleuve seront réalisés au moyen de barrages mobiles — qui ont fait leur preuve sur la Saône.

Le port comportera trois darses dont une (darse n° 2) reste à creuser et trois îlots où, peu à peu, les grandes firmes intéressées installent leurs docks. L'équipement de la darse et des îlots réservés aux hydrocarbures (noirs et blancs) est particulièrement soigné.

En somme, la création de ce port reporte à l'aval de Lyon, avec des aménagements tout à fait modernes, le carrefour de la future navigation entre le bassin de la Saône, le haut Rhône et le Rhône inférieur.

La renaissance d'une très ancienne voie navigable modernisée

Le cours moyen du Rhône s'étend de Lyon à Arles : il est pratiqué de temps immémorial par la navigation, assurant la liaison entre le Languedoc, dont le canal aboutit à Beaucaire, et la Saône, elle-même reliée à la Seine. Le caractère spécial de cette section du Rhône tient aux lois générales de l'hydrographie fluviale : torrentueux à ses origines (tout comme le Rhin et le Danube), les déblais montagneux emportés par les fleuves

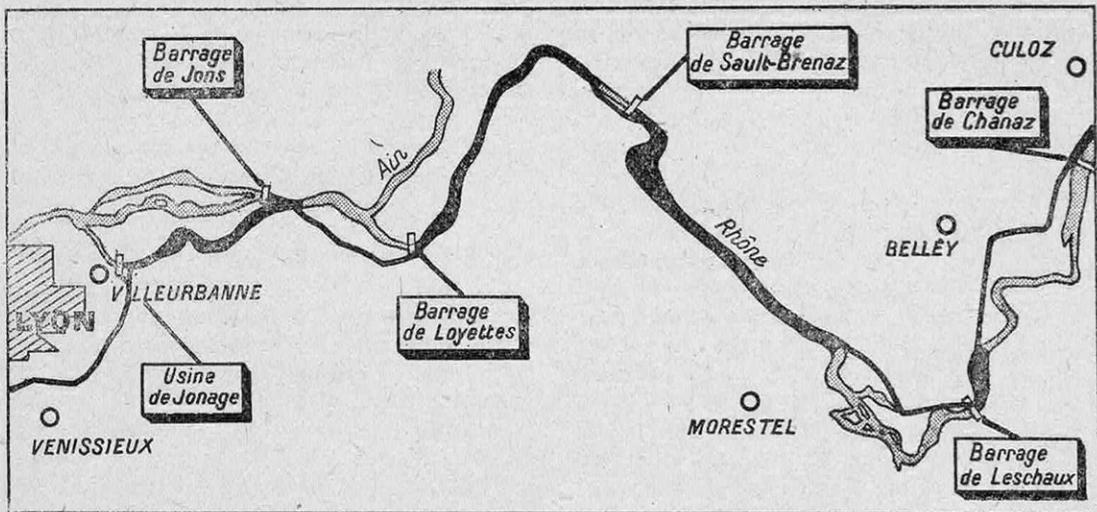


FIG. 4. — LA VOIE NAVIGABLE DU HAUT RHÔNE DE CHANAZ A LYON.

« jeunes », de cette espèce, sont destinés à s'étaler finalement en « deltas », aux embouchures. Mais entre la sortie de la région franchement montagneuse (ici, Lyon) et l'arrivée au « delta » (ici, Arles), le fleuve parcourt une distance où, s'il a perdu son caractère torrentueux, il n'a pas encore trouvé le caractère nettement fluvial du delta. Il en résulte qu'à certains passages critiques et suivant le hasard des crues annuelles, toujours irrégulières, les alluvions en route pour le delta forment toutes sortes d'obstacles irréguliers, plus ou moins provisoires. Un seul d'entre ces « seuils » suffit pour arrêter ou tout au moins entraver sérieusement la navigation. Ainsi, de Lyon à Arles, le problème de la navigabilité revient au maintien des chenaux praticables — donc à une surveillance et à un entretien rationnels.

Les résultats acquis depuis un demi-siècle par l'hydrodynamique (1) permettent aujourd'hui de comprendre à merveille les effets d'engrèvement ou de creusement d'une digue, d'un îlot, en fonction du courant et de ses variations. En sorte que l'étude systématique du fleuve, pour le maintien constant d'un chenal de navigation offrant un *mouillage* minimum, n'est plus qu'une question de crédits.

Le niveau moyen mensuel du Rhône à la Mulatière (embouchure de la Saône sur le Rhône) ne dépasse pas 5,50 m. A Arles, le même niveau moyen reste inférieur à 1,50 m. On voit quelle « chute » peut subir le chenal navigable entre ces deux points extrêmes.

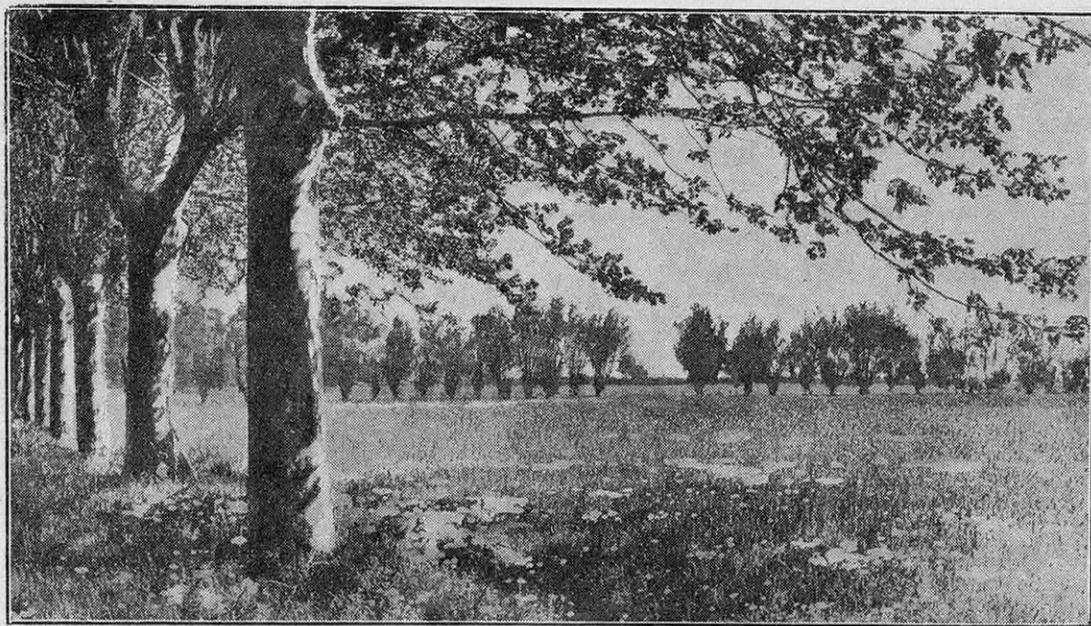
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, mai 1937.

Le problème de surveillance et d'entretien de la navigabilité, qui revient à la Compagnie nationale du Rhône, exigeait donc avant tout un équipement très scientifique pour le levé de profils transverses du fleuve aussi rapprochés que possible (de 100 mètres et même de 5 mètres en 5 mètres en certains passages difficiles). On a, pour cela, établi des plans de sondage par la méthode rapide, bien connue, à *l'ultra-son*. De puissantes vedettes à faible tirant d'eau, mais se jouant du courant, sillonnent le fleuve. Parvenue au niveau du profil à relever, la vedette s'immobilise face au courant, tandis qu'elle repère le point kilométrique où elle se trouve au moyen de visées sur des mires fixes établies à cet effet sur la rive, au-dessus des plus hautes eaux. Autrefois, il aurait fallu un bateau « toueur », c'est-à-dire se hissant sur une chaîne de fond et remorquant la barque où seraient installés les opérateurs pratiquant leur levé à la sonde.

On a, de la sorte, parfaitement situé tous les « passages », déjà empiriquement connus des mariniers. Mais on a appris à analyser les effets des crues et des alluvions consécutives sur ces passages. De la Mulatière à Arles, on ne compte pas moins de 66 passages dont le « mouillage » descend, par année moyenne, au-dessous de 2 mètres — et plus bas encore, en cas de sécheresse exceptionnelle.

Un exemple-type : le passage de Soujean

L'exemple du « mauvais passage » de Soujean, traité en 1938-1939, fera com-



T W 5738

FIG. 5. — UNE PRAIRIE IRRIGUÉE EN CRAU, LA OU AUPARAVANT N'EXISTAIT QU'UN DÉSERT DE GRAVIERS

prendre la nature des cas d'espèce qui se présentent aux ingénieurs.

Situé un peu à l'aval de Beaucaire, le passage de Soujean constitue le dernier seuil alluvionnaire (d'engravement) qui se présente avant le régime du bas Rhône. Suivant le plan de sondage achevé le 4 mai 1938, la navigation disposait, pour franchir l'amas de gravier barrant le fleuve sur 200 mètres (entre le kilomètre 279,300 et le 279,500), de trois « routes » dont aucune n'était satisfaisante, formant autant de « faux chenaux » :

1° Une « route » de rive gauche étroite et peu profonde, longeant la digue du Mas-des-Tours et débouchant à l'aval dans une zone difficile de contre-courant ;

2° Une « route » de rive droite épousant la courbe de l'Anse aux Canards ; impraticable aux convois remorqués, en raison de sa sinuosité, utilisée par quelques automoteurs, à cause de la profondeur ;

2° Une « route » médiane à courant franc, mais n'offrant qu'un mouillage de 1,40 m.

A la suite d'une étude des formes anciennes du passage de Soujean, on a reconnu les causes hydrodynamiques de son évolution. On a été conduit à reconnaître la nécessité de concentrer les eaux dans un chenal unique suivant sensiblement le tracé du chenal médian. A cet effet, on a décidé de fermer les « faux chenaux » de rive droite et de rive gauche en dérasant la digue du Mas-des-Tours et en construisant sur la rive

droite une digue divisoire avec des tennons barrant l'Anse aux Canards — et d'établir enfin une digue guidant les eaux suivant le régime théorique.

Dès le mois de juillet 1939, une première crue a permis aux ouvrages établis de « travailler » : le banc de gravier a été ratissé par la crue, déporté vers l'aval et écrété, de façon à former un vaste plateau sur lequel s'amorce faiblement le chenal médian. La situation peut devenir critique, mais la digue de fixation (digue de concavité) le long de l'île aux Canards vient assurer le guidage des eaux. Les résultats escomptés sont pleinement atteints : un chenal profond s'est établi, à l'emplacement théoriquement prévu, où il offre, sur une largeur de 70 mètres, un mouillage de 1,60 m au-dessous de l'étiage avec un maximum de 2 mètres.

Ainsi, la réalisation rapide de quelques ouvrages de régularisation a pour effet de transformer de mauvais passages en chenaux bien navigables. Seulement, sitôt le résultat acquis, il faut le surveiller, le consolider. Rien n'est jamais fini : l'ingénieur et le fleuve jouent une interminable partie d'échecs, dans laquelle c'est l'homme de science qui doit finalement gagner, puisqu'il sait ce qu'il fait en dirigeant les forces « aveugles » du fleuve.

L'importance du matériel de dragage

L'exemple précédent met en lumière l'importance des travaux de régularisa-

tion par orientation du courant. Mais si l'on intervient par un dragage puissant, on accélère la régularisation.

Voici un autre cas typique. En 1935, une crue emporte la « digue d'inondation » du Saunat : il s'ensuit la formation d'abondants dépôts de gravier à Lamiat (km 197), un peu au-dessous de Pont-Saint-Esprit; la navigation se trouve dès lors arrêtée sur le seuil ainsi formé. Ces graviers ont progressé de 1 800 m vers l'aval et obstruent partiellement le mauvais passage de Saint-Georges où la navigation se trouve à nouveau menacée, en cas de basses eaux. Si l'on avait disposé, en 1935, d'une drague puissante, il eût été possible d'enlever les graviers à Lamiat et, par là-même, on rétablissait les ouvrages de régularisation du chenal et des digues d'inondation. Le remède eût été rapide et radical. Et l'amélioration eût été stable, puisque le lit se serait trouvé ramené à la position normale qu'il avait avant la rupture de la digue.

Restons-en à ces exemples. Ils montrent que le fleuve, chemin qui marche, doit être entretenu par des travaux d'une « voirie » spéciale et très savante.

La Crau et la Camargue

D'Arles à Saint-Louis, port d'embouchure du « Grand-Rhône » sur la Méditerranée, la navigation n'offre guère d'obstacles. Divisé en deux bras principaux, le « grand » et le « petit », le Rhône forme à partir d'Arles son delta, la Camargue, demeuré encore largement à l'état de marais. Latérale à la Camargue, une grande plaine désertique, la Crau, figure l'ancien lit paléontologique de la Durance.

De ce double aspect géographique de la basse vallée du Rhône découle cette conséquence que l'aménagement du fleuve comporte un point de vue agricole plus urgent, pour l'instant au moins, que celui de la navigation déjà assurée, tant par le fleuve que par le canal latéral reliant Arles à Bouc sur l'Étang de Berre, lui-même en communication directe avec le port de Marseille par le canal souterrain du Rove.

Il s'agit, en effet, d'irriguer la Crau et d'assainir la Camargue, c'est-à-dire d'assécher ses étangs et ses marais et d'irriguer aussi ses terres cultivées, à cause de cette particularité : leur sous-sol, saturé de sel, laisse remonter ce sel

par capillarité, les années de sécheresse. Leur submersion périodique reste une condition de fertilité, quelle que soit la culture installée. L'assèchement des étangs, dont le plus vaste est celui du Vaccarès, ainsi que des marais, exige également la contre-partie de l'irrigation, en vue de dessaler les terrains destinés à la culture.

La Camargue reçoit (en moyenne calculée sur 20 ans) 592 millimètres de pluie annuelle : or, l'évaporation solaire consomme 750 millimètres. Le déficit est patent.

Ce nouvel aspect du problème de l'aménagement n'est du reste pas sans liaison avec l'équipement électrique du fleuve, puisque les stations de pompage, que nécessitent l'irrigation comme le dessèchement, sont des stations électriques. Cet emploi du courant produit par les usines d'amont sera d'un effet régulateur véritablement providentiel. Il y suffira d'une méticuleuse discipline dans la répartition de l'énergie disponible aux diverses centrales de pompage, ainsi que dans les heures de travail.

Dès maintenant, certaines coopératives agricoles d'irrigation de la Crau ont fonctionné 2 000 heures. Et le coefficient d'utilisation de la puissance souscrite s'est amélioré sans cesse, dans l'intérêt commun, ce qui a permis d'abaisser le prix du kW-h en 1939 jusqu'à 0,20 fr et 0,05 fr, alors qu'il aurait été de 0,38 fr aux anciens tarifs. Ces chiffres sont assez explicatifs par eux-mêmes.

Quant aux résultats agricoles, ils sont, dans la Crau, tout simplement merveilleux. Il n'est que de faire la route d'Arles à Salon, à travers la Crau, pour reconnaître les véritables oasis de verdure représentant les parcelles qui bénéficient de l'irrigation. L'hectare de ce désert de galets, qui ne valait absolument rien avant l'irrigation, prend dès aujourd'hui une valeur de 15 000 francs et fournit des fourrages qui se sont vendus 80 francs le quintal en 1938.

En résumé, l'aménagement du Rhône nous apparaît comme une œuvre d'une vivante continuité. L'énergie hydroélectrique, la navigation, l'irrigation agricole en sont les trois facteurs : tous les trois ne cesseront de concourir au perfectionnement de l'ensemble. Le chef-d'œuvre dont la réalisation commandait cet ensemble n'est autre, évidemment, que le barrage de Génissiat.

Charles BRACHET.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

Vidange rapide des réservoirs d'essence des « Stukas »

L'INCENDIE, lors d'un atterrissage brusqué notamment, est un des plus graves dangers de l'aviation. Or, si en temps de paix, un tel atterrissage est relativement rare, il n'en est pas de même en temps de guerre. Que de fois un appareil, simplement endommagé, pourrait être ramené au sol si son pilote et ses occupants étaient assurés de s'en tirer avec quelques contusions dues à une rencontre un peu brutale avec le sol, s'ils étaient délivrés de cette hantise d'être brûlés vifs dans leur carlingue! On conçoit qu'ils préfèrent sauter en parachute.

L'accroissement de puis-

sance des moteurs et du rayon d'action des appareils entraîne, en effet, l'obligation d'emporter de plus en plus d'un carburant éminemment inflammable. Aussi s'est-on préoccupé de prévoir une vidange rapide des réservoirs commandée par le pilote.

A bord du Junkers Ju 88 « Stuka » allemand on a fait appel dans ce but à l'air comprimé fourni par les deux compresseurs de suralimentation des moteurs. Il suffit au pilote d'agir sur une commande ouvrant un robinet pour que cet air comprimé soit admis, dans le réservoir à combustible, au-dessus du niveau de celui-ci. Le carburant se trouve alors violemment chassé dans un tube dont l'extrémité inférieure atteint presque le fond du réservoir, puis il est amené par une tuyauterie sous l'extrémité ar-

rière du fuselage où il est projeté dans l'atmosphère.

Réglage automatique des concasseurs à billes

P OUR que le rendement d'un concasseur à billes ou à boulets, dans lequel la matière est broyée par le mouvement continu des boulets, soit maximum, il est indispensable qu'un certain rapport soit maintenu entre la matière à moudre et les billes. Trop de matière empêche le jeu correct des boulets, pas assez provoque le heurt de ceux-ci contre le tambour, d'où une usure anormale.

C'est à l'oreille que, jusqu'ici, l'ouvrier chargé de la conduite de la machine jugeait de son remplissage convenable. Un son mat annonce trop de matière à traiter; le choc des billes contre le tambour décèle un manque de matière. Pour éviter cet empirisme, la Harding Electrical Co (Etats-Unis) a mis au point une « oreille électrique » réglant automatiquement l'arrivée de la matière à moudre grâce à un microphone placé à l'entrée du concasseur. Le courant microphonique, influencé par les ondes sonores, est dirigé, après amplification, vers un relais réglé pour le meilleur degré de remplissage et agissant sur le moteur électrique assurant l'alimentation.

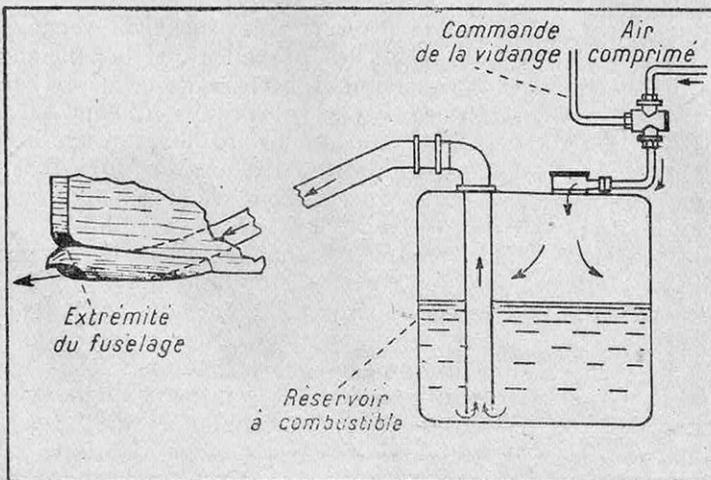
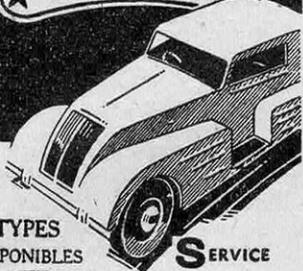


FIG. 0. — SCHÉMA DU DISPOSITIF DE VIDANGE RAPIDE DU CARBURANT A BORD DU JUNKERS JU 88 « STUKA »

Les VEHICULES ELECTRIQUES

S.T.E.L.A.



3 TYPES DISPONIBLES

SERVICE TRACTION ELECTRIQUE LEGERE AGRICOLE

MIXTE 250 Kgs

FOURG. 300 Kgs

CAMION 1000 Kgs

USINE ET SERVICE VENTE
F. A. L.
15 à 19 rue Jean Bourgev
VILLEURBANNE
Tél. V 88 85

CEYBE, Publicité.

A nos lecteurs

Rappelez-vous que les abonnés reçoivent, sans augmentation de prix, tous les **numéros spéciaux** de l'année avec la table des matières semestrielle.

Vous réaliserez une économie en vous abonnant dès maintenant.

PRIX DE L'ABONNEMENT : 55 FRANCS

C. C. Postal 184.05 Toulouse

(286)

BULLETIN D'ABONNEMENT

Nom (en majuscules) et prénoms :

Adresse :

un an, au prix de
6 mois,

Déclare m'abonner pour (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^e-G^e)
Chèques Postaux : Toulouse 184.05

Imp. Régionale, Toulouse.

Le Gérant : L. LESTANG.



**Faites
comme moi !...**

SUIVEZ PAR CORRESPONDANCE
LES COURS DE

**L'ÉCOLE
PROFESSIONNELLE DE T.S.F.
ET DE TÉLÉVISION
Château de Villac (Dordogne)**

Caporal-Chef BAUP

*Demandez le programme et les conditions qui vous seront envoyées, gratuitement,
sur simple demande.*

GEYBE, publicité.

**EQUIPEMENT LILOR
ACÉTYLÈNE**

LE PREMIER AGRÉÉ PAR L'O. C. A.



GÉNÉRATEUR BASSE PRESSION
FILTRATION PARFAITE DU GAZ
DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE INDÉRÉGLABLE



SIMPLICITÉ - ÉCONOMIE - SÉCURITÉ

SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE LIOTARD FRÈRES - Suc^{rs}, 4, Place Jérusalem - AVIGNON

GEYBE, Publicité.



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 GÉNIE RURAL

ADJOINT TECHNIQUE ET INGÉNIEUR ADJOINT.

COMMERCÉ - DROIT

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

AGRICULTURE

AGRICULTURE GÉNÉRALE, MÉCANIQUE ET GÉNIE AGRICOLE.

SECTION SCIENCES

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

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

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 les cours d'Aspirant. Les examens officiels d'Elève Officier ont lieu à 17 ans.

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

AIR ET MARINE

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 et des Lycées.

AVIATION CIVILE

Brevets de Navigateurs aériens. Concours d'Agents techniques et d'Ingénieurs Adjointes Météorologistes, Opérateurs Radioélectriques (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.

IMP. RÉGIONALE. TOULOUSE.

S. T. P. S.